

ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2000
RUDENS

★ 20. gs. ASTROFIZIKAS NOZĪMĪGĀKO
SASNIEGUMU MOZAIKA

★ Jau ZINĀMAS 40 PLANĒTAS
ārpus SAULES SISTĒMAS

★ Vai CILVĒKS VAR PĀRCIEST
KONTAKTU ar KOSMISKO TUKŠUMU?

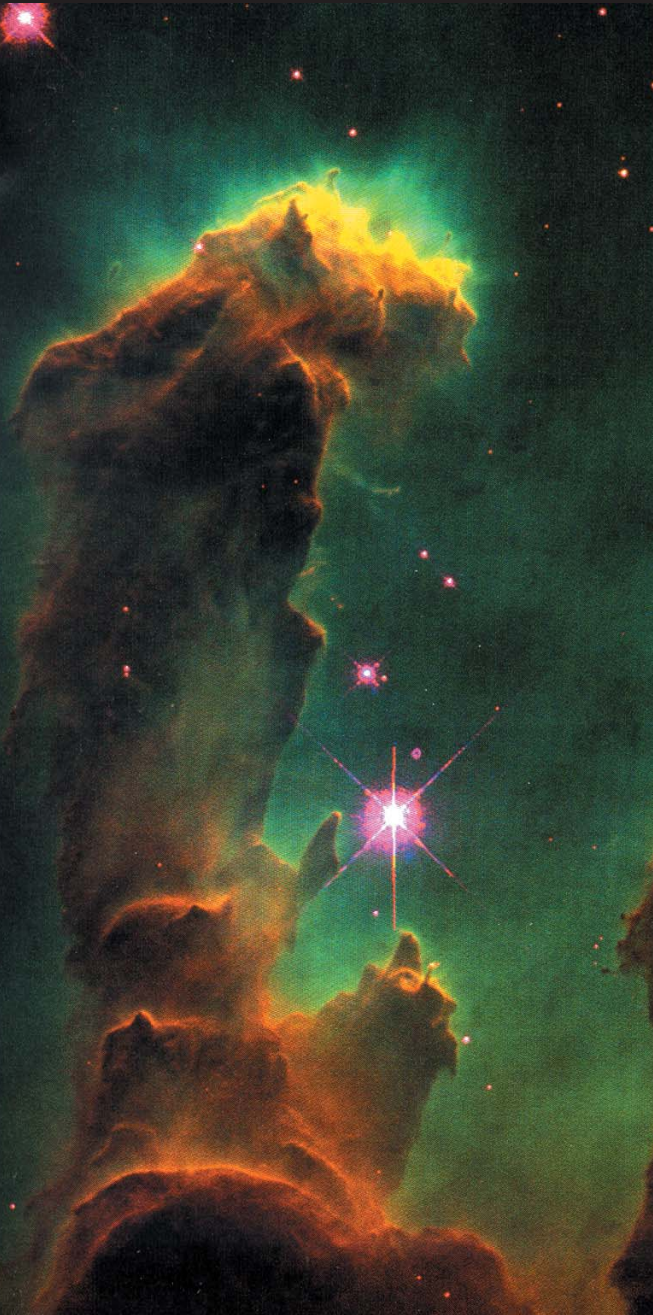
★ Kas ACTEKU VALSTI NOVEDA
pie SABRUKUMA?

★ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES
LATVIJĀ NOTIEK
jau PUSGADSIMTU

★ MARSĀ KĀPĀS STĀSTA
par MARSĀ SENĀTNI

Pielikumā -
ASTRONOMISKAIS
KALENDĀRS 2001





Ar Habla kosmisko teleskopu iegūtais Ērgļa miglāja (M16) attēls Čūsкас zvaigznājā atklāj blīvu starpzvaigžņu matērijas kompleksu, kas atrodas ap 7000 g. g. attālumā. Redzami trīs iespaidīgi ap 1 g. g. gari putekļu-gāzu pilāri – nākamo zvaigžņu paaudžu šūpuļi.

*Sk. A. Balklava rakstu
“Astrofizika gadsimta garumā”.*

Vāku 1. lpp.: Viens no iespējamiem projektiem – kā pilotējamais kosmiskais kuģis tuvojas Marsam.
Attēls no Marsa biedrības projektiem.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,
LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS
ČETRAS REIZES GADĀ

2000. GADA RUDENS (169)



Redakcijas kolēģija:

A. Alksnis, A. Andžāns (atbild.
red. vietn.), **A. Balklavs** (atbild.
redaktors), **M. Gills, R. Kūlis,**
I. Pundure (atbild. sekretāre),
T. Romanovskis, L. Roze,
I. Vilks

Tālrunis 7034580
E-pasts: astra@latnet.lv
<http://www.astr.lu.lv/zvd>



Mācību grāmata
Rīga, 2000

SATURS

Pirms 40 gadiem "Zvaigžņotajā Debess"

Ūdens tvaiki Venēras atmosfērā.

Saules enerģijas izmantošana.....2

Zinātnes ritums

Astrofizika gadsimta garumā. *Arturs Balklavs*.....3

Jaunumi

Ārpus Saules sistēmas planētu jeb citplanētu birums.

Zenta Alksne, Andrejs Alksnis.....19

Negaidīts spirāles atklājums eliptiskā

pundurgalaktikā. *Zenta Alksne, Andrejs Alksnis*.....26

Melnos caurumus medijot. *Arturs Balklavs*.....29

Kosmosa pētniecība un apgūšana

Mir komerciālā reinkarnācija. *Jānis Jaunbergs*.....34

Kas notiek ar cilvēku vakuumā? *Tams Zarnīks*.....36

Svešās zemēs

Ņujorkā atklāts moderns planetārijs. *Māris Krastiņš*.....40

Skolā

Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģijas pamatprincipi

un Visuma modeļi (*turpin.*). *Kārlis Bērziņš*.....43

Latvijas 24. atklātā fizikas olimpiāde.

Viktors Ļorovs, Andrejs Cēbers,

Dmitrijs Docenko, Vjačeslavs Kaščejevs.....45

Lielie matemātiķu svētki. *Agnis Andžāns*.....49

Notikusi astronomijas olimpiāde Černogolovkā.

Dmitrijs Docenko.....52

Marsš tuvplānā

Marsa kāpu stāsti. *Jānis Jaunbergs*.....54

Konkurss lasītājiem. *Mārtiņš Gills*.....57

Amatieriem

No lasītāju vēstulēm.....59

Kosmosa tēma mākslā

Zvaigžņotais Visums latviešu ekslibrī (*turpin.*).

Jēkabs Štrauss.....62

Jaunas grāmatas

Jauns mācību līdzeklis astronomijā. *Arturs Balklavs*.....69

Atskatoties pagātnē

Saules akmens jeb acteku kalendārs. *Ilze Loze*.....72

LU Mazās aulās ciļņu stāsts (*nobeig.*). *Irena Ondzule*.....75

Hronika

Astronomiskais kalendārs – "Zvaigžņotās Debess"

pielikums. *Arturs Balklavs*.....84

Kristietība un latviskā dievestība

Visur man Saule spīd... (par dzīvošanas tikumiem

kristietībā un latvju dainās). *Irena Pundure*.....85

Zvaigžņotā debess 2000. gada rudenī. *Juris Kauliņš*.....91

Pielikumā: Astronomiskais kalendārs 2001 (32 lpp.)

PIRMS 40 GADIEM "ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ"

ŪDENS TVAIKI VENĒRAS ATMOSFĒRĀ

Par kāda ķīmiskā elementa vai savienojuma klātbūtni debess ķermeņos spriež, analizējot šo ķermeņu gaismas spektrus. Katrai vielai ir sava raksturīga spektrālo līniju un joslu sistēma. Tāda ir arī ūdenim. Pēc līniju un joslu intensitātes var noteikt šīs vielas daudzumu. Ja mēs kādas planētas spektrā arī saskatām ūdens joslas, tad tas vēl nedod iemeslu nekādiem drošiem secinājumiem par to, vai ūdens šīs planētas atmosfērā ir un kāda varētu būt tā koncentrācija, jo mūsu atmosfēras ūdens tvaikiem ir tādas pašas joslas. Tāpēc svarīgi instrumentus pacelt tādā augstumā, lai Zemes atmosfēras ietekme būtu niecīga.

Tāpēc 1959. gada 29. novembrī ASV 24 tūkst. m augstumā pacēla balonu, kurā bija divi cilvēki – novērotājs un pilots – un vajadzīgie instrumenti. Novērotājam bija uzdevums spektroskopiski pētīt Venēras atmosfēru. Šādā augstumā ūdens tvaiku daudzums Zemes atmosfēras slānī, kas atradās virs gondolas, ir ļoti mazs.

Novērojumu rezultāti rāda, ka ūdens tvaiku daudzums Venēras atmosfērā virs mākoņu līmeņa 4 reizes pārsniedz ūdens tvaiku daudzumu Zemes stratosfērā 15 tūkst. m augstumā virs Britu salām un ir apmēram tāds pats kā virs Zemes augsto mākoņu līmeņa.

(Saīsināti pēc M. Zepes raksta)

SAULES ENERĢIJAS IZMANTOŠANA

Saules stari ir neizsmeljams enerģijas avots. Zeme gada laikā saņem ap 60×10^{16} kW·h Saules starojuma enerģijas, kas vairāk nekā 20 tūkstoš reizi pārsniedz visas cilvēces elektroenerģijas patēriņu gadā.

Viena no visvienkāršākajām Saules iekārtām ir "karstā kaste". Tā ir parasta koka vai betona kaste ar biežām sienām, labi izolētu dibenu un hermētiski noslēgta ar vairākām logu stikla kārtām. Iekšējās sienas nokrāsotas melnas, lai tās labāk absorbētu siltumu. Šādās kastēs var sakarsēt ūdeni līdz 50–80 °C un lietot to telpu apsildīšanai. Šādā kastē var iegūt arī karstu gaisu, ko izmanto augļu žāvēšanai. Tā žāvējot augļus, tie mazāk zaudē cukuru un vitamīnus un ir pasargāti no putekļiem.

"Karstajā kastē" no sāļa ūdens, to iztvaicējot, iegūst destilētu ūdeni. Nelielas līdzīgas konstrukcijas iekārtas Otrajā pasaules karā izmantoja ASV izpletņu lēcēji, kas nokļuva jūrā; tādā veidā viņi ieguva dzeramo ūdeni.

Ir Saules iekārtas, ar kurām var iegūt ļoti augstas temperatūras. Šīm iekārtām izmanto dažādas formas spoguļus – koncentratorus. Lietojot koncentratoru, var iekārtot Saules patvāri, kurā, uzvārot ūdeni, iegūst karstu tvaiku. Šo tvaiku var izmantot ēdienu pagatavošanai.

Saules enerģiju izmanto arī ledus ražošanai saldētavās.

Sevišķi ievērojamas ir Saules krāsnis, kurās var iegūt ļoti augstas temperatūras – 3000–4000 °C. Saules krāsnis lieto metālu kausēšanai.

Ar termoelementu un fotoelementu Saules enerģiju var tieši pārvērst elektriskajā enerģijā. Vairākus termoelementus apvienojot baterijās, iegūst termogeneratoru. Fotoelementus izlieto arī ZMP Saules baterijās. Tās darbina raidītājus, kas noraida signālus uz Zemi.

(Saīsināti pēc B. Salas, L. Kondraševs raksta)

ARTURS BALKLAVS

ASTROFIZIKA GADSIMTA GARUMĀ

Astrofizika ir viens no mūsdienu astronomijas visattīstītākajiem un vissvarīgākajiem pētījumu virzieniem. Tā izzina kosmisko pasauli, tās savdabīgos objektus un daudzveidīgos procesus, izmantojot fizikas likumus. Taču tā ir arī ļoti būtiski bagātinājusi fiziku, atklājot daudzas jaunas likumsakarības, kuras darbojas Zemes laboratorijās neatveidojamu superspēcīgu elektrisko, magnētisko un gravitācijas lauku, milzīga spiediena, temperatūras, ātruma un gan grūti iedomājama blīvuma, gan retinājuma apstākļos, kādi pastāv šajos kosmiskajos objektos un kosmiskajā telpā.

Astronomisko zināšanu pieaugums, ko devuši divdesmitajā gadsimtā veiktie pētījumi, balstoties gan uz jaunu astronomisku instrumentu un metožu izstrādāšanu un ieviešanu, gan uz iegūto novērojumu rezultātu teorētiskajām interpretācijām, ir bijis patiesi grandiozs kā pēc apjoma, tā pēc dziļuma. Un tas rada saprotamas grūtības ne tikai šo zināšanu izvērtēšanā, proti, to sarindošanā pēc svarīguma pakāpes, bet arī šā milzīgā informācijas masīva atspoguļošanā neliela raksta ietvaros. Tādēļ turpmākais ir jāuztver kā diezgan subjektīvi izvēlētu astrofizikas nozīmīgāko sasniegumu mozaikas variants, kurš ir tāls no pilnības un kurā jebkurš profesionālis bez sevišķām pūlēm atradīs daudzus, pēc viņa domām, ļoti svarīgus, bet šajā rakstā neatspoguļotus aspektus un jautājumus.

Taču būs grūti apšaubīt, ka viena no visnozīmīgākajām mūsu gadsimta astrofizikas iezīmēm ir, ka tā savos pētījumos ir varējusi izmantot *visu* kosmiskā elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonu, sākot no ļoti cietajiem gamma (γ) fotoniem un beidzot ar

metrus gariem radioviļņiem. Tādas astronomijas nozares kā γ -, *rentgena* jeb *x*-staru, *ultravioletā*, *infrasarkanā* un *radioastronomija*, kā arī *kosmisko staru*, *neutrīno* un *gravitācijas starojuma* jeb *viļņu astronomija* ir visistenākie aizejošā gadsimta bērni. Par tiem bez šaubīšanās var uzskatīt arī *kvazāru*, *pulsāru* (*neitronu zvaigžņu*, *n. z.*), *blazāru*, *melno caurumu* atklāšanu un citas aktualitātes, kas nu jau vairāk nekā četrdesmit savas pastāvēšanas gadus ir bijušas pastāvīgā mūsu žurnāla uzmanības centrā, tā ka ilggadīgiem un uzmanīgiem "*Zvaigžņotās Debess*" ("*ZvD*") lasītājiem daudz kas no tālāk publicētās astrofizikas sasniegumu gadsimta retrospekcijas būs jau pazīstams, taču tāds nu ir šādu jubilejām veltītu apskatu uzdevums – atskatīties un runāt par it kā labi zināmām lietām.

Vislielākais akcents šajā rakstā likts uz *zvaigžņu evolūcijas teorijas* (turpmāk – ZET) nozīmīgāko sasniegumu konceptīva pārskata, bez kura, kā bez vadmotīva, daudzi no turpmāk atzīmētiem svarīgākiem atklājumiem un idejām nespeciālistiem, kam galvenokārt ir domāts šis pārskats, var izrādīties grūti sasaistāmi vienotā loģiskā konstrukcijā. Tādēļ raksts veidots, ne tikai atzīmējot atsevišķus, pēc autora domām un izvēles, nozīmīgus datējumus hronoloģiskā secībā, bet daudz vietas atvēlot arī ZET pamatatziņu izklāstam, kas lasāms sīkākā drukā un ko zinošāks lasītājs var izlaist. Otrs iemesls šādam akcentam ir arī tas, ka, vadoties no pasaules zinātniskās sabiedrības vērtējuma, ZET var uzskatīt par vienu no visizcilākajiem ne tikai astrofizikas un astronomijas, bet 20. gadsimta zinātnes sasniegumiem vispār.

Diemžēl jāatzīmē, ka gan ZET, gan arī daudzi citi sasniegumi nav viena zinātnieka un pat ne nelielas zinātnieku grupas garadarbs. Tās izveidošanā, ko turklāt vēl nebūt nevar uzskatīt arī par pilnīgi pabeigtu, ir piedalījušies ļoti daudzi zinātnieki (tostarp arī Latvijas astrofizikā, kas devuši ievērojamu un starptautiski augsti novērtētu ieguldījumu vienas zvaigžņu evolūcijas stadijas – oglekļa jeb C zvaigžņu – izpētē), un tādēļ ļoti daudzas no šajā rakstā iekļautajām atziņām būs bez norādēm uz autorību tā paša prozaiskā iemesla – publikācijas ierobežotā apjoma – dēļ.

Un vēl kā neapstridamu un būtisku astrofizikālo pētījumu gadsimtu garā attīstības perioda iezīmi var izcelt arī šajos pētījumos gūtās informācijas pieauguma eksponenciālo tempu, kas vispār bija raksturīgs šā posma zinātnē un kas līdzīgā kontekstā jau tika pieminēts šā raksta autora “ZvD” 1999./2000. gada ziemas numurā publicētajā rakstā “*Kosmoloģija pie jaunās tūkstošgades sliekšņa*”, kurā un arī šajā rakstā ir izmantoti materiāli, kas publicēti Amerikas Fizikas biedrības speciālajā izdevumā “*Reviews of Modern Physics*” (vol. 71, No. 2, Centenary 1999) jeb “*Mūsdienu fizikas apskats*”, kas laists klajā, atzīmējot šīs biedrības pastāvēšanas simtgadi. It īpaši tas attiecas uz izdevumā ievietoto Dž. Filda (*G. Field*) rakstu “*Astrofizika*” (“*Astrophysics*”, pp. S33–S40).

Astrofizikas sasniegumu pilnīgākas atainošanas un uztveres labad dots neliels arī dažu citu ar hronoloģiju cieši nesaistītu pamatziņu pārstašs.

Zvaigžņu astrofizika un ZET

Zvaigžņu astrofizikas uzdevums ir izprast zvaigžņu iekšējo uzbūvi, enerģijas avotus, atmosfēras īpatnības, spīdēšanas un citu aktivitāšu mehānismus un zvaigžņu evolūciju. Un ar pārliecību var teikt, ka 20. gadsimtā visos šajos jautājumos ir gūta ļoti iespaidīga skaidrība. Viens no ievērojamākiem šā gadsimta sasniegumiem ir tieši ZET izstrādāšana, kas ļāvusi visai detalizēti izprast kosmiskās matērijas pārvērtības un apriti, sākot no šīs matērijas pirmszvaigžņu pastāvēšanas stadijas līdz

pat zvaigžņu mūža beigu dažādajiem posmiem un noslēgumiem. Dažus no svarīgākajiem etapiem šim izpratnes pieauguma procesam var sarindot arī tālāk dotajā hronoloģiskajā secībā, sākot ar nelielu atkāpi iepriekšējā – 19. gadsimtā, lai raksturotu 20. gadsimta iesākuma astronomijas instrumentālās bāzes potences.

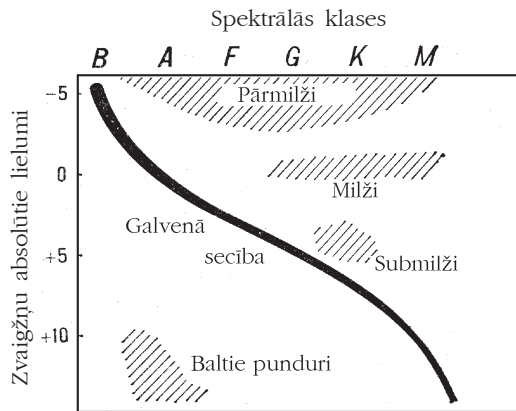
1897. gads. Jērksas observatorijā (ASV) tiek uzstādīts tolaik pasaulē lielākais lēcu teleskops ar 101 cm diametru (*sk. 1. att.*).



1. att. Jērksas observatorijas teleskops – pasaulē lielākais refraktors. Uzstādīts 1897. gadā, tas joprojām darbojas.

1905.–1913. gads. Jau gadsimta sākumā, neraugoties uz samērā, salīdzinot ar mūsdienām, pieticīgo instrumentālo aprīkojumu, kas pieļāva tikai elektromagnētiskā starojuma op-

tiskā diapazona izmantošanu kosmisko objektu pētniecībai, klasiskā fizika zvaigžņu novērojumu datu apzināšanai dod iespēju iegūt daudzus svarīgus rezultātus. Starp tiem kā sevišķi izcils ir jāmin tā sauktā *Hercšprunga-Rasela* (*E. Hertzsprung, A. N. Russell*) *diagramma* (*H-R*) – sakarība starp *zvaigžņu absolūto spožumu (lielumu jeb starjaudu) un spektrālo klasi*, kura, kā vēlāk izrādījās, ir visciešākā veidā saistīta un atspoguļo zvaigžņu evolūciju (*sk. 2. att.*).



2. att. Hercšprunga-Rasela diagramma. Virs galvenās secības izvietojas gan zvaigznes, kas atrodas savā gravitācijas saraušanās sākuma stadijā, gan vēlās evolūcijas stadijās – sarkanie un dzeltenie milži un pārmilži. Uz koordinātu asim atlikts: uz *abscisas* – zvaigznes spektrālā klase, kas raksturo arī efektīvo temperatūru, uz *ordinātas* – zvaigznes absolūtais lielums, kas raksturo tās starjaudu. Reālā dažādu zvaigžņu tipu relatīvā izplatība ir apmēram šāda: uz 10 miljoniem sarkano punduru ir ap 1 miljons balto punduru, ap 1000 milžu un tikai 1 pārmilzis.

H-R diagramma uzrādīja, ka lielākā daļa zvaigžņu grupējas ap tā saukto galveno secību, kurā karstākās zvaigznes ir spožākas, bet aukstākās – vājākas, t. i., mazāk spožas. Samērā liela daļa zvaigžņu ap galveno secību ir tā sauktās *milžu zvaigznes*, kas ievērojami pārspēj spožumā citas zvaigznes, lai arī ir par tām aukstākas, t. i., ar zemāku virsmas temperatūru. Otra ievērojama daļa

ir *punduri* – vāja spožuma objekti ar augstu virsmas temperatūru.

1905.–1917. gads. A. Einšteins (*A. Einstein*) izstrādā *speciālo un vispārīgo relativitātes teoriju*, kam bija (un ir) fundamentāla loma daudzu astrofizikālu un kosmoloģisku problēmu risināšanā. Kā piemēru varam ņemt kaut vai visplašāko publicitāti guvušo formulu $E = mc^2$, bez kuras izmantošanas nav iedomājami zvaigžņu producētās starojuma enerģijas aprēķini.

1924.–1926. gads. A. Edingtons (*A. S. Edington*) atklāj, ka galvenās secības zvaigžņu masas labi korelē ar šo zvaigžņu starjaudu, ka galvenās secības zvaigžņu kodolu temperatūra ir ar kārtu 10^7 K, ka Saule un zvaigznes sastāv galvenokārt no ūdeņraža (H) un ka Zemes vecums ir mērāms miljardos gadu.

1932.–1937. gads. K. Janskis (*K. Jansky*) pirmo reizi reģistrē kosmisko radiostarojumu, bet G. Rebers uzbūvē pirmo specializēto instrumentu šā starojuma uztveršanai – radioteleskopu. To var uzskatīt par jaunas astronomijas nozares – *radioastronomijas* – dzimšanu, kas pēc Otrā pasaules kara kļuva par ļoti efektīvu, produktīvu un neatņemamu daudzu kosmisko objektu, tostarp zvaigžņu (piemēram, Saules), astrofizikālu pētījumu metodi.

1939. gads. H. Bēte (*H. A. Bethe*) publicē savus pētījumus par kodoltermiskām reakcijām zvaigznes centrā, no kurām galvenā ir hēlija (He) sintēze jeb veidošanās, tā sauktā oglekļa jeb C cikla gaitā pakāpeniski saplūstot četriem H atoma kodoliem. Šajā ciklā, katram H kilogramam transformējoties pēc masas nedaudz mazākā He daudzumā, tiek producēta ap $6 \cdot 10^{14}$ J liela enerģija, kas tad arī ir Saules un citu zvaigžņu ilgstošas spīdēšanas avots.

Aprēķini parādīja, ka šādas kodoltermiskas degšanas gaitā Saule un arī citas Saules tipa zvaigznes, iztērējot tikai ap 10% no saviem sākotnējiem H resursiem, spēj nodrošināt savu spīdēšanu 10 miljardu gadu ilgā laika posmā. Šim atklājumam bija kardināla nozīme zvaigžņu fizikas, t. i., zvaigžņu starojuma mehānisma un evolūcijas – zvaigznes

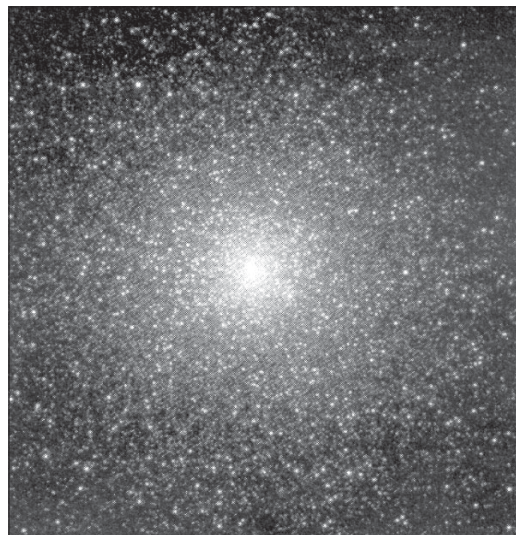
fizikālo raksturlielumu, aktivitātes procesu, iekšējās uzbūves un ķīmiskā sastāva izmaiņu – izpratnē. Ideja par ķīmisko elementu kodoltermiskām pārvērtībām kā zvaigžņu evolūcijas pamatprocesu un zvaigznēm kā milzīgiem reaktoriem, kuros notiek par litiju (Li) smagāku elementu sintēze un ar kuriem gan zvaigžņu vēja, gan katastrofālu procesu (galvenokārt pārnovu eksploziju) dēļ tiek pakāpeniski piesātināta un izmainīta starpzvaigžņu vide – jaunu zvaigžņu paaudžu sūpulis, līdz ar to mainot arī šo jaunās paaudzes zvaigžņu evolūcijas nosacījumus un norisi, kļūva par vienu no vadošajām 20. gadsimta astrofizikas koncepcijām. ZET izstrādāšana aizrāva un tajā iekļāvās gandrīz visi pasaules tālaika vadošie astrofizikāļi – Dž. Gamovs (*G. Gamow*), A. Sendidžs (*A. R. Sandage*), M. Švarcšilds (*M. Schwarzschild*) un citi.

1952. gads. Svarīgs solis ZET izveidošanā tika sperts, pētot zvaigžņu kopas, piemēram, labi pazīstamās *Plejādes (Pleiades)*. No šīs teorijas viedokļa kopas ir ļoti pateicīgi pētniecības objekti, jo ir loģiski pieņemt, ka visas kopas zvaigznes ir izveidojušās apmēram vienlaikus, kas ievērojami atvieglo novērojumu datu interpretāciju un teorētisku secinājumu pamatošanu.

Izdarot šādu kopu fotometriju, tika konstatēts, ka tajās nav spožu un masīvu galvenās secības zvaigžņu, bet ir daudz milžu. A. Sendidžs un M. Švarcšilds izteica domu, ka galvenās secības zvaigznēm, kodolā izdegot H un uzkrājoties He, ja ir nepieciešamie apstākļi, t. i., pietiekama temperatūra un blīvums, H var sākt degt kodolu aptverošajā čaulā. Šī karstā, virs kodola izveidojusies čaula, kurā tāpat turpina degt H, izpleš zvaigznes apvalku, un zvaigzne pārveršas par milzi ar palielinātu starjaudu, tādējādi pametot H–R diagrammas galveno secību un pārceļoties uz sarkano milžu apgabalu. Ideja par čaulveida kodoltermiskās degšanas avotu izveidošanos izrādījās ļoti auglīga un palīdzēja atrisināt vairākus būtiskus ar zvaigžņu pārvērtībām saistītus jautājumus.

Kopu zvaigžņu pētījumi deva iespēju noteikt arī šo kopu izveidošanās laiku, t. i., to vecumu, un jau pieminētais A. Sendidžs parādīja, ka kopu vecums var svārstīties no dažiem miljoniem līdz

miljardiem gadu. Piemēram, tā saukto lodveida kopu (sevišķi kompaktu ap 10 000 zvaigžņu agregātu (*sk. 3. att.*)) vecums ir ap 10 miljardu gadu un ir vienāds ar mūsu Galaktikas vecumu.

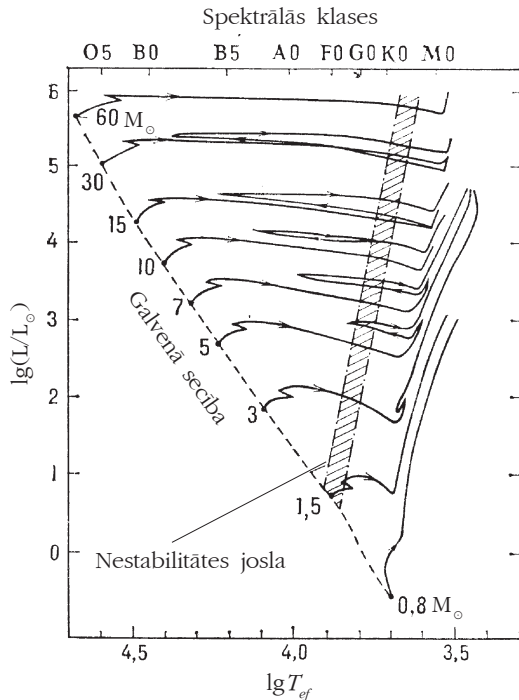


3. att. Lodveida kopa M15, kas ir redzama Pegaza zvaigznājā un atrodas ap 42 000 g. g. attālumā. Piena Ceļa galaktikā ir zināmas vairāk nekā 150 lodveida kopas, un tās sastāv no dažiem simtiem tūkstošu līdz vairākiem miljoniem zvaigžņu.

Tas viss ārkārtīgi stimulēja un veicināja pētījumus ZET, kas kļuva par vienu no svarīgākajiem astrofizikas mērķiem un uzdevumiem vispār. Tās izveidošanā veikto pētījumu rezultāti ļāva izprast ļoti daudzus fundamentālus ar kosmiskās matērijas apriti saistītus jautājumus un problēmas. Lai to labāk saprastu, turpinājumā nedaudz iepazīsimies ar šīs teorijas galvenajiem sasniegumiem.

Zvaigznes evolūcija, it sevišķi tās temps jeb ātrums, dzīves ilgums un nobeigums ir ļoti atkarīgs no zvaigznes sākotnējās (un beigu) masas (*sk. 4. att.*). Zvaigznes masas pašgravitācija, t. i., tās potenciālā enerģija, kas, zvaigznei pakāpeniski saraužoties (kolapsejot), transformējas zvaigznes termiskajā enerģijā, ir noteicošais zvaigznes evolūcijas dzinējspēks, kurš galā nodrošina kodoltermisko reakciju norisi tās dzīlēs un vairāk vai mazāk ilgsto-

šu tās spīdēšanu, respektīvi, dzīvi kā zvaigznei. Taču ļoti būtisku lomu spēlē arī tādi faktori kā sākotnējais ķīmiskais sastāvs, rotācijas ātrums, magnetiskais lauks, tās piederība ciešām dubultsistēmām vai daudzkrāsām sistēmām u. c.



4. att. Evolūcijas treki dažādas masas (M) zvaigznēm līdz hēlija degšanas fāzei ($M \leq 1,5 M_{\odot}$) vai līdz oglekļa degšanai ($M > 1,5 M_{\odot}$) zvaigznes kodolā. Uz koordinātu asim atlikts: uz *abscisas* – zvaigznes spektrālā klase, kas raksturo arī efektīvo temperatūru (sk. apakšējo asi ar T_{ef}), uz *ordinātas* – logaritms no zvaigznes starjaušanas (L) un Saules starjaušanas (L_{\odot}) attiecības. Pārtraukta līnija apzīmē galveno secību, bet svītrotā – nestabilitātes joslu, kurā nonākot zvaigznes kļūst par izteiktām maiņzvaigznēm (piemēram, cefeīdas, regulāras un neregulāras maiņzvaigznes u. c.).

Balstoties uz pašreiz dominējošiem priekšstatiem, ka zvaigznes rodas no starpzvaigžņu gāzu un putekļu mākoņiem, tiem pakāpeniski kondensējoties gravitācijas nestabilitātes dēļ, nav sarežģīti

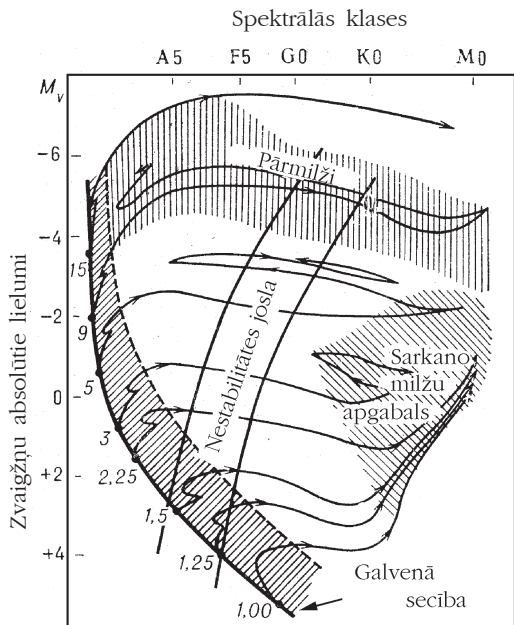
aprēķināt, ka zvaigznēm, precīzāk, protozvaigznēm, kuru masas ir mazākas par $0,08 M_{\odot}$, temperatūra zvaigznes centrā vispār nevar sasniegt vērtību, pie kuras var sākties pamatreakcija – H degšana. Tādēļ šādas protozvaigznes, izstarojot saraušanās procesā producēto siltumenerģiju apkārtējā telpā, faktiski nemaz nekļūst par istām zvaigznēm, bet, iztērējot savas gravitācijas potenciālās enerģijas rezerves, beigu beigās pārvēršas par *melnajiem* vai *brūnajiem punduriem*.

Zvaigznes saraušanās jeb kolaps, kas zvaigznes masas gravitācijas potenciālās enerģijas transformācijas dēļ ir saistīts ar temperatūras celšanos tās kodolā, ierosina H degšanu. Šajā procesā kodols bagātinās ar He, un, kad temperatūra sasniedz 10^8 K, sākas He degšana – trīs He atomu kodolu (α -daļiņu) apvienošanās un ^{12}C kodola izveidošanās. Šo, tā saukto triskāršo α procesu 1952. gadā aprēķināja E. Solpiters (*E. E. Salpeter*).

Masīvās zvaigznēs lielāka iekšējā spiediena dēļ H degšana notiek ātrāk – šīs zvaigznes ātrāk iztērē savus kodola H krājumus un ātrāk nonāk milžu stadijā, kamēr mazāk masīvas zvaigznes uz galvenās secības paliek daudz ilgāk.

Taču vispār zvaigznes kodola vielas un arī pašas zvaigznes pārvērtības ir ļoti sarežģītas un atkarīgas no daudziem fizikāliem nosacījumiem. Tā, piemēram, izpētot kodoltermiskās degšanas procesus, atklājās, ka zvaigznes kodola saraušanās un tā temperatūras un spiediena palielināšanās var izraisīt tādas tīri kvantu mehāniskas parādības realizēšanos kā kodolā esošo brīvo elektronu (e) gāzes deģenerācija, kas var vispār vai uz kaut kādu laiku (tas ir atkarīgs no zvaigznes masas) apturēt kodola tālāku saspiešanos. Ši kodola elektronu gāzes deģenerācija, kā vēlāk izrādījās, ir arī *balto punduru* (*b. p.*) izveidošanās cēlonis. Par *b. p.* būs runa nedaudz vēlāk, kā arī iedaļā par zvaigžņu evolūcijas pēdējām stadijām.

Izdegot zvaigznes kodola H krājumus, uzkrājoties He un ceļoties temperatūrai, kodolā notiek tā sauktais *He uzliesmojums*, kas likvidē kodola deģenerāciju. Tas samazina zvaigznes starjaudu, un zvaigzne pamet galveno secību un nonāk uz H-R diagrammas horizontālā zara, kuru veido dažāda rādiusa milžu zvaigznes (*sk. 5. att.*).



5. att. Evolūcijas treki zvaigznēm ar masām $M = 1\text{--}15 M_{\odot}$. Uz koordinātu asīm atlikts: uz *abscisas* – zvaigznes spektrālā klase, uz *ordinātas* – zvaigznes absolūtais lielums M_v . Iesvītotajos apgabalos zvaigžņu evolūcija notiek lēni, neiesvītotajos – ātri.

Ja zvaigznes masa un līdz ar to tās gravitācijas potenciālā enerģija ir pietiekami liela, kodolā, izdegot He, uzkrājas C, un nosacīti sauktais He kodols pakāpeniski pārvēršas C kodolā. Tā temperatūrai turpinot pieaugt, ceļas arī kodolam piegulošo slāņu temperatūra, un kodoltermiskās reakcijas sāk risināties no kodola arvien tālākos apgabalos. Zvaigznei izveidojas divas kodoltermiskās degšanas čaulas – kodolam tuvākajā čaulā deg He, transformējoties C, bet tālākajā – H, pārvēršoties He. Šādas karstas dubultčaulas izraisa zvaigznes apvalka vēl lielāku izplešanos, nekā tas notiek milzu zvaigžņu gadījumā, kad deg tikai viena – He čaula. Tā veidojas tādi pārmilži kā, piemēram, Betelgeize, Denebs, Antares u. c.

Kā jau iepriekš uzsvērts, zvaigznes evolūciju un it sevišķi to, par ko tā kļūst sava mūža beigās, galvenokārt nosaka tās masa. Ja zvaigznes masa

ir mazāka par $8 M_{\odot}$, kur M_{\odot} ir Saules masa ($=1,99 \cdot 10^{33}$ g), un kodola temperatūra zemāka par $6 \cdot 10^8$ K, kāda nepieciešama, lai sāktos C degšana, zvaigznei izveidojas deģenerēts C kodols, bet nestabilitātes (uzliesmojumi) He degšanas čaulā var izraisīt zvaigznes apvalka nomešanu, kas samērā īslaicīgi novērojams kā planetārais miglājs (*sk. att. vāku 4. lpp.*), jo ātri – apmēram 20 000 gados – izzūd, apvalkam izklistot starpzvaigžņu telpā. Atkailinātais kodols pamazām atdziest kā *b. p.* Tas ir blīvs un, salīdzinot ar parastām zvaigznēm, visai kompakts objekts. Balto punduru rādiusi ir apmēram simt reizi mazāki par Saules rādiusu, bet vielas blīvums tajos sasniedz ap 10^3 kg/cm³. No tālākas saraušanās tos attur izveidojušos brīvo elektronu deģenerētās gāzes pretspiediens, kas praktiski ir atkarīgs tikai no vielas blīvuma un gandrīz nav atkarīgs no temperatūras. Tādēļ, neskatoties uz nepārtraukto siltuma enerģijas izstarošanu, zvaigzne *b. p.* stadijā var palikt neierobežoti ilgu laiku, protams, pakāpeniski zaudējot spožumu. Kā rāda novērojumi un aprēķini, *b. p.* ir diezgan izplatīta Galaktikas zvaigžņu komponente – ap 3–10% no Piena Ceļa zvaigznēm ir *b. p.*

Ja turpretī zvaigznes masa ir lielāka par $8 M_{\odot}$, tad tās kodola temperatūra var sasniegt $6 \cdot 10^8$ K, kas nepieciešama, lai sāktos C degšana. Šajā gadījumā kodols nekļūst deģenerēts un tādēļ netiek kavēta tā arvien lielāka saraušanās. Tas savukārt izraisa temperatūras un spiediena paaugstināšanos, iedarbinot arvien jaunus un jaunus kodoltermisko reakciju ciklus. Zvaigzne kļūst līdzīga sipolam ar daudzām kodoltermiskās degšanas čaulām, kurās deg (virzienā uz zvaigznes dzilēm) – H, He, C, O (skābeklis) utt. Kodola temperatūrā ap $2 \cdot 10^9$ K silīcijs (Si) sadeg dzelzi (Fe).

Fe kodols, kā izrādās, ir visstabilākais no ķīmisko elementu kodoliem un nevar atbrīvot enerģiju, kas varētu kompensēt tās zudumus nepārtrauktās starojuma pārneses dēļ uz zvaigznes virsējiem slāņiem. Tādēļ zvaigznes kodols turpina sarauties, kas nozīmē kodola gravitācijas potenciālās enerģijas transformāciju kodola daļiņu kinētiskajā enerģijā, tātad kodola temperatūras pieaugumā. Aprēķini rāda, ka sākotnēji šī saraušanās ir lēna, bet tad tās temps arvien vairāk pieaug, un iestājas kolapss, kad viela burtiski gāžas uz zvaigznes centru.

Kad temperatūra sasniedz 10^{10} K, notiek elementu sintēzei pretējs process – smagie elementi tiek dezintegrēti, proti, pārvērsti arvien vieglākos un vieglākos, kamēr izveidojas tikai brīvi nuklioni, t. i., *protoni* (p , respektīvi, H kodoli) un *neutroni* (n).

Zvaigznes kodola blīvumam tuvojoties atoma kodola blīvuma vērtībām, t. i., ap 10^9 kg/cm³, notiek β -sabrūkšanai inverss process ($p + e \rightarrow n + \nu_e$, kur ν_e ir viens no trim neitrīno paveidiem – elektronu neitrīno), kurā e tiek iespiesti p , producējot n un milzīgu daudzumu ν_e , kā arī izdalot iespaidīgu enerģijas daudzumu – ap 10^{46} J. Lielā daļa no šiem ν_e tiek absorbēti blīvajos zvaigznes vielas slāņos, kas saspiedušies ap kolapsējušo kodolu. Šis absorbcijas iespaidā apkārtesošo slāņu temperatūra paaugstinās līdz apmēram 10^9 K, kas ne tikai aptur zvaigznes kolapsu, bet pavērš to pretējā virzienā, un lielākā daļa zvaigznes apvalka masas tiek izkliedēta starpzvaigžņu telpā ar ātrumu ap 20 000 km/s. Tā ir grandioza zvaigznes eksplozija, ko astronomi pazīst kā II tipa pārnovas jeb supernovas uzliesmojumu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*).

1987. gadā notikušais pārnovas 1987A uzliesmojums Lielajā Magelāna Mākonī sava tuvā izvietojuma un līdz ar to labās novērojamības dēļ pavēra nebijuši izdevīgas iespējas tā kompleksiem novērojumiem un uz tiem bāzētiem pētījumiem, kas pilnībā apstiprināja šāda procesa teorijas izstrādātā scenārija atbilstību realitātei (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*).

Šo, kā redzējam, jau ļoti daudzās detaļās izstrādāto un arī ar novērojumiem labi saskanīgo ZET tomēr visai nopietni aptumšo viens fakts, ko sauc par Saules neitrīno jeb, precīzāk, par Saules neitrīno deficīta problēmu, jo, veicot no Saules nākošo neitrīno plūsmas mērījumus, atklājās, ka šīs plūsmas intensitāte ir mazāka par to, kādai tai vajadzētu būt, balstoties uz ZET pamatus veidojošo kodoltermisko reakciju aprēķiniem. Ja šo pamatus apdraudošo nesaskaņu neizdosies atrisināt, var sašķobīties un pat sabrukt visa iepriekš iezīmētā skaistā ZET konstrukcija, tādēļ Saules neitrīno deficīta mikla tiek uzskatīta par vienu no aktuālākajām ZET problēmām.

Zvaigžņu evolūcijas pēdējās stadijas. Kompaktie objekti

1916. gads. K. Švarcšilds parādīja, ka vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumiem pastāv singulārs risinājums. Proti, ja zvaigznes masa M mūža beigās ir lielāka par apmēram $3 M_{\odot}$, tad šīs masas kolapsu vairs nekādi spēki nevar apturēt. Šāda masa pašgravitācijā sabrūk (kolapsē) vienā punktā un izveidojas telpas singularitāte – objekts ar bezgalīgu blīvumu, kas ieguva *melnā cauruma* ($m. c.$) nosaukumu, jo, sākot ar zināmu attālumu r_g no tā, kur $r_g = 2GM/c^2$ ir tā sauktais Švarcšilda jeb gravitācijas rādiuss ($G = 6,627 \cdot 10^{-11}$ m³/kg·c² ir gravitācijas konstante, $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s – gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā), pat gaisma vairs nevar izkļūt no $m. c.$ ārkārtīgi spēcīgā gravitācijas lauka radītajām lamatām. Tā teorētiski tika pamatota $m. c.$ pastāvēšanas iespējamība. Taču, ņemot vērā to, ka no $m. c.$ nekāds signāls nevar izlauzties, tie ilgu laiku palika teoretiskas eksotikas objekti, bez cerībām tos kādreiz atklāt Visuma plašumos.

1931. gads. S. Čandrasekārs (*S. Chandrasekhar*) aprēķināja, ka $b. p.$ masām pastāv ierobežojums (tā sauktā Čandrasekāra robeža) – $M_c \approx 1,4 M_{\odot}$. Šīs robežas pārsniegšana zvaigznes evolūcijas beigu stadijā var novest pie zvaigznes gravitācijas kolapsa un ļoti neparastu un sevišķi kompaktu kosmisku objektu, tādu kā $n. z.$ un $m. c.$ izveidošanās.

1939. gads. Dž. Openheimers un Dž. Volkovs (*J. R. Oppenheimer, G. M. Volkoff*) paredzēja $n. z.$ pastāvēšanu un aprēķināja tās pirmos modeļus. Tie rādīja, ka $n. z.$ blīvums ir salīdzināms ar atomu kodolu vielas blīvumu (ap $2,8 \cdot 10^{14}$ g/cm³), bet rādiusi nepārsniedz dažus desmitus km. Taču to pētniecībai astronomi tobrīd neredzēja perspektīvas, jo šādu niecīgu, salīdzinot pat ar $b. p.$, rādiusu un arī starjaudu dēļ to novērošana šķita neiespējama. Tomēr 60. gados situācija kā $m. c.$, tā $n. z.$ reālas pētniecības jomā būtiski mainījās.

1962. gads. R. Džiakoni (*R. Giacconi*) vadīta pētnieku grupa, ar raķeti paceļot ārpus

atmosfēras robežām x -starojumu uztvert spējīgu aparatūru, atklāja difūzu kosmisko x -staru fonu, kuru, kā vēlāk izrādījās, veido tūkstošiem x -staru avotu, kuri atrodas lielos kosmoloģiskos attālumos, kā arī diskrētu x -staru avotu Galaktikas plaknē Skorpiona zvaigznāja virzienā, kas ieguva *Scorpius X-1* apzīmējumu un, kā arī vēlāk izrādījās, ir viens no drošākiem reāliem *m. c.* kandidātiem.

Vēlākie novērojumi ar kosmiskajām x -staru observatorijām un pētījumi par iegūto novērojumu datu teorētisko interpretāciju variantiem parādīja, ka šo avotu x -starojuma ģenerācijas iespējamais cēlonis visdrīzāk ir dubultzvaigžņu sistēmas, kurās viena no sistēmas komponentēm ir *n. z.* vai *m. c.*, uz kuru notiek vielas akrēcija (krišana) jeb masas pārnese no otras sistēmas komponentes, kas ir normāla galvenās secības zvaigzne. Aprēķini liecināja, ka šāda akrēcijas procesa gaitā atbrīvotā gravitācijas enerģija var transformēties x -starojumā, kura starждаuda daudzkārt, t. i., ap 10^5 reīžu pārsniedz Saules starждаudu.

Pārsteigums bija arī kosmisko x -starojuma avotu mainīgums, it sevišķi ātrās gan periodiskās, gan sporādiskās starojuma intensitātes izmaiņas. Periodiskās pulsācijas, kā tālāk redzēsīm, var skaidrot ar vielas akrēciju uz vienmērīgi rotējošu *n. z.*

1968. gads. Radioastronomi A. Hjuīšs un Dž. Bells (*A. Hewish, J. Bell*) ar līdzstrādnieku grupu, novērojot ar Kembridžas (Anglija) radioantenu režģi 81 MHz ($\lambda \approx 3,70$ m) diapazonā, atklāj pirmo pulsāru *PSR 1919+21*, kura izstarotie radioimpulsi sekoja viens otram ar periodu 1,337 s.

Pētījumi rādīja, ka pulsāru fenomenu var skaidrot ar rotējošu *n. z.*, ar apkārtējo gāzu masu akrēciju un ar *n. z.* magnētiskā lauka palīdzību. Vispārīgā aina ir šāda: uz *n. z.* kritošai gāzu masai parasti piemīt kaut neliels kustības daudzuma moments jeb rotācija ap *n. z.* Tādēļ akrēcija nenotiek tieši, bet pakāpeniski, jo starp gāzes daļiņām, tām rotējot pa Keplera orbitām, kas savstarpēji krustojas, rodas berze, kura gan paceļ akrēcijas diska vielas temperatūru, izraisot tās jonizāciju, un tādējādi pakļauj to magnētiskā lauka iedarbei, gan dzēš kustības daudzuma momentu, tā tuvinot vielu *n. z.* virsmai.

N. z. spēcīgais magnētiskais lauks kolimē (savāc) kritošo plazmu magnētisko polu rajonos, kur, ietiecoties *n. z.* virsmā, plazmas kinētiskā enerģija pāriet virsmas siltumā, paceļot tās temperatūru līdz miljoniem grādu vai keV lielām vērtībām (pārreķinu viegli izdarīt, izmantojot sakarību $kT = 1$ eV (elektronvolts) = $1,60219 \cdot 10^{-12}$ ergi, kas dod $T = 11640$ K (k – Bolcmaņa konstante; $k = 1,380622 \cdot 10^{-16}$ ergi/K)). Tādējādi uz *n. z.* virsmas var izveidoties divi karsti plankumi, kas var ģenerēt ne tikai intensīvu radio, bet arī optisko, x - un pat γ -starojumu. *N. z.* rotācijas un rotācijas ass dažādās orientācijas dēļ attiecībā pret novērotāju uz Zemes var veidoties bāku uguns uzliesmojumiem līdzīgs efekts, kas tad arī izskaidro pulsāriem piemitošā starojuma periodiski mainīgo raksturu. Pašlaik atklāto pulsāru skaits ir pārsniedzis vairākus simtus, un *n. z.* pētniecība ir kļuvusi par nozīmīgu astrofizikas novirzienu.

Attiecībā uz augstenerģētiskā kosmiskā elektromagnētiskā starojuma novērojumiem ir interesanti atzīmēt, ka jau 1960. gadā militārie satelīti, kas bija palaisti atombumbu izmēģinājumu izlūkošanai un kontrolei, reģistrēja γ -uzliesmojumus ar enerģiju ap 100 keV. Ilgu laiku informācija par šiem uzliesmojumiem tika turēta slepenībā, un atslēpošana notika tikai 1973. gadā. Kopš tā laika kosmiskie γ -uzliesmojumi ir kļuvuši par vienu no intriģējošākiem astrofizikālo pētījumu virzieniem. Diemžēl to pētniecība, it sevišķi novērojumi, ir ļoti sarežģīta vairāku iemeslu dēļ. Pirmkārt, šie uzliesmojumi ilgst tikai dažas sekundes, otrkārt, tie parasti neatkārtojas un, treškārt, augstenerģētiskā starojuma detektoru vājas leņķiskās izšķirtspējas dēļ arī to lokalizācija pie debess sfēras ir stipri apgrūtināta.

1975. gads. R. Halss un Dž. Teilors (*R. A. Hulse, J. H. Taylor*) atklāj pulsāru *PSR 1913+16*, kas izrādījās cieša dubultsistēma, kura sastāv no divām tuvu viena otru apriņķojošām *n. z.* ar masām ap $1,4 M_{\odot}$. Tas izrādījās ļoti svarīgs sasniegums kompakto objektu pētniecībā, jo šāda sistēma ģenerē spēcīgu gravitācijas starojumu, kas, aiznesot daļu no apriņķošanas kustības kinētiskās enerģijas, ir novērotās orbitālā perioda lēnas samazināšanās cēlonis

un apstiprina vispārīgās relativitātes teorijas pareizību stipra gravitācijas lauka gadījumā.

1997. gads. Kosmiskā x -staru observatorija *Beppo-Sax* reģistrēja x -staru uzliesmojumu, kas sakrita ar γ -uzliesmojumu no avota *GRB 970228*. X -staru uzliesmojuma avota koordinātas pie debess sfēras tika noteiktas ar leņķa minūtes precizitāti, kas deva iespēju pietiekami precīzi orientēt optiskos teleskopus un pamanīt šajā virzienā vāju spīdumu.

Veiktie spīduma spektrālnovērojumi ļāva konstatēt kādas ekranizējošas galaktikas absorbcijas līniju un, izmantojot to, noteikt, ka spīduma un γ -uzliesmojuma avots atrodas aiz šīs galaktikas, t. i., kosmoloģiskā attālumā. Arī citi x -staru uzliesmojumu optiskā pēcspīduma novērojumi apstiprināja, ka miklainie γ -uzliesmojumu avoti atrodas kosmoloģiskos attālumos, un ļāva aplēst, ka šo uzliesmojumu laikā izdalītā enerģija sasniedz ļoti lielas – ap 10^{45} J vērtības.

Tā kā šī enerģija ir ap 10% no divu savstarpēji orbitējošu n . z. gravitatīvās saistības enerģijas, tad γ -uzliesmojumu cēlonis varēja tikt skaidrots ar šo n . z. sadursmi, tām pakāpeniski tuvojoties rotācijas enerģijas samazināšanās dēļ, ko aiznes gravitācijas starojums, līdzīgi kā pulsāra *PSR 1913+16* gadījumā. Aprēķini par šādu gadījumu iespējamo biežumu visā Metagalaktikā sakrita ar novēroto γ -starojuma uzliesmojumu vidējo biežumu, kas kalpo kā nopietns arguments šīs hipotēzes apstiprināšanai (sk. arī A. Alkšņa rakstu "Jauni atklājumi par gamma staru uzliesmojumiem" – *ZvD*, 1999. g. rudenis, 20.–24. lpp.).

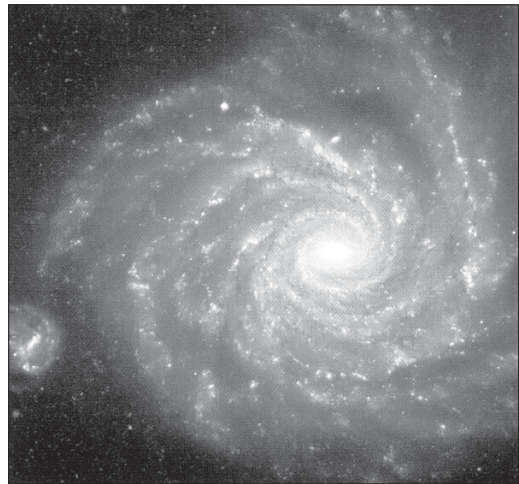
Galaktika un ārpusgalaktiskā astrofizika

Pēc mūsdienu priekšstatiem, kas veidojušies pakāpenisku pētījumu un šo priekšstatu arīdzan pakāpenisku izmaiņu gaitā, mūsu Galaktika jeb *Piena (Putni) Ceļš* ir veidots no plāna zvaigžņu diska ar spirālisku struktūru un starpzvaigžņu gāzu un putekļu mākoņiem, ko aptver daudz lielāks tumšās jeb slēptās (neredzamās) matērijas apvalks.

1918.–1919. gads. H. Šeplijs (*H. Shapley*) guva nozīmīgus panākumus Galaktikas uzbūves noskaidrošanā. Izmantojot zvaigznes ar zināmu spožumu, viņš noteica attālumus līdz

atsevišķām lodveida kopām un parādīja, ka tās veido aptuveni sfērisku sistēmu, kuras centrs atrodas ap 50 000 gaismas gadu (g. g.) attālumā no Saules Strēlnieka (*Sagittarius*) zvaigznājā.

Jaunākie dati liecina, ka Galaktikas centrs, kuru skatam aizsedz biezs starpzvaigžņu putekļu apvalks, ir ap 30 000 g. g. attālumā no mums un ka *Piena Ceļa* sistēma ir spožu zvaigžņu disks, kura rādiuss ir ap 30 000 g. g., bet biezums ≈ 3000 g. g. Šo disku aptver aptuveni sfēriska zvaigžņu korona, no kurām savukārt daudzas grupējas liela skaita (vairāk nekā simts) lodveida zvaigžņu kopās (sk. 6. att.).



6. att. Spirāliskā galaktika *NGC 1232 Eridanus* (*Upe*) zvaigznājā. Attālumu līdz šai galaktikai vērtē ap $110 \cdot 10^6$ g. g. Daudzie spožie punkti iezīmē zvaigžņu dzimšanas vietas galaktikas spirāļu zaros. Pa kreisi redzama vēl viena neliela galaktika, kas atrodas ap 130 000 g. g. attālumā no *NGC 1232*.

Galaktikas centrālās daļas infrasarkanā radiācija, kas daļēji pārvar to sedzošo starpzvaigžņu putekļu ekrānu, liecina par ļoti lielu zvaigžņu koncentrāciju ap Galaktikas kodolu, bet šo zvaigžņu ātrās kustības – ka centrā atrodas kompakts objekts, ļoti iespējams – melnais caurums, kura masu vērtē ap $10^6 M_{\odot}$.

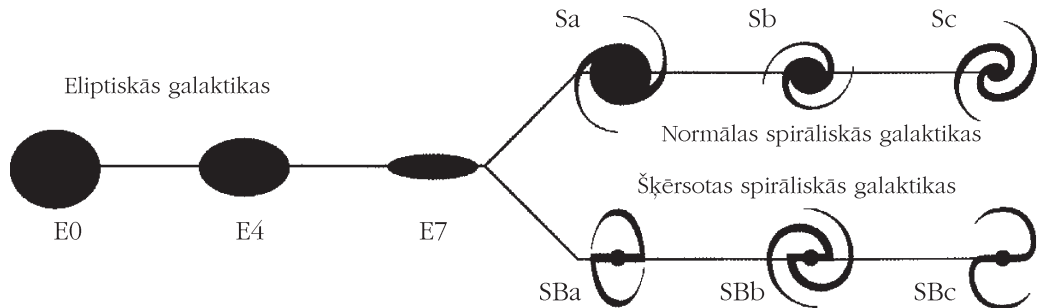
Tagad zinām, ka Saule aprīņķo Galaktikas centru 250 miljonus gadu un, izmantojot trešo Keplera

likumu, noskaidrots, ka šīs orbītas iekšienē esošās kosmiskās matērijas masa ir ap $10^{11} M_{\odot}$.

Mūsu Galaktikas iekšējo zvaigžņu orbītas ir apvienojušās, veidojot barjerām līdzīgas struktūras, kā tas redzams arī citās spirāliskajās galaktikās.

Spirālisko zaru ārejo daļu kustību nosaka šo iekšējo barjeru gravitācijas lauki, kā to 1967. gadā teorētiski izskaidroja C. Lins un F. Šu (*C. C. Lin, F. Shu*).

1920.–1923. gads. E. Habls (*E. Hubble*) uzsāk citu galaktiku pētījumus un izstrādā vienkāršu galaktiku klasifikācijas sistēmu (*sk. 7. att.*), kas izrādījās tik veiksmīga, ka to lieto arī vēl mūsu dienās. Taču pēdējā laika pētījumi liecina, ka uz šīs klasifikācijas sistēmas balstītie galaktiku evolūcijas priekšstati ir nepareizi.



7. att. Habla izstrādātā galaktiku klasifikācija.

1922. gads. A. Frīdmans, izmantojot vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumu risinājumus, pirmo reizi teorētiski pamato nestacionāra Visuma pastāvēšanas iespējas.

1925. gads. E. Habls, balstoties uz Piena Ceļa noteikta tipa zvaigžņu zināmiem absolūtajiem lielumiem, izskaitļo attālumu līdz tuvākai spirāliskajai galaktikai – *M 31 (Andromēdas miglājam)*.

Šis attālums – 1 Mps (šobrīd precizēts kā 2 Mps, 1 Mps – megaparseks = 10^6 parseki, 1 ps = 3,26 g. g. = $3,0857 \cdot 10^{13}$ km), kas izrādījās daudz lielāks par Galaktikas diametru – 60 000 g. g., skaidri parādīja, ka *M 31* un citi līdzīgi miglāji (galaktikas) atrodas tālu ārpus mūsu Galaktikas robežām.

Vēlākie E. Habla pētījumi, kas balstījās uz tolaik jaudīgākā optiskā teleskopa (Vilsona kalna observatorijas 2,5 m diametra reflektora) novērojumiem, atklāja,

ka galaktiku sadalījums kosmiskajā telpā nav vienmērīgs – galaktikas grupējas kopās un superkopās.

Jaunākie pētījumi rāda, ka galaktiku nevienmērīgais sadalījums ir vērojams vismaz līdz 300 milj. g. g., bet tālāk šis sadalījums ir gandrīz homogēns (viendabīgs).

1929. gads. E. Habls pēc spektrālīniju sarkanās nobīdes tālo galaktiku spektros, ko izskaidroja ar Doplera efekta palīdzību, atklāj Visuma izplešanos, ko, sakarā ar tā ļoti būtisko nozīmi kosmoloģijā, pamatoti dēvē par viņa visievērojamāko atklājumu.

Habla likums $v = Hr$, kur v ir novērotās galaktikas attālināšanās ātrums (km/s), H – Habla kon-

stante (≈ 75 km/s-Mps), bet r – attālums līdz galaktikai (Mps), deva iespēju novērtēt attālumus līdz tālajām galaktikām, kurās vairs nebija iespējams identificēt atsevišķas zvaigznes, sevišķi cefeidas, kas ir galvenais attāluma noteikšanas līdzeklis tuvākajām galaktikām.

1943. gads. K. Seiferta (*C. K. Seyfert*) pētījumi parāda, ka ap 1% no spirāliskajām galaktikām, kuras vēlāk nosauca par *Seiferta galaktikām* (pašlaik zināmo Seiferta galaktiku skaits jau pārsniedz vairākus simtus), ir anomāli spožas un ka to spožums nav vienmērīgi sadalīts pa galaktikas virsmu (precīzāk, tilpumu), bet ievērojami palielinās galaktikas centra, respektīvi, kodola rajonā, kur to starждаuda var sasniegt pat 10^{45} ergi/s.

Spektrālie novērojumi atklāja, ka šo kodolu starojumu ģenerē ļoti karstas gāzu masas, kuras turklāt

kustas ar milzīgu, vairākus tūkstošus km/s lielu, ātrumu. Ar šiem pētījumiem, var teikt, aizsākās viens no fundamentālākiem 20. gadsimta astrofizikas sasniegumiem – kosmosa *m. c.* eksistences pierādījumu atklāšana, par ko būs runa nedaudz tālāk.

1946. gads. Dž. Gamovs (*G. Gamow*) ierosināja ideju izskaidrot ķīmisko elementu rašanos ar specifiskajiem liela matērijas blīvuma un temperatūras apstākļiem, kādi pastāvēja dažas minūtes pēc *Lielā Sprādziena (LS)* sākšanās.

Vēlākie (1948. g.) Dž. Gamova, R. Alfera un H. Bētes (*R. A. Alpher, H. Bethe*) pētījumi parādīja, ka *p* un brīvie *n* šādos blīvumos un temperatūrās tiešām var reaģēt un veidot He kodolus jeb α -daļiņas, bet tālāko pirmatnējo kodolpārvērtību ķēde apraujas, jo nav stabila kodolu ar atommasu 5. Tas tādējādi noraidīja Dž. Gamova sākotnējo hipotēzi par visu ķīmisko elementu rašanos LS sākuma brīžu laikā.

Principiālu risinājumu problēmai par He smagāku elementu sintēzi kodoltermiskajās reakcijās 1957. g. atrada E. un Dž. Bērbidži, V. Faulers un F. Hoils (*E. M. Burbidge, G. M. Burbidge, W. A. Fowler, F. Hoyle*), izvirzot ideju par brīvo *n* lēno piesaisti zvaigžņu dzilēs notiekošo kodolreakciju gaitā un to ātro pievienošanu pārnovu eksploziju laikā, turklāt ar šiem smagākiem elementiem bagātinot starpzvaigžņu vidi.

1951. gads. Ar 16. zvaigžņlieluma *E*-galaktiku, kas atrodas ap 200 Mps attālumā Gulbja zvaigznājā, tika identificēts pats jaudīgākais ārpusgalaktiskais kosmiskā radiostarojuma avots – radiogalaktika *Cygnus A*.

Vēlāk kā radiogalaktikas tika identificētas daudzas galaktikas. Jaudīgākās un pazīstamākās ir *Centaurus A (NGC 5128, sk. 8. att.)*, *Virgo A (NGC 4486 jeb M 87, 3C 120, 3C 390. 3 u. c.,* lai gan jāatzīmē, ka radiogalaktiku izdališana kā atsevišķa kosmisko objektu klase ir diezgan nosacīta, jo, kā noskaidrojās, praktiski visas galaktikas izstaro arī radioviļņu diapazonā ar jaudu no 10^{37} līdz 10^{44} ergi/s.

1963. gads. M. Šmidts (*M. Schmidt*) atklāja pirmo kvazāru – kvazizvaigžņveida jeb zvaigžnei līdzīgu jaudīgu ārpusgalaktisku radiostarojuma avotu *3C 273 (sk. 9. att.)*. To skaits vēlāk strauji papildinājās, šobrīd sasniedzot vairākus tūkstošus.



8. att. Galaktikas *NGC 5128 – Centaurus A* attēls. *NGC 5128* ir mums vistuvākā aktīvā galaktika – attālums līdz tai ir ap 16 miljoni g. g., kas ir tikai apmēram septiņas reizes tālāk par Andromedas miglāju. *Centaurus A* ir trešā jaudīgākā radiogalaktika pie debess sfēras (pēc *Cassiopeia A* un *Cygnus A*), kā arī intensīva kosmiskā x - un γ -starojuma avots.



9. att. Pirmais identificētais un arī spožākais kvazārs *3C-273 (attēla centrā)*. Tas atrodas Jaunavas (*Virgo*) zvaigznājā, un tā zvaigžņlielums ir 12,8. Visu pārējo kvazāru spožumi nav lielāki par 16^m .

Pie šīs pašas grupas objektiem pieskaitāmi arī *QSO* (*Quasi Stellar Object* – kvazizvaigžņuveida objekts) – spoži, t. i., starjaudīgi ārpusgalaktiski objekti, taču bez izteikti ievērojamas emisijas radioviļņu diapazonā.

Visi šie neparastie, t. i., ļoti starjaudīgie spideklī – Seiferta galaktikas, radiogalaktikas, kvazāri u. c., kā parādīja pētījumi, var tikt sargrupēti vienā kosmisko objektu klasē – objektos ar aktīviem galaktikas kodoliem, jo tos vieno šo kodolu pastiprināta aktivitāte, kuras cēlonis savukārt ir masīvs vai supermasīvs *m. c.*, kas izveidojas šo kodolu centrā sakarā ar lielās zvaigžņu koncentrācijas dēļ notiekošajām biežajām zvaigžņu sadursmēm un saplūšanām.

M. c. spēcīgais gravitācijas lauks var izraisīt ļoti intensīvu apkārtējās vietas akrēciju, ko vēl vairāk pastiprina jau pieminētās lielās zvaigžņu blīvums, kas palielina vietas pieplūdi *m. c.* akrēcijas diskam un līdz ar to arī paša *m. c.* “barošanu” jeb aktivitāti, jo vietas akrēciju, kā zināms, pavada ar turbulento viskozitāti saistīti procesi un jaudīga elektromagnētiskā starojuma ģenerēšana visā plašajā šā starojuma spektra diapazonā no cietajiem γ -stariem līdz garajiem radioviļņiem ieskaitot, tā liecinot par *m. c.* eksistenci un dodot iespēju veikt to novērošanu un pētījumus.

1965. gads. Ļoti nozīmīgu, var pat teikt, epohālu atklājumu izdara A. Penziass un R. Vilsons (*A. A. Penzias, R. W. Wilson*), ziņojot par kosmiskā radiostarojuma mērījumiem 7,3 cm diapazonā un reģistrēto fona starojumu ar temperatūru $(3,5 \pm 1)$ K. Šis starojums, kas vēlāk ieguva *reliktā starojuma* (*r. s.*) nosaukumu, kļuva par trešo būtiskāko stūrakmeni LS teorijas pamatošanai.

Pēdējos gados, balstoties uz kosmisko instrumentu (*Habla* kosmiskais teleskops u. c.) novērojumu datiem, ir gūti ļoti ievērojami panākumi tālu un līdz ar to vāja spožuma galaktiku sadalījuma un dabas izpētē, bet par to jau ir bijusi runa “*ZvD*” pēdējo gadu laidienos, tādēļ to apskatu šajā rakstā neatkārtosim.

Starpzvaigžņu matērija un zvaigžņu ģenēze

To, ka starpzvaigžņu telpa nav pilnīgi tukša, astronomi saprata jau sen, jo uz to norādīja gan zvaigžņu gaismas vājināšanās, šķērsojot

kosmisko telpu, gan šīs gaismas polarizācija, izplatoties starpzvaigžņu vidē, gan absorbcija atsevišķās spektrāllinijās, gan gaišo miglāju optiskais starojums, gan vēlāk arī citi atklātie efekti, piemēram, starpzvaigžņu H, He un dažādu molekulu radiostarojums, starpzvaigžņu putekļu infrasarkanais starojums utt.

1937. gads. F. Cviki (*F. Cwický*), lietojot tā saukto viriāla teorēmu (mehānikas teorēma, kas saista daļiņu sistēmas vidējo summāro kinētisko enerģiju ar spēkiem, kuri darbojas šajā sistēmu norobežojošā telpā), atklāja, ka šo kopu dinamiskās masas ir lielākas par tām masām, kādas iegūst, ja uzskaita tikai šo sistēmu redzamo komponentu, t. i., zvaigžņu un spožo miglāju masas. Tā astrofizikā pirmo reizi ienāca neredzamās tumšās jeb slēptās masas problēma, kas ir ļoti svarīga no kosmoloģijas viedokļa un mūsdienās kļuvusi par intensīvu pētījumu virzienu.

1939. gads. B. Stromgrens (*B. Stromgren*) pierādīja, ka karsto milzu zvaigžņu tuvumā bieži vien novērojamo emisijas miglāju starojumu var izskaidrot ar šajos miglājos koncentrētā H fotojonizāciju, ko izraisa karsto zvaigžņu radiācija.

Četrdesmitajos gados L. Spitzers (*Jr. L. Spitzer*) konstatē, ka pirmās (I) populācijas kopu zvaigžņu vecums ir tik neliels, ka šīm zvaigznēm ir jārodas, “jādzimst” arī mūsdienās, un norādīja, ka vienīgie šim nolūkam nepieciešamie un iespējamie masas krājumi var tikt saistīti ar starpzvaigžņu gāzi, par kuras klātbūtni nepārprotami liecināja starpzvaigžņu absorbcijas līnijas, kas parādījās tālo zvaigžņu spektros.

1942. gads. H. Alfvens (*H. Alfvén*) parādīja, ka pastāv magnētiskā lauka “iesaldēšanas” efekts, t. i., augstas elektriskās vadītspējas plazma (vai šķidrums) sasaistās ar tajā esošo magnētisko lauku un, plazmai kustoties, magnētiskā lauka plūsma saglabājas.

Tas ir svarīgi, apskatot molekulāro mākoņu (sk. tālāk) kontrakciju (saraušanos) jeb kolapsu. Saraujoties mākoņu magnētiskais lauks pastiprinās un kavē šo mākoņu tālāku saspiešanos, jo palēnina neitrālo molekulu difūziju, tām saduroties ar gāzes

joniem, kas pielipuši magnētiskā lauka spēka līnijām. Kad mākoņu centrā ir koncentrējusies pietiekami liela molekulu masa un tās gravitācijas lauks kļuvis pietiekami spēcīgs, kolaps paātrinās un notiek zvaigznes (vai atkarībā no mākoņa masas vairāku zvaigžņu) izveidošanās.

1945. gads. Van de Halsts (*van de Hulst*) aprēķināja, ka pārejā starp H atoma pamatstāvokļa sašķeltajiem apakšlīmeņiem vajag ģenerēt elektromagnētiskajam starojumam radioviļņu diapazonā ar viļņa garumu 21,1 cm.

1949. gads. E. Fermī (*E. Fermi*) ierosināja izskaidrot kosmisko staru daļiņu lielās enerģijas kā to sadursmju ar starpzvaigžņu plazmas mākoņos iesaldētajiem magnētiskajiem laukiem rezultātu.

Šajā, tā sauktajā statistiskajā paātrināšanas procesā kosmisko staru daļiņas enerģija efektīvi apmainās ar visa mākoņa kinētisko enerģiju, un, tā kā pedēja ir ļoti liela, kosmisko staru daļiņas enerģija šajā sadursmē pieaug.

Līdzīga paātrināšanās notiek, arī daļiņām saduroties ar jaudīgu plazmas triecienviļņu frontēm, kādas rodas un izplatās starpzvaigžņu telpā dažādos eksplozīvos procesos, piemēram, pārnovu uzliesmojumos.

1951. gads. Gandrīz vienlaikus šo 21 cm starojumu no Piena Ceļa HI (nejonizētā H) mākoņiem detektēja H. Īvens un E. Pērsels (*H. E. Ewen, E. Purcell*) no ASV un K. Millers un J. Oorts (*C. Miller, J. Oort*) no Holandes. Šā starojuma novērojumi un uz to pamata izdarītie pētījumi kļuva par ļoti efektīvu līdzekli starpzvaigžņu H apgabalu izmēru, masu, blīvuma, temperatūras un sadalījuma noskaidrošanai ne tikai mūsu, bet arī citās galaktikās. Metode nav zaudējusi savu nozīmi arī mūsdienās.

Jau četrdesmitajos gados astronomi atklāja Galaktikas putekļu mākoņus, kas absorbēja jeb dzēsa aiz tām esošo zvaigžņu gaismu. Lai gan pētījumi liecināja, ka šo mākoņu blīvumiem vajadzēja tūkstošiem reižu pārsniegt starpzvaigžņu matērijas caurmēra blīvumu, novērojumi 21 cm līnijā atklāja, ka tajos pilnīgi trūkst kosmosā visizplatītākā elementa – neitrālā H. Šo miklu atrisināja jau piemi-

nētais E. Solpīters, izsakot domu, ka šajos mākoņos H nosēžas uz putekļu daļiņu virsmām un tur reaģē (savienojas), veidojot H₂ molekulas.

1970. gadā Dž. Kērasers (*G. Curruthers*) atklāja starpzvaigžņu H₂ molekulu esamību ultravioletā starojuma absorbcijas spektra novērojumos, kas tika veikti ar raķetēs uzstādītu instrumentu palīdzību, bet galīgi šo problēmu atrisināja NASA (*National Aeronautics Space Agency* – Nacionālā Aeronautikas un kosmosa aģentūra) satelīts *Copernicus*, kas bija palaists, lai veiktu kosmiskās ultravioletās radiācijas novērojumus. *Copernicus* dati parādīja, ka H₂ ir konstatējams visos apgabalos, kuros eksistēncija ir pietiekami liela, lai ekranētu H₂ molekulas no fotodisociāciju, t. i., to sašķelšanu izraisošiem fotoniem. H₂ daudzums Galaktikā ir apmēram tāds pats kā nejonizētā ūdeņraža, t. i., HI daudzums.

Molekulāro mākoņu pētījumi deva izcilu ieguldījumu zvaigžņu rašanās problēmas izpratnē, jo atklāja, ka tieši šie mākoņi ir tās vietas, kur notiek zvaigžņu dzimšana. Kā atslēga šai miklai kalpoja OH radikāļa radiostarojums 1665 MHz frekvencē ($\lambda = 18,02$ cm), kas, kā izrādījās, labi izplatās (tiek maz absorbēts) caur šiem citādu starojumu necaur-laidošiem mākoņiem. To 1965. gadā atklāja S. Veinrebs, A. Bārets, M. Miks un Dž. Henrijs (*S. Weinreb, A. Barrett, M. Meeks, J. Henry*). Kopš tā laika starpzvaigžņu telpā galvenokārt pēc to radiostarojuma cm un mm viļņu diapazonā ir atklātas vairāk nekā 100 dažādas molekulas, no kurām sarežģītākās satur pat 11 C atomus, un radio-spektroskopija ir kļuvusi par ļoti efektīvu metodi starpzvaigžņu vides pētījumiem ne tikai mūsu, bet arī citās galaktikās, jo, piemēram, CO molekulu, kas kosmosā ir plaši izplatītas, radiostarojums ir detektējams pat visai attālās galaktikās.

Pašlaik ir pārliciecināti noskaidrots, ka atsevišķi molekulāro mākoņu kodoli, kuru masas ir vienu vai vairākas M_o lielas, saraujas ar ātrumu ap dažiem simtiem m/s, tādējādi veidojot protozvaigznes, kas evolucionējot kļūst līdzīgas to tuvumā novērojamām agra spektrāla tipa zvaigznēm, tā apstiprinot, ka tieši molekulāro mākoņu dzīles ir tie šūpuļi, kur arī mūsdienās dzimst jaunas zvaigznes (*sk. att. vāku 2. lpp. un krāsu ielikuma 2. lpp.*).

Starpzvaigžņu vides pētījumi ļāva noskaidrot arī pārnovu divējādo lomu zvaigžņu evolūcijā. Pirmkārt, pārnovu eksplozijas starpzvaigžņu vide tiek bagātināta (piesātināta, piesārņota) ar smagājiem elementiem, kas vēlāk, no šīs matērijas veidojoties jaunām zvaigznēm, darbojas kā katalizatori, paātrinot kodoltermisko procesu norisi šo zvaigžņu dzīlēs, un, otrkārt, pārnovu sprādzienos nomesto apvalku ģenerētais triecienvilnis, izraisot starpzvaigžņu vides sablīvēšanos, iniciē jaunu zvaigžņu dzimšanu.

Zvaigžņu astrofiziku šodien var droši uzskatīt par attīstītu un nobriedušu astrofizikas pētījumu virzienu. Uz daudziem no zvaigžņu astrofizikas viedokļa būtiskiem jautājumiem ir iegūti apmierinoši izskaidrojumi, taču ir arī daudzu specifisku procesu smalkas detaļas un nianšes, kas vēl gaida savus risinājumus un skaidrojumus. Šā konstatējuma ilustrācijai varam izmantot jau apskatīto ZET.

Tiešām, kā redzējam, astrofizikā ir radījuši visai izstrādātu zvaigžņu evolūcijas scenāriju, aprakstot, kā dažādu masu zvaigznes evolucionē uz galveno secību H–R diagrammā (vai arī vispār nenonāk uz šīs secības savu nepietiekamo masu dēļ) un pēc tam noiet no tās, noslēdzot savu mūžu kā *b. p.*, *n. z.* vai *m. c.* Taču zvaigžņu dzimšana, respektīvi, protozvaigžņu veidošanās, ir ļoti sarežģīta fizikāla parādība, kas aptver milzīga skaita materiālo daļiņu ansambli, kurā notiekošos procesus regulē (vada) komplicētas hidrodinamikas un ar magnētiskiem laukiem saistītas, t. i., magnetohidrodinamikas likumsakarības, kuras nav aprakstāmas ar vienkāršiem algoritmiem. Pat jaudīgākie datori vēl nav spējīgi šos procesus ar vajadzīgo precizitāti reproducēt, balstoties uz pietiekami pilnīgām tuvinātām aprēķinu metodēm.

Tas pats sakāms par tādiem hidro un magnetohidrodinamikas procesiem kā konvekcija, sajaukšanās, masas zudumi, kopējā apvalka fāzes (dubultās un vairākkārtīgās sistēmās) u. c. Un pašlaik tieši šeit ir viena no “astrofizikas šaurajām vietām”, kur progress ir lēns un teorētiskā izpratne, respektīvi, parādību interpretācija, atpaliek no tām iespējām, kādas pavēruši ar moderniem instrumentiem iegūtie izcilas precizitātes un novitātes novērojumu dati.

Teiktais zināmā mērā atspoguļojas arī, piemēram, ekspluatācijā nodotā *VLT* (*Very Large Telescope* – Ļoti liela izmēra teleskops) pirmā teleskopa *Antū* pirmajā novērošanas programmā, kurā ap 72% no novērošanas laika ir atvēlēts ārpusgalaktiskās astronomijas projektiem, kas pamatojas uz tieši pēdēja laikā gūtajiem panākumiem un ievērojamo progresu kosmoloģijai nozīmīgu novērojumu datu iegūšanas jomā, ap 19% – zvaigžņu astronomijas un atlikušie 9% – starpzvaigžņu vides un Saules sistēmas pētniecības projektiem. Taču zvaigžņu astrofizikā cer, ka jau ar otru *VLT* teleskopa stāšanos ekspluatācijā šī proporcija tiks mainīta.

Nākotnes perspektīvas

Prognozēt astrofizikas iespējamus sasniegumus nākotnē, ņemot vērā sabiedrības un arī zinātnes attīstības dinamiku vēl joprojām eksponenciālo raksturu, ir ļoti sarežģīts uzdevums. It sevišķi tas sakāms par ilglaicīgām prognozēm. Piemēram, gadsimta garumā, kas bija izvēlēts šim retrospektīvajam apskatam un parādīja strauju un patiesi iespaidīgu mūsu zināšanu pieaugumu par kosmiskās pasaules objektiem un parādībām. Tādēļ nākotnes perspektīvu iezīmēšanā aprobežosimies galvenokārt tikai ar tās instrumentālās bāzes raksturošanu, kas vistuvākajās desmitgadēs noteiks astrofizikālo pētījumu virzienus un jaunus sasniegumus.

Kā redzējam, 20. gadsimtu astrofizika beidz ar izcīlu jaunu instrumentu un metožu arsenālu un jaunu stratēģiju šā arsenāla veidošanā un izmantošanā. Galvenokārt tas izpaužas arvien ciešākā starptautiskā sadarbībā, it sevišķi jau ņemot vērā pētāmo problēmu pieaugošo sarežģītību un ar tām saistīto nepieciešamo instrumentu lielo dārdzību. Šo problēmu pārvarēšana bieži vien vairs nav pa spēkam vienai, lai arī bagātai valstij.

Spilgts piemērs šādai starptautiskajai sadarbībai ir *ESO* – Eiropas Dienvidu observatorijas (*European Southern Observatory*) celtniecība Lasiljā (Čīle), kur Paranalā kalnā 1999. gada 1. aprīlī sāka novērojumus pirmais no četriem 8 m diametra reflektoriem *Antū* (Saule), kuri

veidos kompleksu, kas pazīstams ar apzīmējumu *VLT* (*Very Large Telescope* – Ļoti liels teleskops) un varēs strādāt gan atsevišķi (pārējo 8 m teleskopu nosaukumi ir (no mapuču valodas): *Kueyen* (Mēness), *Melipal* (Dienvidu Krusts) un *Yepun* (Siriuss)), gan kopā – realizējot pašlaik pasaulē lielāko optiskās interferometrijas sistēmu (*sk. att. krāsu ielikuma 1. lpp.*).

Kā otru arī jau realizētu un labi pazīstamu starptautiskās sadarbības piemēru var minēt šobrīd lielāko kosmisko teleskopu *HST* (*Hubble Space Telescope* – Habla kosmiskais teleskops), kurš, kā paredzēts, strādās līdz 2010. gadam. Un te var pieskaitīt gandrīz visus citus kosmiskos instrumentus, kas jau pacelti orbitās un veic novērojumus visdažādākajos elektromagnētiskā starojuma spektra diapazonos, kā arī šādu vairāk nekā desmit dažādās projektēšanas stadijās esošu kosmisko observatoriju ieceres, sevišķi atzīmējot *NGST* (*New Generation Space Telescope* – Jaunās paaudzes kosmisko teleskopu), ko paredz palaist 2007. gadā un kas nomainīs *HST*, kā arī divus satelītus reliktā starojuma fona ļoti precīziem mērījumiem, kuri, kā iecerēts, ļaus noteikt lielāko daļu kosmoloģisko parametru.

Radioastronomijas jomā kā plašas starptautiskas (Eiropa, ASV, Japāna) kooperācijas projekta piemēru var minēt *ALMA* (*Atacama Large Millimetre Array* – Atakamas lielais milimetru viļņu diapazona antenu režģis). *ALMA* sastāvēs no 64 paraboliskām visos virzienos grozāmām 12 m diametra milimetru viļņu diapazona ($\lambda = 4,3\text{--}0,03$ cm jeb 70–950 GHz) antenām (*sk. att. krāsu ielikuma 2. lpp.*) un strādās interferometrijas režīmā. Pie vismaz 10 km maksimālās bāzes garuma tas ļaus sasniegt līdz $0,007$ lielu (tātad faktiski ļoti niecīgu) leņķisko izšķirtspēju un veikt ļoti detalizētus kosmisko radiostarojuma avotu struktūras novērojumus, t. i., iegūt ļoti smalkus šo objektu radioattēlus.

ALMA (milimetru viļņu diapazonam nepieciešams, lai atmosfērā būtu pēc iespējas mazāka ūdens tvaiku, kuri stipri absorbē mm

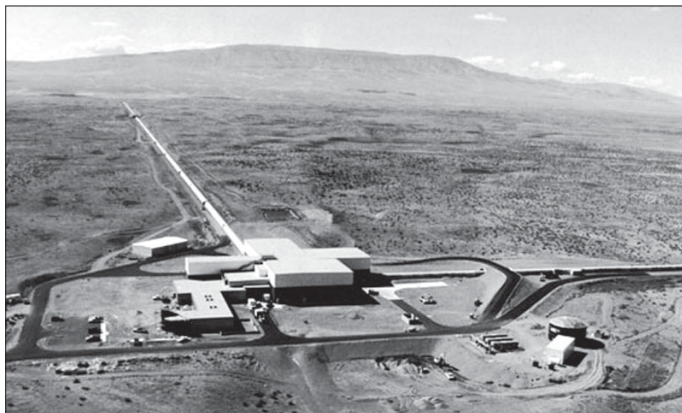
viļņu starojumu, koncentrācija) tiks izvietots austrumos no San Pedro ciematiņa (Čīle) esošā līdzenumā Atakamas augstkalnes (ap 5000 m virs jūras līmeņa) rajonā.

Projekta izmaksas šobrīd vērtē ap 400 miljoniem USD.

No instrumentālā jomā realizētām ārpus-atmosfēras iespējām, kuru izmantošana iesniegsies 21. gadsimtā, var izcelt vairāk nekā desmit jau funkcionējošus dažādas pētnieciskās ievirzes kosmiskos instrumentus, no kuriem kā pēdējo atzīmēsim *NASA* 1999. gadā palaisto *x*-staru observatoriju *Chandra*, kas ļauj izdarīt kosmisko *x*-staru avotu novērojumus 1–10 keV diapazonā ar subarcsec lielu leņķisko izšķirtspēju un ar ko saistās lielas cerības uz ļoti nozīmīgiem novērojumu rezultātiem, it sevišķi kosmisko *x*-staru avotu identifikācijā.

Pie būtiskāko iestrādēm 21. gadsimtam ir jāmin arī abi 10 m teleskopu *Mauna Kea* observatorijā Havaju salās (ASV) un vairāk nekā desmit lieli optiskie teleskopu (ar spoguļu diametriem no 6 līdz 10 m), kas atrodas projektēšanas stadijā. Kā lielāko, bet jau tālākas nākotnes ieceri var atzīmēt *ESO* atbalstītā 100 m (!) diametra pilnīgi noklātas apertūras optiskā teleskopa projekta izstrādi, kas pārstāvēs nākamo soli uz Zemes bāzētās optiskās astronomijas attīstībā. Šis projekts balstīsies uz jaunākajiem sasniegumiem un iespējām multispoguļu sistēmu konstrukciju veidošanā un ekspluatācijā.

Kā piemērus sevišķi eksotisku pētījumu projektiem varētu minēt kosmiskā gravitācijas starojuma detektēšanai paredzētus instrumentus, piemēram, *LIGO* (*sk. 10. att., Laser Interferometer Gravitational wave Observatory* – gravitācijas viļņu lāzerinterferometrijas observatorija), kas paredzēts gravitācijas viļņu uztveršanai, kuri rodas, saduroties *m. c.* un *n. z.*, kā arī jaunos neitrīno eksperimentus, kas ielānāti neitrīno oscilāciju reģistrēšanai, lai atrisinātu jautājumu par to, vai šīs oscilācijas atbildīgas par Saules neitrīno deficītu, kam ir ļoti būtiska nozīme ZET pamatpostulātu argumentēšanai.



10. att. *LIGO* observatorijas daļa Henfordas rezervātā Vašingtonas štatā (ASV). *LIGO* sastāv no divām daļām. Otra atrodas Livingstonas apgabalā Luiziānas štatā. Abas observatorijas novērojumus veiks sinhroni. Attēlā redzama centrālā laboratorijas ēka un abi perpendikulāri vērstie lāzērinferometra iekārtas pleči, kurus veido 4 km garas 120 cm diametra vakuuma caurules. Pirmos mērījumus paredzēts veikt 2001. gada novembrī.

Un, runājot par 21. gadsimta astrofizikas pētījumu perspektīvām, noteikti nevar pāriet garām arī nepārtraukti un strauji progresējošās datortehnikas pavērtām iespējām veikt arvien sarežģītākus aprēķinus. It īpaši tas sakāms par komplicētiem ļoti liela skaita materiālo daļiņu

ansamblu pētījumiem, piemēram, tiem, kas attiecas uz jau pieminēto hidrodinamikas procesu modelēšanu, bez kuriem arī nav kvantitatīvi un pilnīgi izprotama ne tikai zvaigžņu rašanās un evolūcija, bet arī citas ar kosmiskās matērijas apriti saistītās norises un parādības. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Jauna tipa gamma staru avoti Galaktikā. 2000. gada martā ASV astronomu grupa Neila Gehrelsa (*Neil Gehrels*) vadībā, izanalizējot *CGRO* (*Compton Gamma Ray Observatory* – Komptona Gamma staru observatorija) satelitā uzstādītā *EGRET* (*Energetic Gamma Ray Telescope Experiment* – Enerģētisko gamma staru teleskopa eksperiments) instrumenta datus, nāca klajā ar paziņojumu par lokālu gamma staru avotu atklāšanu mūsu Galaktikā. Šie objekti atšķiras no leģendārajiem gamma staru uzliesmojumiem ar savu starojuma raksturu – tie spīd nepārtraukti. No zvaigznēm veidojušies melnie caurumi, kā arī ātri rotējošas neitronu zvaigznes ir šo objektu kandidāti. Lai veiktu detalizētākus pētījumus, mums jāpagaida līdz *GLAST* (*Gamma Ray Large Area Space Telescope* – Liela laukuma kosmiskā gamma staru teleskops) palaišanai, kas iepļānota 2005. gadā. Par šo atklājumu gandarīti var būt gamma staru uzliesmojumu lokālās hipotēzes atbalstītāji. Tagad tātad ir zināmi gan lokāli, gan kosmoloģiski gamma staru avoti. Jaunais atklājums bija negaidīts, taču ne neparedzams, liecinot par to, cik daudz vēl nezināma slēpjas kosmosa dziļēs.

K. B.

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

ĀRPUS SAULES SISTĒMAS PLANĒTU JEB CITPLANĒTU BIRUMS

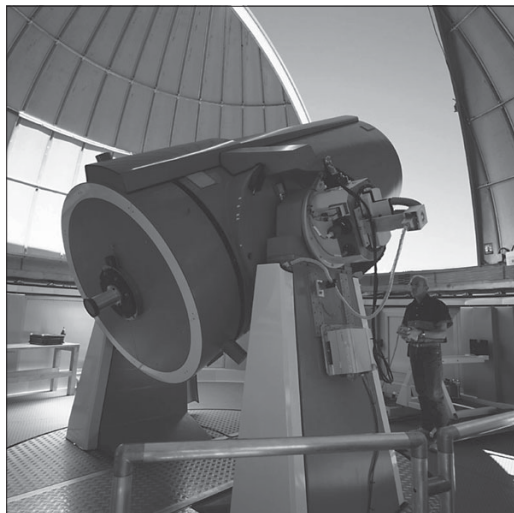
Pēdējā desmitgadē vairākas astronomu grupas neatlaidīgi un sistemātiski meklē planētas pie Saulei radniecīgām zvaigznēm un gūst arvien raženākus panākumus. “ZvD” 2000. gada vasaras laidienā sniedzām mums toreiz pieejamās ziņas par atklātajām planētām un par planētu meklēšanas metodēm (sk. Z. Alksne, A. Alksnis. “Planētas ārpus Saules sistēmas” – ZvD, 2000. g. vasara, 13–19. lpp.).

Visjaunākās ziņas par citplanētu atklāšanu. Dot šo pārskatu mūs pamudināja š. g. 4. maijā saņemtais Eiropas Dienvidu observatorijas ziņojums preseī par vēl sešu planētu un divu masīvāku pavadoņu atklāšanu pie Saules tipa zvaigznēm. Atklājēji ir septiņi Šveices astronomi M. Majora vadībā (viņš ir arī viens no pašas pirmās citplanētas atklājējiem). Planētas atklātas, apsekojot debess dienvidu puslodes Saules tipa zvaigznes ar šim nolūkam Lasiljā (Čilē) uzstādīto un matemātiķa Leonarda Eilera (1707–1783) vārdā nosaukto Šveices 1,2 metru diametra teleskopu (sk. 1. att.). Planētu atklāšanai lietota metode, kas balstās uz zvaigznes radiālā ātruma (jeb ātruma komponentes skata līnijas virzienā) mērījumiem: ja šis ātrums periodiski svārstās, tas norāda, ka ap zvaigzni riņķo cits ķermenis, bet pēc svārstību rakstura var novērtēt šā ķermeņa masu un orbītas datus. Starp jaunatklātajām citplanētām ir vairākas savdabīgas.

Ap zvaigzni HD168746 Vairoga zvaigznājā pa aploces orbītu ar rādiusu 0,07 astronomiskās vienības (astronomiskā vienība = vidējais atstatums starp Zemi un Sauli, turpmāk a. v.) kustas nepieredzēti niecīga planēta, salīdzinot ar līdz šim zināmām citplanētām. Tās masa

ir 0,24 Jupitera masas, jeb 0,80 Saturna masas, jeb 76 Zemes masas. Tā ir tikai trešā pagaidām zināmā citplanēta, kas masas ziņā mazāka par Saturnu. Šī planēta apriņķo orbītu 6,41 dienā.

Vēl īpatnējāka šķiet Buru zvaigznāja zvaigznes HD83443 planēta, kas arī riņķo pa aploci, bet vistuvāk pie savas saimniekzvaigznes, salīdzinot ar pārējām citplanētām. Šī planēta atrodas tikai 0,038 a. v. jeb 5,7 miljonu km attālumā no savas zvaigznes, tāpat desmitreiz tuvāk nekā Merkurs no Saules jeb 26 reizes tuvāk nekā Zeme no Saules. Šī planēta pagūst savu saimniekzvaigzni apceļot ik 2,99 dienās – īsākā laikā par jebkuru citu zināmo planētu. Planētas masa ir 0,35 Jupitera masas jeb 1,17



1. att. Šveicei piederošais Leonarda Eilera vārdā nosauktais teleskops Čilē, Lasiljā. ESP PR foto

Saturna masas. Tāpēc planētu varētu iedomāties kā zvaigznei pārāk tuvu un pārāk karstu Saturnu. M. Majora grupas dalībnieki norāda uz iespēju, ka ap zvaigzni *HD83443* riņķo vēl kāda planēta, jo papildus radiālā ātruma maiņām, pēc kurām viņi atklāja tuvo planētu, manāmas arī nēcīgākas izmaiņas. Pagaidām varot tikai secināt, ka šo izmaiņu cēlonis nav tāls zvaigžņveida pavadoņš.

Krusta zvaigznājā pie zvaigznes *HD108147* atrasta trešā interesantā jaunatklātā citplanēta. Šīs planētas masa ļoti līdzīga iepriekšējās masai: 0,34 Jupitera jeb 1,15 Saturna masas. Taču šī planēta ir savdabīga tādā ziņā, ka tās orbītas lielā pusass ir neliela – tikai 0,098 a. v., bet orbīta ārkārtīgi izstiepta – ekscentricitāte $e = 0,56$ (ekscentricitāte raksturo orbītas izstiepumu: aplocē ekscentricitāte $e = 0$, bet elipsei $0 < e < 1$; orbītas izstiepumam pieaugot bezgalīgi, e tuvojas 1). Saimniekzvaigznēm tuvās planētas mēdz kustēties pa aplocēm līdzīgām orbītām (e tuva nullei), un šī jaunatklātā planēta ir krass izņēmums. Tās kustības periods ir 10,88 dienas.

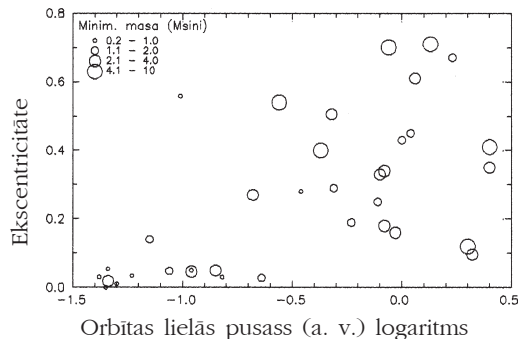
Šie piemēri rāda, kā, atklāto citplanētu skaitam pieaugot, paplašinās to parametru dažādība. Pārējās trīs jaunatklātās planētas ir līdzīgas bieži sastopamām planētām, kuru masa ir no vienas līdz trim Jupitera masām un kuras riņķo ap savām zvaigznēm tālākās, visai izstieptās orbītās. Visu sešu planētu un vēl divu masīvāku pavadoņu orbītas M. Majora grupa uzskatāmi demonstrē attēlā (*sk. att. krāsu ielikuma 4. lpp.*).

Citplanētu katalogs. Pilnīgākas ziņas par planētām ārpus Saules sistēmas sniedz “*Citplanētu enciklopēdija*” – “*The Extrasolar Planets Encyclopaedia*” (<http://www.obspm.fr/planets>). Kopš 1996. gada to Parīzes observatorijā veido Žans Šneiders. Tajā ietilpst arī “*Citplanētu katalogs*”, kurā raksturota atklāto planētu masa un to orbītu parametri, kā arī sniegtas ziņas par zvaigznēm, kurām konstatētas planētas (saimniekzvaigznēm). Mūs interesē planētas, kas atklātas pie Saulei līdzīgām zvaigznēm.

2000. gada 1. jūnijā katalogā bija atrodamas ziņas par 38 planētām pie 36 zvaigznēm. Mēs turpmākajā statistikā tām pievienosim datus par vēl divām planētām pie divām zvaigznēm no minētā ziņojuma preseī. Atklāto planētu skaits pārsniedz saimniekzvaigžņu skaitu tāpēc, ka ap Andromedas υ zvaigzni riņķo trīs planētas. Statistikā katru no šīm planētām uzlūkosim individuāli, jo trīskāršā sistēmā ietilpstošās nav uzskatāmas par īpašām. Pie ikvienas no pārējām aplūkojamām zvaigznēm arī var pastāvēt vēl neatklātas planētas. Ir zināms, ka ap Vēža ρ' jeb Vēža 55 zvaigzni riņķo vēl viena masīva (ap piecām Jupitera masām) ļoti tāla planēta, par kuras orbītu tomēr trūkst datu. Toties jau tagad ap šo zvaigzni ir konstatēts pirmsplanētu disks, kas novērots gan diska putekļu izkļiedētā zvaigznes gaismā, gan pašu putekļu termiskajā starojumā. Ziņas par zvaigzni ar sistēmu, kurā ir gan disks, gan planētas, palīdzēs noskaidrot planētu veidošanās likumības. Attiecīgās ziņas iesniegtas publicēšanai astronomiskos žurnālos un nav mūs vēl saņiegušas. Ir aizdomas par divu planētu riņķošanu arī ap sākumā minēto zvaigzni *HD83443*. Planētu sistēmas atklāšana prasa sevišķi precīzus novērojumu datus un to ļoti smalku analīzi. Atcerēsimies, ka pat mūsu Saules sistēmas planētas atklāja tikai pakāpeniski, un kādas nezināmas X planētas iespējama klātbūtne vēl tagad rosina astronomu prātus. Kārtējo versiju par vēl neatklātu Saules sistēmas planētu izteicis Dž. Marijs žurnālā “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*” 1999. gada oktobra numurā. Analizējot garperioda komētu sadalījumu Saules sistēmā, viņš secinājis, ka šīs komētas ir pakļautas kādas 32000 a. v. tālas un 5,8 miljonus gadu Sauli apriņķojošas planētas ietekmei. Varbūtējās planētas novērojamā orbitālā kustība varētu būt mazāka par vienu loka sekundi četros gados, un nav nekādu cerību to atklāt. Tāpēc doma par tās eksistenci paliks hipotēzes līmenī.

Atgriezīsimies pie citplanētām. Pirmā citplanēta atklāta 1995. gadā, bet 2000. gada pirmajā pusgadā, t. i., pēc pieciem gadiem, jau zināmas 40 citplanētas. Atklāto citplanētu skaita straujo pieaugumu var uzskatīt par planētu istenu birumu. Lai iepazītu šīs planētas, pievērsīsimies *2. attēlam*, kurā parādīts planētu orbītu lielo pusasu garuma un ekscentricitātes sadalījums, norādot arī planētu minimālo masu vērtību $M_{\text{sin}i}$. Īstenās planētu masas M nevar noteikt, iekams nav zināms to orbītu plaknes nolieces leņķis i pret skata līnijai perpendikulāru plakni. Savukārt nolieces leņķis nav nosakāms, izmantojot vienīgi radiālos ātrumus. Attēlā var saskatīt planētu pulcēšanos trīs grupās pēc orbītas parametriem. Kreisajā apakšējā stūrī pulcējas saimniekzvaigznēm tuvas planētas, kas kustas pa apļveida orbītām. Labajā augšējā stūrī pulcējas no saimniekzvaigznēm tālākas planētas ar eliptiskām, izteikti izstieptām orbītām. Labajā apakšējā stūrī pulcējas tikpat tālas planētas, taču ar aplocēm līdzīgām orbītām. Lai gan statistiskais materiāls manāmi pieaudzis, pamatā vērojams tāds pats planētu sakārtojums grupās, par kādu stāstījām iepriekšējā “ZvD” laidienā, taču parādījies dažs izņēmums.

Pirmajā grupā ietilpst 13 planētas, kuru orbītas lielā pusass ir mazāka par 0,25 a. v.



2. att. Citplanētu orbītu lielo pusasu un ekscentricitāšu sadalījums. Simbolu lielums raksturo planētas masu.

un ekscentricitāte ir mazāka par 0,15. Kā redzams *2. attēlā*, krass izņēmums ir zvaigznes *HD108147* planēta, par kuru stāstījām sākumā. Būdama tuvu pie savas zvaigznes, tā tomēr kustas pa ļoti izstieptu orbītu. Zvaigznēm tuvo planētu grupā dominē mazu masu planētas. Domājams, ka šai 14 planētu grupai pieskaitāmas vēl četras zvaigznēm tuvas planētas, kuru masa ir mazāka par 0,5 Jupitera masām, bet kurām katalogā nav norādīta ekscentricitāte, un tāpēc *2. attēlā* tās izpaliek. Ekscentricitātes datu trūkumam par iemeslu varētu būt zvaigznes radiālā ātruma maiņu niecīgums ietekmējošās planētas mazās masas dēļ, tāpēc orbītas parametrus nevar droši noteikt. Šajā grupā tomēr ietilpst arī trīs planētas ar lielāku masu – robežās no 2,1 līdz 4,0 Jupitera masām. Tik masīvu planētu atrašanās zvaigžņu tiešā tuvumā rada astronomos izbrīnu. Iespējamos skaidrojumus var atrast mūsu rakstā iepriekšējā “ZvD” laidienā. Vairākumam šīs grupas planētu aprīņošanas periods ir mazāks par 10 dienām.

Otrajā grupā ietilpst 17 citplanētas, kuru orbītas lielā pusass sasniedz 2,5 a. v. un ekscentricitāte – 0,71. Vairākumam šo planētu piemīt liela masa – no divām līdz 10 Jupitera masām, bet šie dati var neatspoguļot īsto masas sadalījumu, jo tik tālu no saimniekzvaigznes ir grūti atrast sīkas planētas. Šīs grupas planētas orbītu aprīņo desmitos un simtos dienu. Viens no iemesliem, kas varēja radīt planētu orbītu lielo izstiepumu, ir daudzu pirmsplanētu ķermeņu nemitigas orbītu izmaiņas, iedarbojoties savstarpējiem gravitācijas spēkiem. Sava ietekme varēja būt arī masas sadalījumam pirmsplanētu diskā ap zvaigzni. Visbeidzot iespējama arī ārēja gravitācijas spēku iedarbība, ko rada garāmejoša zvaigzne.

Visgrūtāk ir noteikt robežas trešās grupas planētu parametriem. Šajā grupā esam ietilpinājuši piecas planētas ar lielām orbītas pusasim – no 0,58 līdz 2,10 a. v. – un ekscentricitātēm – no 0,10 līdz 0,19. Šo planētu saraksts redzams *tabulā*.

Tabula. Saules sistēmas planētām līdzīgākās citplanētas

Zvaigznes		Planētas			
nosaukums	spektra tips	minimālā masa, M_J	orbitas lielā pusass, a. v.	ekscentricitāte	apriņķošanas periods, dienas
HD37124	G4	1,04	0,58	0,19	155
Andromedas ν^*	F8	2,11	0,83	0,18	241
Pulksteņa ι	G0	2,26	0,92	0,16	320
HD10627	G5	6,59	2,00	0,12	1083
Lielā Lāča 47	G1	2,41	2,10	0,10	1098

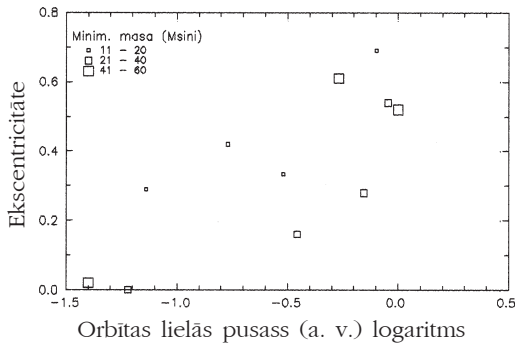
* trīskāršajā planētu sistēmā pēc attāluma vidējā planēta

No visām zināmām Saules tipa zvaigžņu planētām šīs grupas planētas pēc orbītu parametriem ir visvairāk līdzīgas Zemei, tomēr līdzība ir visai nosacīta. Dažas planētas atrodas tuvāk, citas jūtami tālāk no savas saimniekzvaigznes nekā Zeme no Saules, turklāt nevienai nav tik riņķveidīga orbīta kā Zemei. Taču galvenā atšķirība izpaužas planētu masā – visām šīm planētām masa ir ievērojami lielāka par Zemes masu un lielāka pat par Jupitera masu. Šīs grupas planētas drīzāk varētu uzskatīt par saimniekzvaigznēm tuviem, karstiem un masīviem Jupiteriem. Saimniekzvaigžņu spektra klase liecina, ka visas šīs planētas riņķo ap jaunākām, karstākām un masīvākām zvaigznēm nekā Saule. Lai gan no visām atklātajām citplanētām šai grupai piederīgās viscerīgāk varētu uzskatīt par piemērotām kādas dzīvības formas pastāvēšanai, tomēr, apsverot planētu un saimniekzvaigžņu parametrus, rodas lielas šaubas par to. Ir izteikti minējumi, ka dzīvība varētu pastāvēt uz šo planētu nelieliem pavadoņiem – mēnešiem.

Saules tipa zvaigžņu brūnie punduri. Meklējot planētas pie Saules tipa zvaigznēm, ir atrasti arī tādi zvaigžņu pavadoņi, kuru masa ir lielāka par 10 Jupitera masām. Šādi pavadoņi nav uzskatāmi par planētām – debess ķermeņiem, kas paši nestaro, bet gan par brūnajiem punduriem. Brūnie punduri ir objekti, kuru masa ir mazāka par 0,08 Saules masām jeb 84 Jupitera masām. To dzīlēs neris kodoltermiskās reakcijas, un tie nav īstas mazas

zvaigznītes, taču atšķirībā no planētām tie tomēr spīd. (Par brūno punduru būtību sīkāk sk. A. Balklaus. “Brūno punduru problēma” – *ZvD, 1995. g. rudens, 18.–20. lpp.*) Astronomi līdz šim nav varējuši vienoties, kāda ir brūno punduru vismazākā masa. Robeža, kas tos atdala no planētām, varētu atrasties masu intervālā no 11 līdz 13 Jupitera masām. Mēs šajā apskatā 11 Jupitera masas objektus piešķaitām pie brūnajiem punduriem. Citplanētu enciklopēdijā līdz 2000. gada 1. jūnijam bija reģistrēti 12 brūnie punduri ar masu no 11 līdz 60 Jupitera masām. Sākumā iztīrātais M. Majora vadītās grupas ziņojums vēsta par vēl diviem jaunatklātiem brūniem punduriem. Pašreizējā statistika rāda, ka Saulei līdzīgu zvaigžņu pavadoņi 74% gadījumos ir planētas, bet 26% gadījumos – brūnie punduri. Tikai 11 no šiem 14 brūnajiem punduriem ir zināmi abi orbītu raksturojošie lielumi, un šo lielumu sadalījums skatāms 3. attēlā kopā ar norādēm par objektu masu. Brūnie punduri tāpat kā planētas ir sastopami gan tuvās riņķveida, gan tālās eliptiskās orbītās ap savām saimniekzvaigznēm. Tomēr atkal ir viens izņēmums – zvaigznei tuvs brūnais punduris mēreni izstieptā orbītā. Brūno punduru masu sadalījumā nav vērojama nekāda likumība.

Planētu un brūno punduru saimniekzvaigznes. Mēs gan zinām zvaigžņu skaitu, pie kurām ir atrastas planētas vai brūnie punduri, taču nezinām, cik zvaigznēm meklējumi ir devuši negatīvu rezultātu. Tāpēc nevaram



3. att. Brūno punduru orbitu lielo pusasu un ekscentricitāšu sadalījums. Simbolu lielums raksturo brūnā pundura masu.

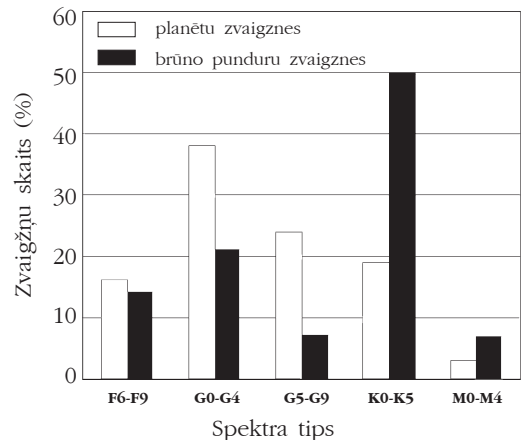
precīzi pateikt planētu un brūno punduru saimniekzvaigžņu procentuālo daudzumu Saules tipa zvaigžņu vidū. Citplanētu meklētāji Dž. Mersijs un P. Batlers š. g. sākumā žurnālā “*Publications of the Astronomical Society of the Pacific*” atzīmēja, ka 500 Saules tipa zvaigžņu apskats noslēdzies ar 28 planētu atklāšanu. Šie skaitļi liecina, ka pagaidām planētas atrod nepilniem sešiem procentiem pētīto zvaigžņu. Pieaugot radiālo ātrumu mērījumu precizitātei, planētām apveltītu zvaigžņu daļa varētu pieaugt.

Citplanētu meklējumu programmās tiek iekļautas Hercšprunga–Rasela diagrammas galvenās secības F5–G0–G9–K0–K5 spektra tipa zvaigznes, kuru masa ir aptuveni no 1,25 līdz 0,75 Saules masām un vecums attiecīgi no viena miljarda līdz 10 miljardiem gadu. Visas šīs zvaigznes ir vairāk vai mazāk līdzīgas Saulei, kuras spektra tips ir G6, bet vecums – 4,5 miljardi gadu. Mēs nezīnām, kādās attiecībās dažādu spektra tipu zvaigznes ir pārstāvētas pētniecības programmās, taču varam paskatīties, pie kādu spektra tipu saimniekzvaigznēm planētas un brūnie punduri ir atrasti (sk. 4. att.). Planētas visbiežāk ir atrastas tieši pie Saulei vislīdzīgākajām G0–G9 spektra tipu zvaigznēm – 62% gadījumu. Turpretī pie karstākām F spektra klases un aukstākām K spektra klases zvaigznēm planētas atrastas

mazāk. Brūnie punduri uzkrītoši bieži ir atrasti tieši pie K spektra agro apakšklašu zvaigznēm. Neņemamies secināt, vai atšķirības planētu un brūno punduru saimniekzvaigžņu spektra tipos ir tikai maza statistiskā materiāla sekas vai arī tās atspoguļo kādu likumsakarību.

Vēl jāatzīmē vienīgais gadījums, kad planēta atrasta pie galvenās secības M spektra klases zvaigznes, izdarot speciālus 24 tādu zvaigžņu apsekojumus. Šīs spektra klases zvaigznei masa ir trīsreiz mazāka un temperatūra trīsreiz zemāka nekā Saulei. Arī viens brūnais punduris ir atrasts pie M spektra klases zvaigznes, iespējams, tās pašas programmas ietvaros.

Planētu saimniekzvaigznes pēc sava ķīmiskā sastāva nepavisam nav tipiskas galvenās secības zvaigznes. Gulermo Gonzalezs (ASV) jau 1996. gadā, tikko bija atklātas pašas pirmās citplanētas, pamanīja to saimniekzvaigžņu neparasti augstu metāliskumu. Šis apstāklis viņu ieinteresēja. Neatļaidīgi vācis novērojumu materiālu, 1999. gada nogalē viņš žurnālā “*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*” norādīja, ka vismaz septiņas līdz tam izpētītās planētu saimniekzvaigznes ir metālu bagātas, pat pārbagātas,



4. att. Planētu un brūno punduru saimniekzvaigžņu spektra tipu sadalījums.

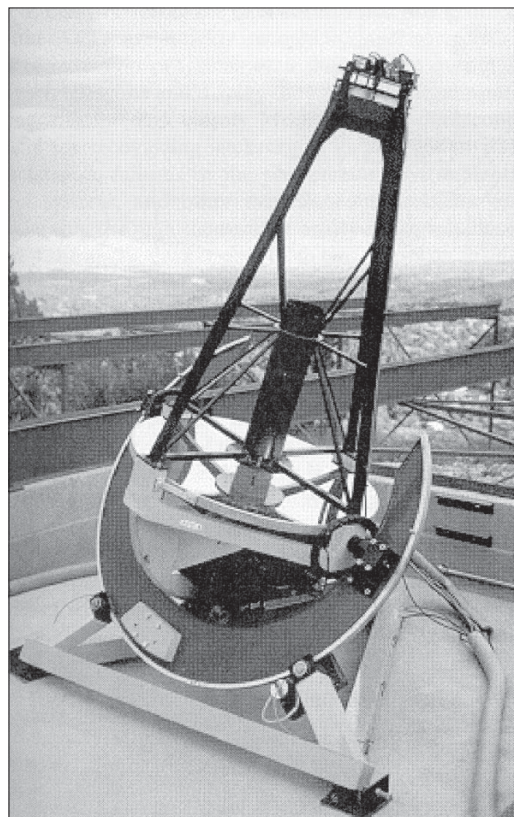
salīdzinot ar citām attiecīga vecuma Saulei līdzīgām zvaigznēm. Arī pati Saule ir metāliem bagātāka par apkārtējām līdzīga tipa zvaigznēm. Saimniekzvaigžņu paaugstinātam metālistikumam var būt divi skaidrojumi.

Pirmkārt, planētu saimniekzvaigznes var būt jau radušās metāliem bagātākas par citām, un tieši šis apstāklis ir veicinājis planētu tapšanu, jo planētu iedīgļi pirmsplanētu diskos veidojas no iezainiem planetezimāļiem. Atsevišķu metāliem bagātu zvaigžņu tapšanu var nodrošināt Galaktikas starpzvaigžņu vielas ķīmisko elementu daudzuma nevienmērīgs sadalījums, radot metāliem nabagākus un bagātākus telpas apgabalus. Otrkārt, planētu sistēmas veidošanās agrīnajās stadijās iespējama ķīmisko elementu sastāva ziņā parastas zvaigznes bagātināšanās ar metāliem. Iespējama arī abu procesu secīga darbība.

Planētas iešana pār zvaigznes disku. Ja planēta riņķo pa gandrīz aplveida orbitu pietiekami tuvu saimniekzvaigznei un orbitas plaknes noliece pret skata līniju ir neliela, tad reizēm planēta atrodas tieši starp zvaigzni un Zemi, t. i., planēta iet pāri zvaigznes diskam. Šai parādībai ir līdzība, piemēram, ar Venēras iešanu pāri Saules diskam, ko dažkārt varam novērot. Uz spožā Saules diska Venēra tad izskatās kā sīks tumšs aplītis. Citplanētas pāriešana saimniekzvaigznes diskam tieši nav novērojama, vienīgi ir konstatējama zvaigznes spožuma ļoti niecīga samazināšanās laikā, kad tumšā planēta aizsedz zvaigznes diska daļiņu. To pirmo reizi konstatēja 1999. gada rudenī, kad divas astronomu grupas neatkarīgi viena no otras fotometrisku mērījumu ceļā fiksēja planētas pāriešanu zvaigznes *HD209458* diskam. Šī G0 spektra tipa zvaigzne ir visai radniecīga Saulei, jo tās masa gandrīz vienāda Saules masai, bet rādiuss vienlīdzīgs 1,15 Saules rādiusiem.

Ilgstoši un rūpīgi mērot šīs zvaigznes radiālo ātrumu ar Keka observatorijas 10 metru teleskopu Havaju salās, G. Henrija vadītā ASV astronomu grupa ir precīzi noteikusi planētas apriņķošanas periodu $3,5239 \pm 0,0046$ dienas.

Orbitas ekscentricitāti nav izdevies noteikt, bet saskaņā ar zvaigznes radiālā ātruma noviržu mainīguma īpašībām orbitai jābūt gandrīz riņķveida. Pētnieki pieņēmuši, ka orbitas ekscentricitāte ir $0,00 \pm 0,04$. Izdevies noteikt, ka planētas minimālā masa ir 0,62 Jupitera masas. Labi zinot orbitas parametrus un zvaigznes radiālā ātruma maksimuma momentus, bija iespējams paredzēt laiku, kad planēta ies pāri zvaigznei. Minētā pētnieku grupa zvaigznes fotometriskiem mērījumiem izmantoja Ferbornas observatorijas automātisko fotoelektrisko teleskopu (*sk. 5. att.*) Patagonijas kalnos Dienvidarizonā. Lai fiksētu planētas pāriešanu zvaigznes *HD209458* diskam, no-

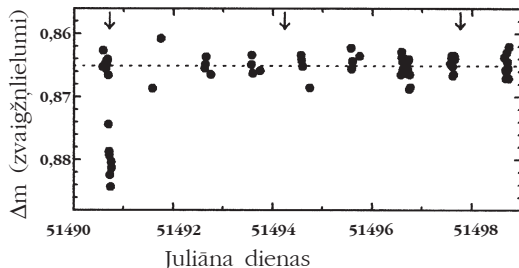


5. att. Ferbornas observatorijas 0,8 m automātiskais fotoelektriskais teleskops, kas regulāri kalpo citplanētu pāriešanas meklējumiem un pētījumiem.

vērojumi izdarīti deviņās naktīs, kuru laikā bija paredzamas trīs pāriešanas. Taču šo parādību izdevās fiksēt vienīgi 17. novembra naktī, jo otrs pāriešanas brīdis iekrita gaišā laikā, bet trešo nevarēja novērot mākoņu dēļ (sk. 6. att.). Tad, kad nenotika pāriešana, zvaigznes spožums bija nemainīgs 0,002 zvaigžņlielumu jeb 0,2% robežās. Paredzētās pāriešanas laikā zvaigzne satumsa par 0,017 zvaigžņlielumiem jeb par 1,58% no parastā starojuma. Aizsegšanas ietekme pāriešanas laikā ir mazliet mainīga, jo uz malām zvaigznes diska spožums ir mazāks nekā centrā. Arī pašas zvaigznes spožums var būt nedaudz mainīgs. Pēc šādiem mērījumiem var novērtēt planētas izmērus, ja ir zināms zvaigznes diametrs. Darba autori noteikuši, ka planētas diametrs ir 1,42 reizes lielāks par Jupitera diametru. Citplanētu pāriešanas novērojumi palīdz precizēt arī planētas orbītas plaknes nolieces. Šajā gadījumā nolieces leņķis i izrādījies pietiekami liels, un $\sin i$ vērtība tuva vienam. Tāpēc planētas patiesā masa ir $0,62 \pm 0,05$ Jupitera masas, planētas vidējais blīvums $0,27 \pm 0,04$ g/cm³ (Jupitera blīvums – 1,34 g/cm³ un Saturna – 0,70 g/cm³). Zvaigznes *HD209458* planēta ir īstens gāzveida milzis, tās orbītas lielā pusass jeb attālums no saimniekzvaigznes ir $0,046 \pm 0,001$ a. v.

Planētas pāriešanu zvaigznes *HD209458* diskam 1999. gada rudenī novēroja arī cita ASV astronomu grupa – D. Šarbonē, T. Brauns un D. Latams – sadarbībā ar Šveices astronomu M. Majoru. Novērošanai viņi izmantoja Šmita teleskopu ar lādiņsaites matricu. Instrumenta lielais redzeslauks ļauj vienlaikus mērit daudz zvaigžņu spožumu un tādā veidā meklēt citplanētas. Šai astronomu grupai ir izdevies planētas iešanu pāri zvaigznei *HD209458* fiksēt divas reizes. Pēc viņu vērtējuma, planētas rādiuss ir 1,27 reizes lielāks nekā Jupiteram un orbītas nolieces leņķis $87,1 \pm 0,2^\circ$. Arī šie dati apstiprina planētas piederību pie gāzveida milžiem.

Pagaidām *HD209458* ir vienīgā saimniekzvaigzne, kuras planētas pāriešanu diskam ir izdevies novērot, kaut gan G. Henrijs ar kolē-



6. att. Deviņu nakšu laikā izdarītie zvaigznes *HD209458* fotometriskie novērojumi. Ar bultiņām norādīti paredzētie planētas pāriešanas brīži. Planētas pāriešanas izraisītu zvaigznes satumšanu izdevies novērot tikai pirmajā naktī. *X ass* – laika skala Juliāna dienās (JD), *JD2451490* atbilst 1999. gada 17. novembrim. *Y ass* – pētāmās un salīdzināmās zvaigznes spožuma starpība Δm .

ģiem, izmantojot Ferbornas observatorijas automātisko fotoelektrisko teleskopu, ir sekojuši arī citām saimniekzvaigznēm, piemēram, Pegaza 51, Veža 55, Vēršu dzinēja τ . Daņu astronomi ar savu 50 cm teleskopu Lasiljā, lietojot precīzu fotometrijas metodi, seko arī zvaigznei *HD83443*, bet pagaidām pozitīvi rezultāti nav gūti. Pie zvaigznes *HD83443* atklāta vistuvāk riņķojošā planēta (sk. raksta sākumu), un tas viesā lielas cerības fiksēt planētas pāriešanu.

Šā gada jūnijā Amerikas Astronomijas biedrības sanāksmē ļoti liela dažādu valstu citplanētu pētnieku grupa ziņoja par planētu meklēšanu pie Tukāna 47 lodveida kopas zvaigznēm. Viņi izmantoja planētu pāriešanas fiksēšanas metodi, lai milzīgam skaitam kopas zvaigžņu meklētu tuvu riņķojošu Jupitera izmēra planētas. Ar Habla kosmisko teleskopu 8,3 dienu ilgā laikā ik pēc noteikta intervāla tika izdarīti 645 kopas zvaigžņu novērojumi vizuālajos un tuvajos infrasarkanajos staros. Novērojumu apstrādei izmantota metode, ar kuru var atrast planētu cikliskas pāriešanas gadījumus zvaigžņu diskam, ja periods ir robežās no 0,5 līdz 8,3 dienām. Pētījums ar mākslīgi radītiem piemēriem rādīja, ka šādi vajadzētu atklāt līdz 85% planētu, kam rādiuss

ir 1,3, un līdz 60% planētu, kurām rādiuss ir 1,0 Jupitera rādiusu. Novērojumi bija izdarīti 34 000 zvaigžņu un apstrādāti 27 000 zvaigžņu, taču neviens pāriešanas gadījums nav fiksēts. Spriežot pēc planētu sastopamības biežuma galvenās secības zvaigznēm Saules apkārtņē, pētnieki bija cerējuši atklāt 15–20 gadījumus, kad aptuveni viena Jupitera rādiusa planēta pāriet Tukāna 47 kopas zvaigznes

diskam. Rezultātu nesaskaņa ar paredzējumu liecina, ka lodveida kopas zvaigžņu ciešajā saspīestībā planētu tapšanas un izdzīvošanas apstākļi ir atšķirīgi no tiem, kādi pastāv pie telpā samērā reti izkaisītām zvaigznēm Saules apkārtņē. Apjomīgais darbs tomēr nav bez jebkādiem panākumiem – Tukāna 47 kopā izdevies atklāt daudz jaunu aptumsuma dubultzvaigžņu un citu maiņzvaigžņu. 🐼

ZENTA ALKSNE, ANDREJS ALKSNIS

NEGAIDĪTS SPIRĀLES ATKLĀJUMS ELIPTISKĀ PUNDURGALAKTIKĀ

Eiropas Dienvidu observatorijas šā gada maijā izdotsais ziņojums preseī vēsti par gluži negaidītu atklājumu – labi veidotas spirāļu struktūras klātbūtni eliptiskā pundurgalaktikā IC3328, kurai citādi piemīt visparastākais izskats. Atklājuma autori ir trīs astronomi: Helmutš Jerjens un Agris Kalnājs – abi no Austrālijas Nacionālās universitātes Astronomijas un astrofizikas skolas, un Bruno Binggeli no Bāzeles universitātes Astronomijas institūta Šveicē. Šo atklājumu viņi izdarījuši, sistematiski novērojot Jaunavas galaktiku kopā ietilpstošās eliptiskās pundurgalaktikas ar Ļoti lielā teleskopa sistēmas pirmo 8,2 metru teleskopu *Antū* Eiropas Dienvidu observatorijā Paranalā, Čilē (*sk. A. Alksnis. “Sviniģi atklāta Paranalas observatorija” – ZvD, 1999. g. va-sara, 11. lpp.*).

Galaktikas mēdz grupēties kopās, un galaktikām bagātā Jaunavas kopa ir mūsu Piena Ceļam vistuvākā. Tās attālums no mums ir ap 50 miljonu gaismas gadu (turpmāk g. g.). Tajā, tāpat kā citās galaktiku kopās, atrodas ļoti daudz pundurgalaktiku. Kā norāda pats pundurgalaktiku nosaukums, šīs galaktikas atšķiras no pārējām parastām galaktikām ar nelielu masu, zemu starjaudu un niecīgiem

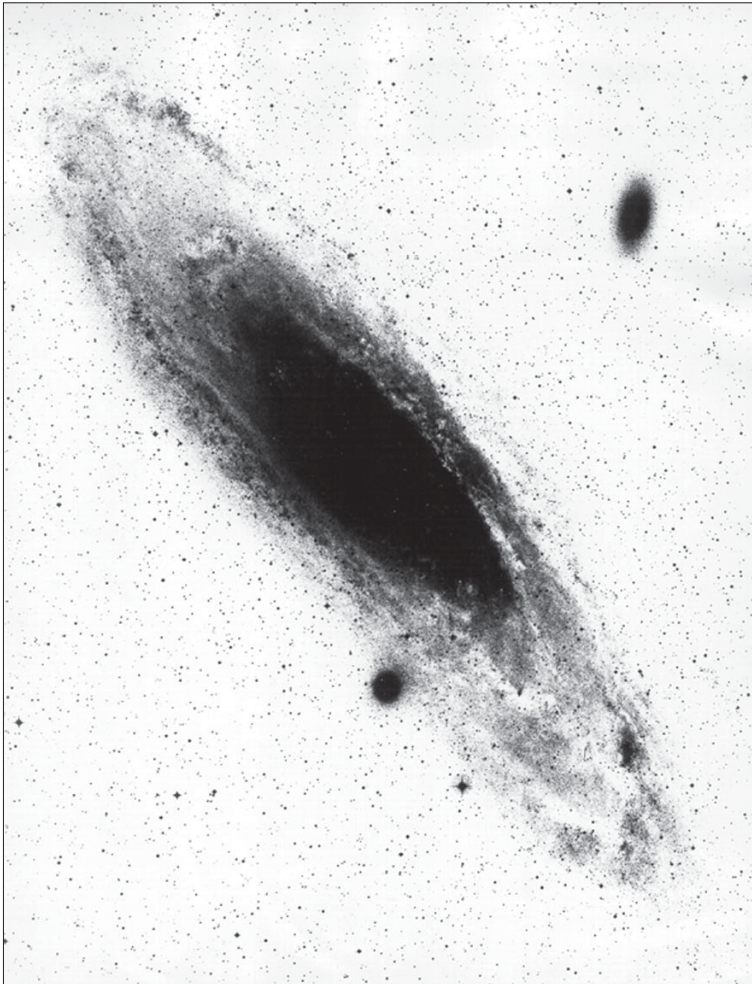
lineāriem izmēriem. Pastāv eliptiskās un neregulārās pundurgalaktikas, kas uzbūves ziņā ir līdzīgas parastajām eliptiskajām vai neregulārajām galaktikām.

Eliptiskām pundurgalaktikām ir trīssasu elipsoīda forma ar dažādu saspīestības pakāpi, kuru raksturo ar indeksiem E0–E7. Dažas eliptiskās pundurgalaktikas izskatās apaļas (E0–E3), citas cigārveida (E4–E6), kamēr vis-saspīestākās līdzīgas pankūkām (E7). Kā spīdekļiem eliptiskām pundurgalaktikām virsma izskatās gluda bez jebkādam spožuma detaļām. To redzamais virsmas spožums vienmērīgi krītas no centra uz malām. Eliptisko pundurgalaktiku, tāpat kā normālo eliptisko galaktiku, zvaigžņu mākoņos nav nozīmīga gāzes piemaisījuma. Ja gāzes nav, tad nevar rasties jaunas zvaigznes, un tāpēc karstu, spožu zvaigžņu puduri nav manāmi. Visas eliptisko pundurgalaktiku zvaigznes ir padzīvojušas vai pat vecas. Turpretī neregulārajās pundurgalaktikās gāzes ir diezgan, tur zvaigznes top un veido mirdzošus pudurus, kas galaktikas izskatā iezīmē īpatnējus neregulārus rakstus. Neregulārās pundurgalaktikas pēc savas būtības ir rotējoši diski, kā to liecina neitrālā ūdeņraža HI radionovērojumi, bet

eliptiskajās pundurgalaktikās visas zvaigznes piedalās tikai gadījuma rakstura kustībā.

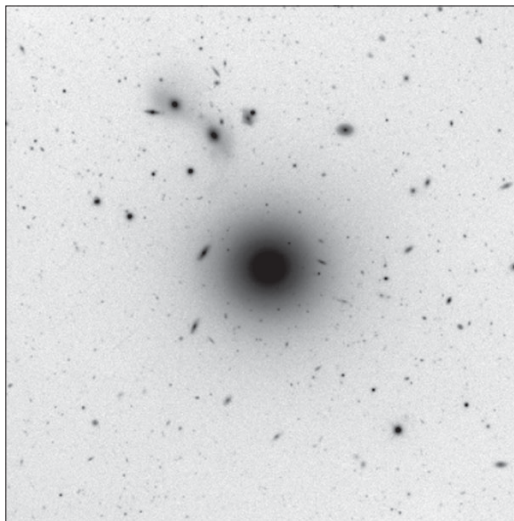
Eliptiskā pundurgalaktika *IC3328* līdz šim ir klasificēta kā dE1 N tipa galaktika, norādot tās piederību punduriem (*d – dwarf*), sfērisko formu (E1) un izteikto kodolu (*N – nucleus*). *IC3328* diametrs ir tikai 40 tūkstošu g. g., taču tā nepieder pie īsti mazām pundurgalaktikām. Lai labāk rastu priekšstatu par eliptisko pundurgalaktiku niecīgumu, salīdzinot ar normālām galaktikām, pievērsīsimies pazīstamajai spirālgalaktikai M31 jeb Andromedas miglājam un tā pavadoņiem (*sk. 1. att.*). Galaktikas M31

diametrs ir 150 tūkstošu g. g. (tātad pārsniedz Piena Ceļa galaktikas 100 tūkstošu g. g. lielo diametru). Dienvidvirzienā no galaktikas M31 centra uz tās malas projicējas isti sīka un apaļīga eliptiskā pundurgalaktika M32 jeb *NGC221*, kura pieder pie dE2 tipa un kuras diametrs ir 7000 g. g. Ziemeļrietumos no M31 centra redzams spožāks pavadoņš – visai iegarena dE5 tipa eliptiskā pundurgalaktika *NGC205*, kuras diametrs ir 13 000 g. g. Pundurgalaktikas *IC3328* diametrs gan ir trīsreiz lielāks par pundurgalaktikas *NGC205* diametru, tomēr blakus Andromedas miglājam tā izskatītos maza.



1. att. Spirāliskā galaktika M31 jeb Andromedas miglājs. Dienvidu virzienā (*attēlā uz leju*) no M31 centra uz galaktikas malas projicējas dE2 tipa sfēriskā pundurgalaktika M32 jeb *NGC221*. Ziemeļrietumos (*attēlā pa labi uz augšu*) no M31 centra atrodas dE5 tipa izteikti eliptiska pundurgalaktika *NGC205*.

Fotografēts ar Šmita teleskopu Baldones Riekstukalnā

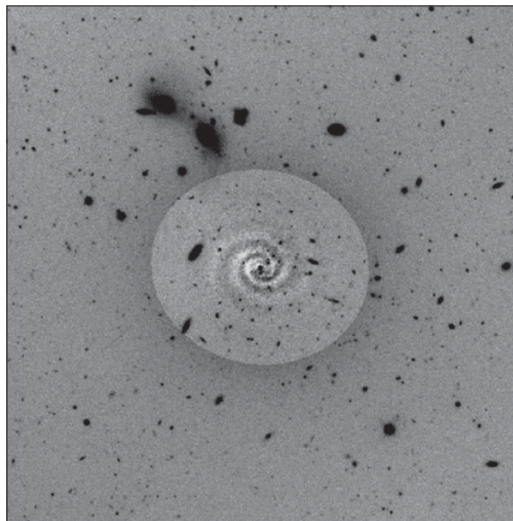


2. att. Ar *Antū* teleskopu iegūtais eliptiskās pundurgalaktikas *IC3328* attēls sarkanajos staros. Galaktikai piemīt pilnīgi vienmērīgs uz malām kritošs spožuma sadalījums. Centrā redzams kodols. Attēla lauks ir 4x4 loka minūtes, ziemeļi augšā, austrumi pa kreisi.

ESO-PR attēls

Kāds bija sākumā minētās astronomu grupas mērķis, uzsākot Jaunavas kopas eliptisko pundurgalaktiku pētījumus? Viņi tiecās precīzēt Jaunavas kopas attālumu, jo šī tuvā galaktiku kopa pārstāv svarīgu atbalsta punktu Visuma attālumu mēroga izstrādāšanā. Izrādās, ka eliptiskām pundurgalaktikām to viendabīgā un simetriskā virsmas spožuma sadalījumu dēļ attālumu var noteikt ar īpašu paņēmieni, ko dēvē par virsmas spožuma fluktuācijas metodi. Precīzi nosakot attālumu galaktiku kopā ietilpstošajām pundurgalaktikām, var precīzēt arī attiecīgās kopas attālumu.

Īstenojot savu ieceri, H. Jurjens ar kolēģiem centās iegūt rūpīgi kalibrētus eliptisko pundurgalaktiku attēlus un katrai galaktikai noteikt vidējo virsmas spožuma sadalījumu. Pēc tam, izslēdzot šo gludo virsmas spožuma sastāvdaļu, atklājas virsmas spožuma fluktuācijas jeb raupjums, kas rodas no zvaigžņu sadalījuma nevienmērībām. 1999. gada 13. jū-



3. att. Divi ļoti attīstīti spirāles zari redzami *IC3328* attēla "atlikumā" pēc starojuma simetriskās daļas atdalīšanas ar īpašu attēlu apstrādes algoritma palīdzību.

ESO-PR attēls

lija, kad zvaigžņu attēli bija izcili asi un mierīgi (0,6 loka sekundes), pētnieki ieguva pundurgalaktikas *IC3328* lielisku attēlu (*sk. 2. att.*). Pēc paredzētās attēla apstrādes astronomi ieraudzīja negaidītu un pārsteidzošu ainu – tieši pundurgalaktikas *IC3328* centrā bija kļuvusi redzama cieši savīta spirāle, kuru paši atklājēji raksturo kā ārkārtīgi regulāru (*sk. 3. att.*). Divzaru spirāle aizņem galaktikas centrālo daļu, un tās diametrs ir tikai 15 tūkstošu g. g. Tādējādi eliptiskā pundurgalaktikā pirmo reizi tika atklāta spirāliskā struktūra, turklāt tā ir ārkārtīgi sīka un vāja.

Izrādās, ka spirāles veido tikai 3% no galaktikas vidējā virsmas spožuma, tāpēc nav nekāds brīnums, ka tā nepavisam nebija pamanāma pat teicamas kvalitātes oriģinālajā attēlā. Spirāles atklājēji spriež, ka pēc uzbūves tā ir līdzīga parasto Sb vai Sbc tipa galaktiku ļoti izteiktajiem spirāļu zariem. Taču atšķirībā no šīm galaktikām *IC3328* spirāļu zaros nav manāma ne putekļu, ne spožu jonizētā ūdeņraža HII apgabalu klātbūtne. Pēdējais

apstākļi liecina, ka ap sikās spirāles zaru zvaigznēm acīmredzot vairs nav gāzes, ko zvaigžņu starojums varētu jonizēt.

Kā gan eliptiskā pundurgalaktikā varēja rasties divi ļoti izteiksmīgi, bet pavisam vāji spidoši spirāles zari? Minētā pētnieku grupa izsaka divas gan ar ārējiem, gan ar iekšējiem spēkiem saistītas hipotēzes.

Pirmkārt, spirāles radītāji varēja būt bijuši garāmejošas citas galaktikas iedarbināti paisyuma un bēguma spēki. Tie izkustināja un savāca vienkopus galaktikā palikušās nenozīmīgās gāzes paliekas, kas tomēr kādu laiku sprīdi izrādījās pietiekamas zvaigžņu tapšanas ierosināšanai. Tāda notikumu gaita ir pilnīgi iespējama, jo pundurgalaktikas IC3328 apkārtne atrodas divas vēl sīkākas galaktikas. Ja kāda no tām kādreiz ir pienākusi galaktikai IC3328 cieši klāt, tad, pēc spirāles pētnieku aplēsēm, tās gravitācijas iedarbība patiešām varēja sniegties līdz pat galaktikas IC3328 centram un ietekmēt tur notiekošos procesus.

Otrkārt, iespējams, ka galaktikas IC3328 lodveida ķermeņi atrodas otra – diskveida komponente, kurā kādreiz ir iešūpojusies neliels daudzums gabalaini izvietotas gāzes. Pamazām iešūpošanās ir pastiprinājusies līdz pilnīgai gāzes sadalījuma pārtapšanai, radot atsevišķas gāzes koncentrācijas un šim procesam sekojošu zvaigžņotas spirāles tapšanu. Saskaņā ar šo hipotēzi pētījuma autori galak-

tikas IC3328 pastāvošo klasifikāciju uzskata par kļūdainu. Pēc viņu domām, tā nepareizi klasificēta kā dE tipa eliptiska pundurgalaktika. Īstenībā tā varētu būt viena no reti sastopamajām S0 tipa lēcveida pundurgalaktikām, kuras līdzīgi parastajām S0 tipa lēcveida galaktikām sevī ietver divas sastāvdaļas – plakanu disku un elipsoidālu oreolu.

Viens no šā atklājuma autoriem Šveices astronoms B. Binggeli jau agrāk ir domājis par iespējamu eliptisko pundurgalaktiku radniecību ar tādām diska galaktikām kā zemas starjaudas Irr tipa neregulāras galaktikas vai arī Sd un Sm tipa spirāliskas galaktikas, kuru zari mēdz būt neregulāri – gabalaini, saraustīti. Eliptiskās pundurgalaktikas varētu būt minēto galaktiku attīstības beigu posms, ja darbojas gāzes triecienviļņa spiediens – mehānisms, kas noved pie gāzes zaudēšanas, bet diska saglabāšanas.

Atklājuma autori īpaši norāda, ka viņu atrastā niecīgā spirāle eliptiskas pundurgalaktikas iekšienē nekādā ziņā nepieder pie ļoti reti sastopamām īstenām spirāliskajām pundurgalaktikām, kuru pastāvēšanu konstatēja jau 1995. gadā.

Jāpiebilst, ka “ZvD” iepriekšējā numurā stāstījām par galaktiku mijiedarbībā tapušu parastu eliptisko galaktiku NGC7252, kuras centrā arī ir atrasta maza spirāle. 🐦

ARTURS BALKLAVS

MELNOS CAURUMUS MEDĪJOT

Melnie caurumi (*m. c.*) – šie varbūt viseksotiskākie, visneparastākie kosmiskie objekti ir ļoti īpatnēji: ārkārtīgi kompakti, principā neredzami un bez izteiktas virsmas, ja vien par tādu virsmu neuzskata Švarcšilda sfēru, kas geometriski aptver *m. c.* un fizikāli norobežo šai sfērā ieslēgto telpu, kurā otrais kosmiskais ātrums ir lielāks par gaismas izplatīšanās ātrumu

un līdz ar to nedz kāda materiāla daļiņa, nedz arī kāds signāls no šā telpas apgabala izlauzties nevar. Par *m. c.* eksistenci un īpašībām, galvenokārt – masu, var spriest vienīgi pēc tiem procesiem, kas norisinās *m. c.* aptverošajos, t. i., ārpus Švarcšilda sfēras pastāvošajos zvaigžņu sakopojumos vai akrēcijas diskos (*a. d.*), ja, protams, tādi tur laika gaitā rodas un pastāv.

Pirmais attiecas galvenokārt uz lielas masas *m. c.*, kādi var izveidoties galaktiku centros, būtiski un specifiski iespaidojot apkārtnējo zvaigžņu kinematiku, t. i., par *m. c.* eksistenci un masu šajā gadījumā var spriest, izsekojot un pētot zvaigžņu kustību *m. c.* aptverošajā zvaigžņu sakopojumā, kas parasti ir sferoidāls veidojums. Šādos pētījumos, piemēram, ir konstatēta lineāra sakarība starp iespējamā *m. c.* masu galaktikas centrā un šo centru aptverošo zvaigžņu sferoidālās komponentes (*sf. k.*) masu, proti, $M_{m.c.} \sim 0,005 M_{sf.k.}$. Lai gan izkļiede, respektīvi, atkāpes no šīs sakarības var būt diezgan lielas, tomēr orientējošiem novērtējumiem tā ir pietiekami labi izmantojama.

Otrais savukārt attiecas galvenokārt uz mazas jeb tā sauktās zvaigžņu masas *m. c.*, tādēļ ļoti liela daļa no *m. c.* pētījumiem ir veltīta *a. d.* un tajos notiekošo procesu modeļošanai, jo šādi pētījumi ļauj iegūt priekšstatu par šo varbūteno procesu dažādo parametru sagaidāmajām vērtībām. Tādējādi, analizējot novērojumus iegūtos datus, paveras iespējas salīdzināt un pārbaudīt teorētisko secinājumu atbilstību realitātei, t. i., iespējas spriest par to, vai novērotais objekts (*a. d.*) ir saistīts ar tās centrā atrodošos *m. c.* vai kādu citu vairāk vai mazāk kompakto kosmisku veidojumu, piemēram, neitronu zvaigzni (*n. z.*).

Jāpiebilst, ka *a. d.* ir gandrīz visuresoša vai vismaz ļoti raksturīga ciešu dubultsistēmu iezīme, un to esamība ir cēlonis daudzām nozīmīgām astrofizikālām parādībām, piemēram, gamma starojuma uzliesmojumiem.

Par vienu šādu interesantu rezultātu, kas iegūts, pētot *m. c. a. d.* stabilitātes nosacījumus, nesen pazīstamajā zinātnisko publikāciju žurnālā “*Karaliskās astronomijas biedrības mēnešraksti*” (*sk. “Monthly Notices of the Royal Astronomical Society” – 1 March 2000, vol. 312, No. 3, L39–L41*) ziņoja astrofizikā A. Kings (*A. R. King*). Kā zināms, kompakts dubultsistēmās ar *a. d.* viena no galvenajām iezīmēm ir tā sauktā bēgšanas (no angļu terminoloģijas – *runaway*) nestabilitāte, t. i., ļoti

ātra, katastrofāla masu apmaiņa. A. Kings analizējis dubultsistēmas, kuras ir izteikti kosmisko rentgenstarojumu ģenerējoši avoti (*k. r. ģ. a.*) un kurās viena no komponentēm varētu būt *m. c.* Kā liecina pētījumi, rentgenstarojums, kas producējas kompakto kosmisko objektu spēcīgo gravitācijas lauku ietekmē, ja ap šiem objektiem izveidojas un pastāv pietiekami blīvi *a. d.*, ir viena no raksturīgākajām pazīmēm, kura var norādīt uz iespējamu *m. c.* eksistenci.

Mazas masas dubultsistēmas, kas ģenerē rentgenstarojumu sakarā ar to, ka šāds nelielas masas kompakts objekts – *m. c.* vai *n. z.* – akrēcē matēriju no Roša dobuma, ko aizpilda otras dubultsistēmas komponentes ārējo slāņu viela, parasti ir tranzientas (*transient* – pārejošs, islaicīgs, gadījuma, t. i., šīs sistēmas izpaužas kā pārejošas, islaicīgi novērojamas spožuma uzliesmojumu parādības. Otrā dubultsistēmas komponente pa lielākai daļai ir normāla galvenās secības zvaigzne, bet uzliesmojumu islaicīgums ir saistīts ar to, ka masas akrēcijas ātrums šajās sistēmās ir visai mazs. Līdz ar to *a. d.* kļūst nestabils, un gari mierīga spožuma periodi nomainās ar spēcīgiem uzliesmojumiem, kurus var novērot gan rentgena, gan optiskajā diapazonā, gan radiodiapazonā.

Sistēmām ar *m. c.* uzliesmojums bieži vien izpaužas kā straujš starojuma plūsmas pieaugums no visai vāja, mierīga, var teikt, fona līmeņa, dažu dienu laikā sasniedzot spožumu, kas tuvs Edingtona robežai*, pēc kā spožums sāk kristies. Spožuma samazināšanās kā rentgena, tā optiskajā diapazonā notiek samērā lēni, aptuveni eksponenciali ap 30–40 dienu laikā. Spožuma samazināšanās fāzē rentgenstarojuma spektrs un mainīgums iziet virkni raksturīgu, specifisku (definētu) stāvokļu, kuri kā pazīmes var noderēt kompakta objekta identificēšanai.

Pētījumi rāda, ka *a. d.* ap nelielas masas *k. r. ģ. a.* caurstrāvo un izgaismo galvenokārt rentgenstarojums, kas rodas šo disku iekšējos, kompaktajam objektam vistuvāk piegulošajos slāņos. Šim starojumam ir izšķiroša loma *a. d.* termiskās stabilitātes nodrošināšanā. Tas saīs-

tits ar to, ka rentgenstarojuma fotoni, saduroties ar *a. d.* vielas (gāzu un putekļu) atomiem vai joniem, t. i., šiem fotoniem absorbējoties, atomiem un joniem nodod noteiktu kustības daudzumu jeb impulsu $h\nu/c$, kur $h = 6,626 \cdot 10^{-27}$ ergi/s ir Planka konstante, ν – elektromagnētiskā starojuma frekvence, bet $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s – gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā.

Šo impulsu var interpretēt arī kā spiedienu, kas darbojas uz atomiem un joniem un, liekot tiem kustēties prom no centrālā starojuma avota, ir viens no zvaigžņu vēja cēloņiem. Nav grūti saprast, ka šis spiediens kavē gravitācijas izraisīto vielas akreciju un tādējādi uztur un stabilizē *a. d.*

Aprēķini liecina, ka starojuma spiediens *m. c.* gadījumā ir vājāks nekā neitronu zvaigznes (*n. z.*) gadījumā, iespējams, tieši šīs cietās virsmas dēļ, kas *m. c.* gadījumā nepastāv. Tādējādi rentgenstarojumu ģenerējošas mazas masas dubultsistēmas ar *n. z.* kā vienu sistēmas komponenti un īsu, stundās mērāmu orbitālo jeb apriņķošanas periodu pa lielākai

daļai ir pastāvīgi, nemainīgi *k. r. ģ. a.*, kamēr līdzīgas sistēmas ar *m. c.* lielā mērā izpaužas kā tranzientas, t. i., kā pārejošas, īslaicīgi novērojamas parādības.

Abām mazas masas dubultsistēmām ar rentgenstarojumu ir jākļūst tranzientām pie pietiekami gariem orbitāliem periodiem, jo gari periodi nozīmē plašus diskus un ir nepieciešams ļoti intensīvs rentgenstarojums, lai uzturētu disku ārējo malu jonizāciju un tādā veidā kavētu sporādisku uzliesmojumu ģenerēšanos.

A. d. stabilitātes noteikums, kā liecina attiecīgi aprēķini, kas balstās arī uz Keplera likuma izmantošanu, ir $M_{krit} \sim R_d^2 \sim P^{4/3}$, kur M_{krit} ir minimālais akrecijas ātrums, t. i., uz centrālo, kompakto objektu akrecējošās (krietošās) masas, kas parasti tiek izteikta Saules masās (M_\odot), daudzums laika vienībā (tātad mērvienība ir $M_\odot/\text{gadā}$), kāds nepieciešams, lai disks pastāvētu un būtu stabils, R_d – *a. d.* ārējais rādiuss un P – orbitālais periods. Šī sakarība rāda, ka lielu P gadījumā M_{krit} kāds nepieciešams, lai *a. d.* būtu stabils, var pārsniegt jebkuras kaut cik iespējamās un ticamas masas akrecijas ātruma vērtības, un šādas garperioda sistēmas kļūst nestabilas, kļūst tranzientas.

Protams, liela nozīme ir tam, vai centrālais kompaktais objekts ir *m. c.* vai *n. z.* Tā, piemēram, dubultsistēmām ar mērenas masas *m. c.* (apmēram 5–7 M_\odot) un galvenās secības zvaigzni kā otru sistēmas komponenti vajadzētu būt tranzientām, bet līdzīgām sistēmām ar *n. z.* un galvenās secības zvaigzni – pastāvīga vai aptuveni konstanta rentgenstarojuma avoti. Taču mazākas masas *m. c.* sistēmas arī varētu būt konstanta rentgenstarojuma avoti.

A. Kings ir pievērsis uzmanību tam, ka pietiekami lielu P gadījumā M_{krit} ir jāpārsniedz tā sauktais Edingtona akrecijas ātrums, proti, $M_{Ed} \cong 10^{-8} m_1 M_\odot/\text{gadā}$, kur m_1 ir Saules masās izteikta centrāla, akreciju izraisīša objekta, t. i., *m. c.* vai *n. z.* masa. Sekas ir tādas, ka pietiekami garu orbitālo periodu gadījumā starojuma spiediens vairs nevar novērst uz-

* Spēki, ar ko elektromagnētiskā starojuma fotoni iedarbojas uz apzvaigžņu atomiem vai joniem un izraisa vairāk vai mazāk intensīvu zvaigžņu vēju, var radīt jautājumu, vai šie spēki, kuri faktiski pirmsākumā rodas zvaigznes kodolā, var būt arī tik spēcīgi, ka spēj izjaukt visu zvaigzni, vienkārši aizpūšot tās apvalka vielu. Šo jautājumu pirmais pētījis A. Edingtons un pierādījis, ka atkarībā no zvaigznes masas un starждаdas patiešām pastāv starждаdas robeža – $L_{Ed} = 10^{38}$ M/ M_\odot ergi/s, pie kuras zvaigzni tās iekšējais starojuma spiediens vēl nesaplēš, t. i., tā vēl saglabā savu stabilitāti, var pastāvēt (M_\odot – Saules masa = $1,99 \cdot 10^{33}$ g). Ja $L < L_{Ed}$ gravitācijas spēks pārsniedz starojuma spiedienu un ir iespējama gan zvaigznes stabilitāte, gan akrecija; ja $L > L_{Ed}$ ne zvaigznes pastāvēšana, ne akrecija nav iespējama. Ja būtiska nozīme ir arī absorbcijai kaut kādā spektrāllīnijā, tad maksimāli iespējamā kritiskā starждаda ir vēl mazāka nekā L_{Ed} respektīvi, “aizpūšana” notiek pie vēl mazākas starждаdas nekā L_{Ed} .

liesmojumus, jo centrālā objekta starjauca pārsniedz Edingtona robežu L_{Ed} un sistēma pārstāj būt stabila. Turklāt tas notiek pie jebkura masas pārnese ātruma, kāds varētu būt atsevišķā dubultsistēmā. Bet tas nozīmē, ka nevar pastāvēt neviena nemainīga, konstanta vai aptuveni konstanta rentgenstarojumu ģenerējoša nelielas masas dubultsistēma, kuras orbitālais periods ir lielāks par kritisko periodu P_{krit} . Attiecīgi aprēķini rāda, ka *n. z.* gadījumā $P_{krit}(n. z.) \approx 20$ dienas, kas labi saskan ar novērojumu datiem, bet *m. c.* gadījumā tam savukārt būtu jābūt $P_{krit}(m. c.) \approx 2$ dienas. Aptuvenības zīme ir saistīta ar to, ka procesi akrēcijas diskos ir ļoti sarežģītas hidrodinamiskas parādības, kuras iespaido ne tikai daudzi fizikālie parametri (spiediens, blīvums, temperatūra u. c.), bet arī tādi faktori kā diska slāņu savijumi, ko izraisa radiācijas virpuļi, u. c.

Tāpat radiācijas spiediens, tam tuvojoties Edingtona robežai, nosaka kritisko orbitālo periodu $P_{krit}(m. c.)$, viņpus kura rentgenstarojumu ģenerējošas nelielas masas dubultsistēmas vairs nevar veidoties (eksistēt) kā nemainīga rentgenstarojuma avoti. Tām ir jābūt tranzientām.

Šis konstatējums, kas diemžēl nav izsakāms vienkāršākā formulējumā un izriet no ļoti komplikētiem modeļaprēķiniem, paver noteiktas iespējas *m. c.* meklējumiem un pētījumiem, kā arī, domājams, visai uzskatāmi demonstrē, cik grūta un sarežģīta ir *m. c.* atklāšana un identifikācija, un visas citas ar tiem saistītās problēmas. Šajā ziņā *m. c.* pētīšanu var salīdzināt ar detektīvu darbu, kad arīdžan tiek vāktas dažādas liecības un nozieguma vietā atstātie pierādījumi, piemēram, pirkstu nospiedumi, mati, auduma gabaliņi un citas smalkas un pat efemēras pēdas, piemēram, smaržas, lai atklātu nezināmo noziedznieku. Astronomiem kā šādas liecības vai “pirkstu nospiedumi” kalpo galvenokārt spektri, to vissmalkākās nianšes, kas tad arī ļauj izdarīt novēroto kosmisko objektu identifikāciju un spriest par tā īpašībām. *M. c.* gadījumā viena no šādām “noziedznieka”

klātesamības un darbības pazīmēm ir rentgenstarojuma tranzienti, kas tiek ģenerēti dubultsistēmās, kuru orbitālie periodi atšķiras no raksturīgajiem, no kritiskajiem.

Un, nobeidzot šo nelielo *m. c.* medību paņēmiena aprakstu, atzīmēsim, ka ir atklātas vairākas dubultsistēmas, kuru novērojami periodi ir tuvi iepriekš minētajam $P_{krit}(m. c.)$ un kuri līdz ar to eventuāli var saturēt *m. c.* Vistuvāk šim $P_{krit}(m. c.) \approx 2$ dienas ir mikstā rentgenstarojuma tranzients, kura apzīmējums ir *GRO J1655–40* un kura $P = 2,62$ dienas. Taču kā turpmākiem novērojumiem un pētījumiem ne mazāk interesantas ir atzītas arī sistēmas *GS 2023+338* jeb *V404 Cyg* ar $P = 6,47$ dienas un *4U 1543–47* ar $P = 1,23$ dienas. Šīs divas pēdējās dubultsistēmas var uzskatīt par nosacījumiem atbilstošām, ja ņem vērā iepriekš teikto par P_{krit} novērtējuma diezgan aptuveno raksturu.

Tranzients *GRO J1655–40* ir ļoti interesants vismaz no diviem priekšnoteikumiem. Pirmkārt, sistēmas otrā komponente ir galvenās secības samērā agras spektrālās klases (F3 – F6IV) zvaigzne, kuras masu vērtē ap $2,3 M_{\odot}$, kas nozīmē, ka sistēmas otrajai, kompaktajai komponentei ir jābūt ar krietni lielāku masu, un tas izpilda nosacījumu par kompakts komponentes iespējamo piederību pie *m. c.* Visai ievērojami ir masas zudumi jeb masas pārtece no galvenās secības zvaigznes, kas baro un līdz ar to uztur plašu *a. d.* Šos masas zudumus vērtē ap $10^{-7} M_{\odot}/\text{gadā}$, kas gan pārsniedz augstāk minēto M_{krit} vērtību un rada zināmas grūtības izskaidrot, kāpēc sistēma tomēr ir tranzienta. Otrkārt, sistēma tika pirmo reizi detektēta jeb ievērota pēc tās uzliesmojuma 1994. gadā. Iespējams, tā ir bijusi klusējoša, mierīga vismaz trīsdesmit iepriekšējos gadus. Taču par to, ka šī sistēma tomēr ir tranzienta, liecināja vēl divi uzliesmojumi, kas notika nākamajos divos gados. Ļoti iespējams, kā rāda analīze, ka sistēmas īpatnības ir saistītas ar to, ka *a. d.* šai sistēmai ir visai plašs, bet *P* neredz pārsniedz P_{krit}

V404 Cyg ir izteikti tranzients avots – mazas masas dubultsistēma, kura tādēļ ir piesais-

tijusi astronomu uzmanību un kuras dēļ iegūts ievērojams novērojumu datu materiāls. Īpaši bagāti dati iegūti, novērojot šā avota 1989. gada 23.–30. maija uzliesmojumu, kurš izcēlās ar lielu gan plūsmas, gan spektra mainīgumu ļoti īsos laika mērogos (pat ap 1 s) un ievērojamām atkāpēm no citiem tranzientiem avotiem piemītošās rentgenstarojuma ainās.

Šo datu interpretācija liek domāt, ka viens no šo atšķirību galvenajiem cēloņiem ir tas, ka komponentes *V404 Cyg* ir vairāk attālinātas viena no otras, uz ko tieši norāda arī aprīņķošanas perioda vērtība, kas *V404 Cyg* gadījumā ir lielāka nekā *GRO J1655 – 40* un *4U 1543 – 47*. Tādā gadījumā sistēmas mierīgā perioda fāzē *a. d.* var būt ļoti plašs un ar lielu masas uzkrājumu. Kad tiek ierosināta diska nestabilitāte, tajā ir daudz vairāk akrēcejošās masas nekā vairākumā citu tipisku tranzientu *a. d.* Tas var izraisīt procesu, ka

akrēcija pārsniedz Edingtona robežu, isu brīdi radot stipras zvaigznes vēja brāzmas, kas ir cēlonis straujām absorbcijas izmaiņām. Tas tad arī izraisa virkni no tipiskiem tranzientiem atšķirīgu uzliesmojuma gaitas īpatnību, jo jāņem vērā absorbcijas procesi *a. d.* pietiekami biežajā ārējā joslā, kura aptver iekšējo, rentgenstarojumu ģenerējošo diska daļu.

Nemot vērā to, ka jau vistuvākajā nākotnē minētajos pētījumos būs iespējams izmantot arvien pilnīgākus novērojumu datus, kas tiks iegūti ar jaunākās paaudzes satelītos uzstādītajiem kosmisko rentgena un gamma starojumu reģistrējošajiem instrumentiem, kuri jau pacelti vai tiek gatavoti pacelšanai ārpus-atmosfēras orbitās, lai arvien sekmīgāk īstenotu arī aizraujošās m. c. medības, diezgan droši var prognozēt arī “*Zvaigžņotās Debess*” lasītāju uzmanības atkārtotu pievēršanu šai interesantajai tēmai. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Atdzimst Grīnbenkas radioteleskops. Finišam tuvojas pasaules lielākā pilnīgi grozāmā radioteleskopa celtniecība. 12. aprīlī tika nostiprināts pēdējais segments 100 x 110 metrus lielajam Grīnbenkas (*Green Bank*) “šķīvim”, kas atrodas Nacionālajā radioastronomijas observatorijā Rietumvirdžīnijā. Atgādināsim, ka radioteleskopa 91 m priekšgājējs negaidīti sabruka 1988. gadā (*sk. E. Bervalds. “Divdesmit pirmā gadsimta radioteleskops” – ZvD, 1990. g. pavasaris, 20.–23. lpp.*). Plānots, ka jaunā antena tiks nodota ekspluatācijā 2001. gada sākumā. Tā būs 148 metrus augsta un svērs vismaz 7000 tonnu. Radioteleskopu raksturo vairākas novitātes, kas padarīs novērojumus efektīvākus. Pirmkārt, uztvērēji nebūs iekarīnāti tieši virs “šķīvja”, samazinot interferenci, ko izraisa stiprinājumi. Tas dos iespēju “sadzirdēt” vājākus signālus. Otrkārt, spēka pievadi katram no 2000 antenas segmentiem ļaus mainīt radioteleskopa formu, saglabājot to parabolisku neatkarīgi no orientācijas.

Debesu dāvana. Meteorīta (*Zag meteorite*), kas 1998. gada augustā nokrita Marokā, sastāvā konstatēti nelieli parastā sāls kristāliņi. Analizējot argona un ksenona izotopus, ģeoķīmiķi noskaidrojuši, ka kristāliņu vecums ir vismaz 4,5 miljardi gadu. Tik senu sāls kristālu eksistence varētu liecināt par ļoti agrīnu planētu iedīgļu veidošanos Saules sistēmā, uz kuriem varēja eksistēt šķidrns ūdens. Savukārt radioastronomi blīvā putekļu un gāzes miglājā Galaktikas centra virzienā konstatējuši cukura molekulas. Tas varētu liecināt par dzīvības ķīmisko pamatbloku sintēzi miglājās ilgi pirms tam, kad gāze kolapsējot veido zvaigznes un planētas.

L. Z.

JANIS JAUNBERGS

MIR KOMERCIĀLĀ REINKARNĀCIJA

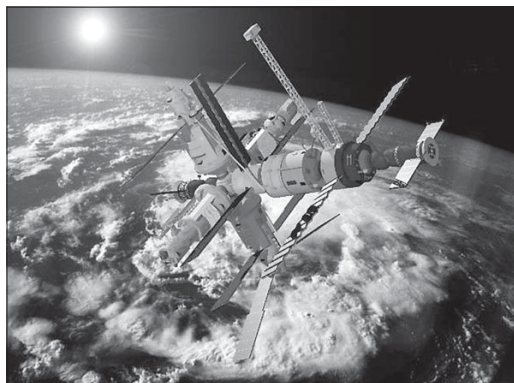
Pirms nepilna gada šķita, ka Krievijas orbitālās stacijas *Mir* četrpadsmit gadus ilgajam un visnotaļ ražīgajam mūžam pienācis laiks noslēgties. Vairākus nopietnus negadījumus piedzīvojuši *Mir* stacija (sk. M. Gilla rakstu “*Mir turpina darbu*” – *ZvD*, 1997./98. g. ziema, 17.–23. lpp.) līdzekļu trūkuma dēļ vairs nedeva būtiskus zinātniskus rezultātus un ievērojami bremzēja Krievijas saistību pildīšanu starptautiskās orbitālās stacijas būvē.

Tieši šā iemesla dēļ *Mir* pēdējos gadus bija kā dadzis *NASA* acī, un zinātāji apgalvo, ka *NASA* lēmums iznīcināt 9 gadus veco, bet vēl darbspējīgo *Compton* gamma staru observatoriju bija iecerēts kā priekšzīmi un pamudinājums *Mir* novadišanai no orbītas.

Šogad tomēr izrādījās, ka *Mir* vēl kādu laiku turpinās kaitināt *NASA* administratorus. Jautājums vairs nav tikai par starptautiskās orbitālās stacijas resursu “aizņemšanos” *Mir* vajadzībām, bet arī par *Mir* kā pirmo komerciālo kosmisko staciju pasaules vēsturē.



MirCorp iegādātais *Sojuz* kosmiskais kuģis.



Mir stacijas datorgrafika.

Mir komerciālās izmantošanas plāni jau vairākus gadus brieda nelielā uzņēmēju grupā “*Space Frontier Foundation*” (Izplatījuma apgūšanas fonds, *SFF*). Šī ASV bāzētā kosmosa entuziastu organizācija stingri iestājas par privāto kosmosa apgūšanu un *NASA* aktivitāšu komercializēšanu. 2000. gada janvārī *SFF* prezidentam Rikam Tumlinsonam izdevās apvienot Krievijas vēlmi iznomāt *Mir* un dažu telekomunikāciju biznesā tapušu multimiljonāru vēlēšanos kļūt par kosmiskas stacijas *de facto* saimniekiem. Šim nolūkam Holandē tika nodibināta *MirCorp* kompānija, kas martā par samērā pieticīgu (20 miljonu dolāru) cenu nopirka divus *Progress* kravas kuģus, vienu *Sojuz* pilotējamo kapsulu un tiem nepieciešamas trīs *Sojuz* nesējaķeretes.

MirCorp pirmā ekspedīcija no Baikonuras startēja 4. aprīli un pēc divām dienām saslēdzās ar *Mir*. Krievu kosmonauti Sergejs Zaļotins un Aleksandrs Kaleri stacijā pavadīja divus mēnešus, apkopjot dzīvības nodrošināšanas sistēmas, no-

vēršot sūci un uz sešām stundām dodoties atklātā kosmosā *Mir* ārpus inspekcijas nolūkā.

Šo aktivitāšu dēļ *Mir* kosmiskā stacija ir pieņemamā tehniskā formā un gatava daudzveidīgai komerciālai darbībai. Galvenais ienākumu avots varētu būt kosmiskais tūrisms. Jau samērā droši zināms, ka 2000. gada novembrī uz *Mir* dosies itālis Karlo Viberts, pieredzējis Eiropas Kosmiskās aģentūras inženieris. Novembra misiju reklāmas un publicitātes nolūkos solās finansēt vairākas Itālijas bankas, rūpnieciskas kompānijas un masu mediji.



Sergejs Zaļotins remontē *Mir* sistēmas.



Skats no *Mir* stacijas.

Ja NASA oficiālajā viedokli par starptautiskās orbitālās stacijas lietderību pusvadītāju un biotehnoloģijas pētījumus ir kaut daļa patiesības, *Mir* varēs piedāvāt līdzīgus pakalpojumus par salīdzinoši niecīgu cenu. Arī NASA nesen nodibinātā *Dreamtime.com* firma nebūs vienīgā, kas piedāvās Zemes iedzīvotājiem skatu no kosmosa, jo līdzīgi *Dreamtime* inter-

neta videokamerām uz starptautiskās orbitālās stacijas arī *MirCorp* jau novembrī solās uzstādīt līdzīgas videokameras uz *Mir*.

Neviens no *Mir* negaida vieglu peļņu. Taču *Sojuz* nesējraķešu cena ir zem šodienas ekstravaganto miljardieru "nopietnības sliekšņa". Rentabilitātes sasniegšana *Mir* ekspluatācijā nav vienīgais mērķis. *Mir* stacijas pedējie gadi varētu dot lielāku ieguldījumu izplatījuma apgūšanā nekā viss starptautiskās orbitālās stacijas projekts. *MirCorp* revolucionārā ekonomiskā pieredze varētu galu galā pat aizēnot visus NASA solītos augsti tehnoloģiskos pētījumus uz absurdi dārgās (60 miljardu dolāru) starptautiskās orbitālās stacijas. Prasme ar minimāliem līdzekļiem pelnīt naudu kosmiskajā vakuumā ir svarīgāka par eksotiskām tehnoloģijām un birokrātu iecerētiem megaprojektiem. Ja *MirCorp* izdosies to pierādīt, savulaik par komunisma simbolu kalpojusi *Mir* stacija būs brīvās uzņēmējdarbības uzvara kosmosā.

Ar rakstu saistītas *www* adreses

MirCorp

<http://www.mirstation.com/>

Space Frontier Foundation

<http://www.space-frontier.org/>

Energia kompānijas *Mir* lapa <http://www.energiatd.com/mir.htm> 🐦

KAS NOTIEK AR CILVĒKU VAKUUMĀ?

Nāvējošais kosmiskais vakuums ir viens no galvenajiem draudiem, cilvēkiem dodoties ārpus Zemes atmosfēras. Agrīnie eksperimenti ar dzīvniekiem 19. gadsimtā parādīja dekompresijas katastrofiskās sekas: noslāpšanu, kesa slimību, arteriālo gāzu emboliju (gāzu burbuļu radīti asinsvadu aizsprostojumi – *tulk. piez.*) un ūdens vārišanos organismā, kas, pēc toreizējiem uzskatiem, garantēja momentānu nāvi. Kamēr ūdens ķermeņa temperatūrā vārās 19 km augstumam atbilstošā spiedienā (tā sauktā Armstronga robeža), asinis sāk vārieties jau 16 km augstumā atkarībā no gāzu sastāva, tāpēc Armstronga robeža īstenībā ir visai nenoteikta josla.

Liela augstuma izraisītās medicīniskās sekas pirmoreiz mēģināja novērst Kross-Spinelli (*Croce-Spinelli*) un Sivals (*Sivel*) 1874. gadā, gaisa balona lidojuma laikā lietojot skābekļa maskas. Pols Berts (*Paul Bert*) 1878. gadā izveidoja pirmo augstumkameru, un Vilejs Posts (*Wiley Post*) 1934. gadā demonstrēja skafandru lidojumiem stratosfērā. Sasniedzot 12 km augstumu, elpošanai sāka lietot virspiediena skābekļa maskas, jo citādi ogļskābās gāzes un ūdens tvaiku spiediens plaušās neļautu izdarīt ieelpu. Sākotnējie mēģinājumi ārējo spiedienu aizstāt ar cieši savilktiem, elastīgiem, bet nehermētiskiem kombinezoniem ļāva izdzīvot stratosfērā pat 1/50 atmosfēras mazā spiedienā, kas tikai divreiz pārsniedz vidējo spiedienu uz Marsa. Elastīgi kombinezoni tomēr nenovērs kavitācijas burbuļu (sirds darbības radītā svārstīgā spiediena izraisīti burbuļi, līdzīgi kā tas notiek aiz kuģa dzenskrūves – *tulk. piez.*) rašanos artērijās, kas var traucēt asinsriti.

Hermētiski apģērbi, piemēram, *Apollo* astronautu valkātie *ILC Dover* skafandri, ietver visu ķermeni elpojamā atmosfērā. Spiediena radīto mehānisko slodžu un kustību traucējumu

samazināšanai skafandros parasti uztur tikai 0,3 atm liela spiediena tīra skābekļa atmosfēru. Tīrs skābeklis dramatiski paaugstina ugunsgrēka draudus, tāpēc kosmiskajās stacijās un *Space Shuttle* izmanto Zemes gaisam identisku atmosfēru ar 1 atm spiedienu. Ejojot ar skafandru atklātā kosmosā, spiediena maiņai no 1 atm uz 0,3 atm jābūt pakāpeniskai, līdzīgi kā ūdenslidējiem atgriežoties no dzelmes.

Samērā augstais spiediens *Shuttle* vai orbitālo staciju telpās palielina dekompresijas bīstamību. Ko tieši var sagaidīt spiediena krišanās gadījumā? Kas notiek ar neaizsargātu cilvēku vakuumā?

Dekompresija apdraud galvenokārt plaušas, sirdi un smadzenes. Plaušu bojājumi pēkšņā, sprādzienveida dekompresijā rodas no milzīgās spiediena atšķirības plaušās un apkārtējā vidē. Pat 0,1 atmosfēras spiediena starpība izraisa plaušu plisumus, alveolu pārsprāgšanu un pārvērš plaušas saardītā, asiņainā receklī, kurš zināmos apstākļos tomēr var turpināt funkcionēt.

Sirdi apdraud skābekļa trūkums un sirds muskuļa sastiepums. Sirds ritms pirmajās 20 sekundēs paātrinās, tad minūtes laikā palēninās un pēc vēl vienas minūtes apstājas, bet teorētiski ir atjaunojams 5–7 minūšu laikā pēc negadījuma.

Centrālā nervu sistēma cieš no embolijas un skābekļa trūkuma, kas izraisa samaņas zudumu. Trūkst datu par tiešiem neiroloģiskiem bojājumiem, jo gadījumos ar labvēlīgu iznākumu nopietnas smadzeņu traumas nav novērotas.

Vakuums izraisa ūdens tvaika burbuļu zem ādas, kas var ievērojami uzpūst nelaimīgā astronauta ķermeni un, piemēram, traucēt atbrīvošanu no bojāta skafandra.

Kādi ir iespējamie aizsargpasākumi pret vakuuma izraisītiem veselības bojājumiem? Dekompresijas sekas ir atkarīgas no spiediena krišanās pēkšņuma, absolūtās spiedienā star-

pibas, sākotnējā un beigu spiediena attiecības un gaisa daudzuma plaušās.

Space Shuttle var uzturēt pusi normālā spiediena divas stundas un atgriezties uz Zemes, ja gaiss nemitīgi aizplūst pa 1 centimetru lielu caurumu. Šādu bojājumu radīt spējīgu meteoru un kosmisko grūžu biežums zemā orbītā ir 10^{-4} uz kvadrātmetru gadā. Starptautiskās orbitālās stacijas moduļus aizsargā keramiska auduma slāņi, kas izkļiedē meteora enerģiju līdzīgi kā bruņuveste aiztur lodi. Kosmosa kuģos tātad tiek garantēta zināma drošība un novērsta iespēja iestāties pēkšņam vakuuumam.

Elastīgie kombinezoni, ko astronauti valkā starta un nolaišanās laikā, daļēji pasargā no asins vārišanās pat 2% mazā atmosfēras spiedienā, kas atbilst 21 km augstumam virs Zemes. Tas tomēr pilnībā nenovērš tvaika emboliju artērijās un ar to saistītos asinsrites traucējumus.

Ar gaisa rezervēm un sakaru iekārtām apgādāti glābšanas baloni dotu vēl vienu cerību ārkārtējos gadījumos. Metru lielās hermētiska auduma sfēras ļautu uz laiku patverties, piemēram, ja nākas uz brīdi atvērt un "izvēdināt" kosmosa kuģa kabīni ugunsgrēka gadījumā.

Vakuuma efektu ārstēšanai šobrīd netiek izmantotas standarta procedūras. Pēdējo 30 gadu pieredze tomēr ieskicē aptuvenu pirmās palīdzības secību.

Spiediena atjaunošana novērš burbuļu veidošanos asinsvados un audos, pārtrauc uztūkšanu un dod iespēju tālākai terapijai. Atklātā kosmosā vai uz Marsa tas nozīmētu bojāta skafandra steidzīgu salīmēšanu un iekšējās atmosfēras atjaunošanu no skafandra skābekļa tvertnēm. Starptautiskajā orbitālajā stacijā vakuuma upuri ievietotu gaisa slūžās ar paugstinātu skābekļa spiedienu (līdzīgi rikojas ūdenslidēju dekompresijas slimības ārstēšanai barokamerās).

Dzīvības funkciju uzturēšanai būtu nepieciešama traheju drenēšana un plaušu mākslīga ventilēšana alveolu rezonanses frekvencē, kas ir 10–30 reižu sekundē, jo tikai tā

iespējams piegādāt gaisu smagi bojātām plaušām. Iekšējā asiņošana un plazmas zudumi tiktu kompensēti ar intensīvu intravenozu infūziju. Ūdens iztvaikošanas atdzesētā āda var pat sasalt, taču zemas ķermeņa temperatūras uzturēšana vismaz 2 stundas pēc negadījuma varētu palielināt izdzīvošanas iespējas. Sirdsdarbības atjaunošanai starptautiskā orbitālā stacija būs apgādāta ar elektrošoka defibrilatoru.

Embolijas ārstēšanai izmantojami vairāki medikamenti, piemēram, pentoksifillīns (trenāls), kas palielina eritrocītu plastiskumu, samazina asins viskozitāti un tādējādi uzlabo asinsapgādi, turklāt tā nebūtiskie blakusefekti to ļauj izmantot pat profilaktiski pirms riskantām darbībām atklātā kosmosā.

NMDA (specifiska neurotransmitera N-metil-D-aspartāta – *tulk. piez.*) antagonistu kā kalcija kanālu bloķētāji samazinātu skābekļa trūkuma radīto kalcija jonu ieplūšanu smadzeņu neironos, tādējādi palēninot hipoksijas (skābekļa trūkuma – *tulk. piez.*) neiroloģiskās sekas. Arī prostaglandīni (specifiskas vielas – audu hormoni, taukskābju atvasinājumi, kas spēlē lomu iekaisuma procesos – *tulk. piez.*) aizsargā smadzenes pret skābekļa trūkumu un trombiem.

Kosmisko skafandru spiediena pazemināšana tos padarītu drošākus. *Space Shuttle* skafandru 0,3 atm spiedienu un krievu *Orlan – M* 0,44 atm spiedienu vajadzētu samazināt līdz 0,27 atmosfērām ARGOX maisījuma (62% argons, 38% skābeklis).

Vakuuma efekta izraisītu veselības traucējumu izzušanu, apstākļiem atkal normalizējoties, ir pierādījuši vairāki nelaimes gadījumi. ASV Gaisa spēku pilots Džo Kitindžers 1960. gadā ar balonu pacēlās eksperimentālā misijā 31 km augstumā, kad dehermetizējās labās rokas cimd. Par spīti sāpošajai un vēlāk nejutīgajai rokai, viņš nolēma misiju turpināt. Pēc nolaišanās ar izpletņi roka pilnīgi atlaba.

1966. gadā Hjustonā vakuumkamerā video-lentē fiksētu izmēģinājumu laikā pārsprāga skafandrs 36 km augstumam ekvivalentā spiedienā.

Skafandra izmēģinātājs vēlāk stāstīja, kā Marsa augstienēm līdzīgajos apstākļos uz viņa mēles vārijās siekalas, līdz tika zaudēta samaņa. Spiedienam paceļoties līdz 0,5 atmosfērām, viņš atjēdzās bez nopietnām sekām.

1982. gadā apkopēji joka pēc ieslēdza vienu savu biedru kosmisko aparātu testēšanai paredzētā vakuumkamerā, taču lūkas aizvēršana iedarbināja automātiskā cikla vakuumsūkņus. Pagāja trīs minūtes, pirms ieradās kompetents personāls un iekārtu izdevās pārslēgt uz manuālo režīmu. Šajā laikā retiņājums jau bija ekvivalents spiedienam 22 km augstumā virs jūras līmeņa. Pagāja vēl 60 sekundes, kamēr izdevās izsist jonizācijas manometra stikla iluminatoru un atjaunot normālu atmosfēras spiedienu. Cietušā seja bija zila, mute puotoja, plaušas asiņoja un abas bungādiņas bija pārpļēstas. Viņš saņēma intravenozas dekadrona injekcijas, taču uz barokameru nācās gaidīt 5,5 stundas. Diennakti vēlāk viņš jutās pieņemami, pēc 5 dienām elpoja pilnīgi patstāvīgi un gadu vēlāk neizrādīja nekādus neiroloģiskus bojājumus.

Vai astronauts var pārciest tiešu kontaktu ar kosmisko tukšumu, asiņot vakuumā un izdzīvot? Izrādās, ka tas jau ir noticis. Gregs Bennets rakstīja *sci.space* interneta lapā par šādu atgadījumu: “Mēs esam pieredzējuši vienu skafandra pārduršanas negadījumu *Space Shuttle* lidojumos. *STS-37* misijā viena mana eksperimenta laikā instruments nejauši pārdūra astronauta cimdu starp īkšķi un rādītājpirkstu. Tā nebija pēkšņa dekompresija, tikai 3 milimetru caurums, bet šeit “purvā”, respektīvi, misijas kontroles telpā tas bija sa-

Ar rakstu saistītas *www* adreses

Kosmisko skafandru lapa <http://www.farbill.org/s/lees/index.shtml>

Pēkšņas dekompresijas efekti <http://www.vnb.org/FSManual/01/07RapidDecompress.html>

Aviācijas medicīnas lapa <http://www.ozemail.com.au/~dxw/avmed.html>

Aerokosmiskās medicīnas asociācija <http://www.asma.org/> 



Astronauts Storij Masgreivis Habla teleskopa pirmajā remontmisijā.

traucoši, jo tas bija pirmais negadījums ar skafandru kosmosā. Pārsteidzoši, astronauts neko nemanīja, viņš bija tik aizņemts, ka atklāja sāpīgu sarkanu zīmi uz plauksta tikai vēlāk. Viņš domāja, ka tas ir noberzums, un pārāk neuztraucās. Īstenībā āda bija piesūkta pie cauruma cimdā, asiņoja kosmosā, un sarecējušās asinis daļēji aiztīmēja bojājumu.”

Noslēgumā var teikt, ka, par spīti gravitācijas, skābekļa, spiediena, siltuma un visu citu pierasto Zemes vides elementu trūkumam kosmosā, mēs esam iemācījušies pielāgoties apstākļiem un ceļot augstāk un tālāk nekā cilvēces vairākums kādreiz varēja iedomāties. No pirmajām skābekļa maskām līdz ērtiem un drošiem skafandriem mēs pielāgojamies izdzīvošanai absolūtā tukšumā. Medicīnas attīstība ļauj cīnīties pat ar mūsu ķermeņu vārišanos vakuumā, un tas ir sasniegts laikā, kad mēs esam tikko sākuši rāpties ārā no mūsu mājgās, bet mazās pasaules.

(No angļu valodas tulkojis J. Jaunbergs)

Tulkotāja piezīme. Ja “ZvD” lasītājiem zināmi dekompresijas negadījumi padomju kosmiskajā programmā, raksta autors būtu pateicīgs par šādu informāciju – lūdzu, rakstiet Jānim Jaunbergam rupucis229@botmail.com vai “ZvD” redakcijai.

KOSMOSA IZPĒTE PIRMS 40 GADIEM

- 1960. gada 4. oktobris.** ASV palaiž eksperimentālo sakaru pavadoni *Courier 1B* ar nesējraķeti *Thor*. Šāda modeļa raķetei tas jau ir simtais starts. Orbitas augstums – robežas starp 967 km un 1214 km.
- 1960. gada 10. un 14. oktobris.** Neveiksmīgi PSRS Marsa izpētes aparātu starti. Pirmajā reizē nepilnas sešas minūtes pēc starta notiek kļūme nesējraķetes orientācijas sistēmā un 640 kg smagais kosmiskais aparāts, kuram bija jāpārlido Marss un tas jānofotografē, sadeg Zemes atmosfērā. Otrajā reizē analogisks aparāts beidza lidojumu nepilnas piecas minūtes pēc starta, jo neiedarbojās nesējraķetes trešā pakāpe.
- 1960. gada 13. oktobris.** ASV Kosmiskās aģentūras speciālisti veic eksperimentu ar trim pelēm, kuras ar nesējraķeti nelielā pārlidojuma laikā tiek nogādātas līdz 1040 km augstumam. Visas trīs peles veiksmīgi kapsulā nolaidās uz Zemes.
- 1960. gada 26. oktobris.** Neveiksmīgs ASV spieģošanas pavadoņa *Agena B* starts (neizdevās atkabināties no nesējraķetes *Thor*).
- 1960. gada 1. novembris.** Čelomeja konstruktoru birojam (PSRS) tiek uzdots izveidot pilotējamu spārnotu kosmisko aparātu, ar kuru būtu iespējama ASV pavadoņu pārtveršana, izpēte un iznīcināšana līdz pat 290 km augstumam.
- 1960. gada 1. novembris.** NASA (ASV) palaiž jonosfēras izpētes pavadoni S-30. Tā orbitas perigejs ir 394 km, apogejs – 1331 km, orbitas noliekums – 49,9 grādi.
- 1960. gada 23. novembris.** Tiek veiksmīgi palaiests meteoroloģiskais pavadoņs *Tiros 2* (ASV). Tas riņķo 547–610 km augstumā un iegūst praktiskus meteoroloģiskus datus.

M. G.

KĀ ABONĒT “ZVAIGŽŅOTO DEBESI” ?

To var veikt trīs veidos:

- abonēšanas centrā “*Diena*” Rīgā un tā filiālēs;
- apgādā “*Mācību grāmata*” Rīgā, Zeļļu ielā 8, personīgi, vai arī
- Latvijas Pasta nodaļās, ieskaitot naudu “*Mācību grāmatai*”, reģ. Nr. LV 50003107501, kontā PNS 1000096214 ar norādi “*Par žurnālu “Zvaigžņotā Debess”*”, atzīmējot piegādes periodu, pasūtāmo eksemplāru skaitu, kā arī uzrādot precīzu un salasāmu piegādes adresi.

Abonēšanas cena 2000. gadam Ls 3,20, vienam numuram – Ls 0,80. Neko vēl neesat nokavējuši: žurnālu visam 2000. gadam var abonēt jebkurā 2000. gada mēnesī! Uzziņas pa tālruni 7 615 695.

“*ZvD*” abonēšana **2001. gadam** (pielikumā – *Astronomiskais kalendārs 2002. gadam*) veicama kā līdz šim; cena gadam Ls 4, vienam numuram – Ls 1.

Redakcijas kolēģija

MĀRIS KRASTIŅŠ

ŅUJORKĀ ATKLĀTS MODERNS PLANETĀRIJS

ASV lielpilsēta Ņujorka, kuras galvenie simboli ir Brīvības statuja un savulaik pasaulē visaugstākās ēkas – Pasauls tirdzniecības centrs un *Empire State Building*, ir plaši pazīstama arī kā daudzu ievērojamo muzeju mājieta. Tajos aplūkojamo ekspozīciju tematika ir saistīta gan ar mākslu un kultūru, gan arī ar izglītību un zinātni. Ar vienmēr aktuālajām un sabiedrību interesējošām dabas zinātnēm Ņujorkas iedzīvotāji un viesi var iepazīties Amerikas Dabas vēstures muzejā (*American Museum of Natural History*). 2000. gada 19. februārī šim muzejam tika atklāta nozīmīgākā piebūve tā 130 gadu vēsturē – Rouzu Zemes un kosmosa centrs (*Rose Center for Earth and Space*). Ārēji iespaidīgā stikla celtnē piesaista uzmanību gan ar savu vērienīgumu, gan arī ar astronomisko veidolu – lielu lodī un Saules sistēmas planētu modeļiem (*sk. 1. att.*). Būves arhitektūras autoriem no biroja *Polshek Partnership Architects* ir ļoti veiksmīgi izdevies apvienot tehnoloģiski specifiskas konstrukcijas un astronomiskus simbolus.

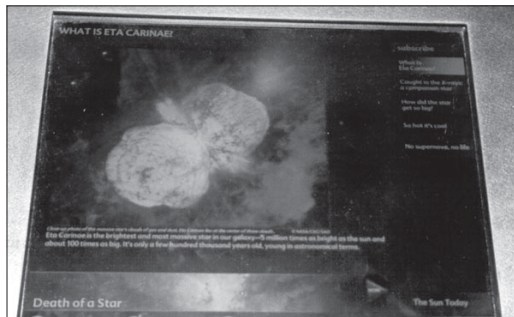


1. att. Rouzu Zemes un kosmosa centrs (skats no 81. ielas).

Zemes un kosmosa centra iekšstelpās izvietotie ekspozīciju stendi sniedz plašu un daudzpusīgu informāciju par mūsu planētu un Visumu. Centra pirmajā stāvā, kur atrodas Kalmanu Visuma zāle (*Dorothy and Lewis B. Cullman Hall of Universe*), var iepazīties ar visiem astronomijas teorētiskajiem jautājumiem (*sk. 2. att.*), videoekrānos aplūkot kvalitatīvus astronomisko objektu fotoattēlus, tajā skaitā arī jaunākos Habla kosmiskā teleskopa fotouzņēmumus (*sk. 3. att.*),



2. att. Ekspozīcijas stends Kalmanu Visuma zālē.



3. att. Ekspozīcijas stenda fragments Kalmanu Visuma zālē (*Kas ir Kuģa Ķīļa Eta?*).

izlasīt detalizētus paskaidrojumus vai arī noklausīties kompetentu astronomu komentārus. Īpaša uzmanība pievērsta dzīvības formu meklējumiem un eksistencei Visumā. Zāles centrā novietots 15,5 tonnu smagais Vilametas (*Willamette*) meteorīts (*sk. 4. att.*). Otrajā stāvā atrodas Gotsmanu Zemes zāle (*David S. and Ruth L. Gottesman Hall of Planet Earth*), kuras ekspozīcija iepazīstina ar procesiem, kuru ietekmē veidojusies mūsu planēta un kuri joprojām norisinās tās iekšienē. Uz liela ekrāna tiek demonstrēti videomateriāli par zemestrīču, vulkānu izvirdumu un atmosfēras parādību pētījumiem. Zālē izstādīta arī liela iežu kolekcija, bet ievērojamākie eksponāti ir sēra skursteņi, kas veidojušies okeānos hidrotermiskos procesos. Šie veidojumi norāda uz iespēju, ka dzīvība uz Zemes varētu būt radusies tieši šādā vidē, kur nenonāk Saules gaisma. Trešajā stāvā apkārt lielajai lodei izvietoti nelieli stendi, kuri secīgi iepazīstina ar kosmiskajiem mērogiem, sākot no dažu angstrēmu lieliem “objektiem” (atomiem) un beidzot ar megaparsekos mērāmām struktūrām – galaktiku kopām un superkopām.

Centra galvenā telpa neapšaubāmi ir Kosmosa teātris (*Space Theater*) – planetārijs, kas atrodas ceturtajā stāvā un uz kuru apmeklētāji tiek vesti ar speciālu liftu. Pirms seansa sākuma



4. att. Raksta autors un “marsietis” pie Vilametas meteorīta.

ir iespējams noskatīties videomateriālu par teleskopiem un Visuma izpēti. Šajā ievadseansā liela uzmanība ir veltīta skatītāju sagatavošanai ceļojumam pa Visumu. Videofilmas beigās tiek uzdoti jautājumi par dažādām astronomiskām tēmām, bet pēc isa brīža tiek parādīta arī pareizā atbilde. Diemžēl nav sevišķi interesanti šo filmu skatīties divas vai pat vairāk reizi, gaidot, kamēr ar liftiem tiks uzvesti visi skatītāji. Jāsecina, ka šis transportēšanas veids ir izrādījies diezgan neveiksmīgs un muzeja administrācija droši vien nav pārdomājusi, ka vizināšanās ar liftiem un pārdesmit minūšu vienmuļa gaidīšana nebūt nav interesantākā atrakcija, ko piedāvāt apmeklētājiem. Pēc šķietami ilgās gaidīšanas planetārija lielās durvis tomēr beidzot atveras un nepacietīgie skatītāji ir sagaidījuši izrādes “*Visuma pase*” (*Passport to the Universe*) sākumu. Filmas demonstrēšanā tiek izmantots Zeiss tipa optiskais projektors. Fonā dzirdami arī daudzi iespaidīgi audio efekti. Filmas saturs ir samērā vienkāršs. Skatītāji tiek “vesti” no Zemes uz Oriona miglāju, tālāk uz Lokālo galaktiku kopu, Jaunavas superkopu līdz vistālāk esošajiem Visuma objektiem. Filmas scenārija autori Anna Draiēna (*Ann Dryan*) un Stīvens Soters (*Steven Soter*) ir vēlējušies atspoguļot Visuma uzbūves būtību, parādot, kādā secībā palielinās Visuma objektu izmēri. Filma ir 25 minūtes gara, videoattēlu kvalitāte ir lieliska, bet tās tematika diemžēl neatbilst planetārija de-



5. att. Planētu modeļi tuvplānā.

Visi autora foto

monstrējumu specifikai. Zvaigžņotā debess, kas pa visu kupolu parādās tikai epizodiski, ir grūti uztverama, jo zvaigžņu spožumi un izmēri nav ievēroti. Turklāt zvaigznes spīd kā mazas lampiņas, kurām ir nosacīta līdzība ar dabā novērojamām zvaigznēm. Arī filmas saturs vietām ir saraustīts, atsevišķas epizodes neiekļaujas kopējā kontekstā. Līdz ar to šis videomateriāls ir samērā virspusējs.

Neraugoties uz atsevišķiem trūkumiem planetārija organizatoriskajā struktūrā un vizuālajā noformējumā, Zemes un kosmosa centrs ir uzskatāms par pasaulē modernāko muzeju. Eks-

pozīciju stendi, kas veidoti sadarbībā ar *NASA*, ir nevainojami, un apmeklētājiem ir iespējams vienuviet uzzināt visu par astronomiju. Centrs uzbūvēts par Ņujorkas štata, Ņujorkas pilsētas municipālo iestāžu, kā arī privātpersonu ieguldītajiem līdzekļiem. Tas nosaukts galveno ziedotāju – Frederika un Sandras Rouzu (*Frederick Phineas and Sandra Priest Rose*) – vārdā. Ikviena organizācija un privātpersona, kura piedalījusies ēkas celtniecībā vai ekspozīcijas izveidošanā, var pamatoti lepoties, ka centrs ar tajā apvienotajām arhitektūras un zinātnes vērtībām ir patiesi 21. gadsimta muzejs. 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

VLT KUEYEN vēro kosmiskās mirāžas. 1. aprīli Paranalas kalna observatorijā ieradās vieszinātnieki no Tulūzas (Francija), lai veiktu pirmos zinātniskos novērojumus, izmantojot otro *VLT* teleskopu *KUEYEN*. Divas nakts viņi mērija attālumus līdz ļoti tālām galaktikām, kas atrodas aiz galaktiku kopām. Franči neslēpa sajūsmu par iespējām, ko sniedz *VLT*. Iegūtie dati ļaus aprēķināt kosmoloģisko parametru vērtības, kas nosaka Visuma ģeometriju un evolūciju. Tā kā galaktiku kopas ir ļoti masīvi veidojumi, to gravitācijas lauks pastiprina un izkropļo galaktiku attēlus, kas atrodas aiz tām. Faktiski galaktiku kopas darbojas kā gravitācijas lēcas. Dažos gadījumos šāda lēca galaktikas attēlu var sadalīt vairākās komponentēs, izraisot mirāžai līdzīgu efektu. Nosakot attālumu līdz šādām galaktikām (ar “mirāžām”), kā arī zinot masas sadalījumu galaktiku kopā (gravitācijas lēcā), var noteikt Visuma ģeometriju dotajā virzienā. Tas nozīmē, ka kosmisko mirāžu novērojumi un modelēšana dos iespēju kvantitatīvi aprakstīt Visuma telpu.

Spektroskopisti liksmo: lai dzīvo UVES! *ESO* Paranalas kalna teleskops *VLT KUEYEN* iegūvis jaunu instrumentu debess spīdekļu detalizētai analīzei – spektrogrāfu *UVES* (*Ultraviolet – Visual Echelle Spectrograph*), kas paredzēts spektroskopisko novērojumu veikšanai ultravioletajā un redzamajā gaismā. Tas ir trešais uz *VLT* uzstādītais zinātniskais instruments, kas nodots zinātnieku rīcībā. Jaunais spektrogrāfs var vienlaikus reģistrēt līdz 5000 angstrēmus plašu spektra diapazonu, spektra sarkanajā daļā izšķirot detaļas, kas atrodas 0,06 angstrēmu attālumā viena no otras vai ātrumu skalā tam atbilst 0,26 km/s. Spektrogrāfa *CCD* detektora izmēri ir visai iespējami, to veido vairāk nekā 23 miljoni gaismasjutīgu elementu. Pateicoties teleskopa spoguļa izmēriem un spektrogrāfa efektivitātei, *UVES* ļaus veikt ļoti vāju objektu vispusīgu spektrālo analīzi. Novērojumu testi demonstrē instrumenta daudzpusīgās izmantošanas iespējas, sākot ar individuālu zvaigžņu ķīmiskā sastāva analīzi tuvākajās galaktikās, Visuma ķīmiskās evolūcijas izpēti un beidzot ar melno caurumu pētniecību. Domājams, ka ekstraordināru ideju autoriem *UVES* kļūs par istu “zelta bedri”.

I. Z.

KĀRLIS BĒRZIŅŠ

AR KOSMOLOĢIJU UZ TU: KOSMOLOĢIJAS PAMATPRINCIPI UN VISUMA MODEĻI

(Turpinājums)

2. NO STATISKA VISUMA LĪDZ FRĪDMAŅA MODEĻIEM

Pirms Alberta Einšteina vispārīgās relativitātes teorijas izveidošanas un Edvina Habla atklātās galaktiku lineārās attālināšanās valdija uzskats, ka Visums ir statistiska bezgalīga Eiklīda telpa. Kā jau iepriekš minējām (sk. K. Bērziņš. “Ar kosmoloģiju uz tu: kosmoloģisko uzskatu attīstība” – *ZvD*, 2000. g. pavasaris), Einšteins 1916. gadā, izveidojot pirmo modernās kosmoloģijas teoriju, sākotnēji uzskatīja, ka Visums ir statistisks (nekustīgs), tātad nemainīgs, protams, nenoliedzot tajā atrodošos debess ķermeņu evolūciju.¹ *Visums – tas ir viss mūsu pasaulē eksistējošais*, ieskaitot telpu, matēriju un laiku, taču bieži ar šo terminu tiek domāta *tikai telpa*. Atgādināsim, ka novērojumu materiālu, kas pietiekami labi liecinātu par Visuma izplešanos (t. i., gravitatīvi nesaistītu galaktiku savstarpēju attālināšanos), Edvinam P. Hablam izdevās saņemt tikai šā gadsimta divdesmito gadu beigās. Tātad mēs varam “pārmest” A. Einšteinam nepamatotu vienkāršāko Visuma modeļu klases izvēli. Iedomājieties piepūstu balonu un domās tajā vienmērīgi iezīmējiet noteiktu skaitu molekulu – “galaktikas”. Iezīmētās molekulas pār-

vietojas un svārstās – “evolucionē”, taču nekas nenotiek ar pašu telpu – balona tilpums nemainās. Šādā modeli Visuma potenciālajai enerģijai ir jābūt vienādai ar kinētisko enerģiju, lai galaktikas nevarētu aizlidot bezgalīgi tālu prom cita no citas un arī lai tās nekolapsētu visas vienā punktā. No matemātikas viedokļa, šāds risinājums ir ļoti nestabils, pietiek tikai nedaudz šīm enerģijām atšķirties, lai statistiskums tiktu izjaukts... Tiesa, Einšteins savā modeli ņēma vērā arī telpas liekuma izraisīto efektu. No relativistiskās teorijas postulējuma, ka masa izliec telpu, seko iespēja, ka arī visa Visuma telpa ir deformēta – liekta. Tādējādi Einšteins bija ieguvis dinamisku Visumu aprakstošu vienādojumu, kuru, tobrīd valdošās nemainīguma idejas vadīts, viņš centās padarīt par statistisku (bez globālas kustības). To viņš panāca 1917. gadā, teorijā ieviešot vēl vienu papildu locekli – tā saucamo Λ (lambda) koeficientu jeb kosmoloģisko konstanti, kuras vērtību vienmēr var piemeklēt tādu, lai Visums nebūtu dinamisks. Simboliski, bet pēc būtības Einšteina Visuma vienādojumu vispārīgi varam uzrakstīt ar četriem atšķirīgiem faktoriem:

$$K = P \pm k \pm \Lambda, \quad (2)$$

kur K ir *kinētiskais (dinamiskais)* faktors, P ir *potenciālais (gravitatīvais)* faktors un k un Λ apzīmē attiecīgi telpas izliekuma un kosmoloģiskās konstantes izraisītos efektus. Pirms k un Λ atrodas plus/minus zīmes, jo telpa vispārīgā gadījumā var būt gan izliekta, gan ieliekta un Λ vērtība, tai skaitā arī zīme, tiek piemek-

¹ Atcerieties, *kosmoloģija* ir mācība par visu Visumu kā vienotu objektu. Tā, protams, nav strikti nošķirama no *astrofizikas* – mācības par atsevišķiem Visumā eksistējošiem objektiem.

lēta, lai vienādojums (2) būtu statisks, t. i., lai K būtu nulle. Jāpiebilst, ka Einšteins savu vienādojumu (2) bija pierakstījis tenzoru (vispārinātā vektora/matricas) formā. Taču divaini, kāpēc Einšteinam, uzrakstot dinamisku Visuma vienādojumu, šķīta nepieciešami tajā iekļaut vēl vienu papildu locekli? Šā vai tā, bet vēlāk Einšteins savu kļūdu pilnībā atzina un pat nosauca Λ par savas dzīves lielāko kļūdu! Taču, palaista pasaulē, kosmoloģiskā konstante turpinā dzīvot arī mūsdienu Visuma modeļos. Protams, Einšteina motivācija ieviest papildu matemātisku locekli Λ , lai nodrošinātu statisku Visumu, bija kļūda, taču šo faktu varam uzlūkot arī no citas puses, piešķirot tam dziļāku fizikālu jēgu – telpas īpašību raksturojoša lieluma nozīmi – to, ko mēs tagad saprotam ar vakuuma enerģiju. Kā redzams, Einšteins sākotnēji nepareizi vadījās primāri no statistiskuma nosacījuma, kuru panāca (kā sekas) ar nepieciešamu Visuma telpu raksturojošu konstanti. Turpretī tagad telpu raksturojošā īpašība ir ieņēmusi celoņa vietu, kas (kā sekas) izmaina dinamiku K , t. i., Visuma izplešanās raksturu. Kosmoloģiskās konstantes (vakuuma enerģijas) fizikālā jēga ir pretēja gravitācijai, t. i., tā veicina telpas izplešanos. Konstantes Λ skaitliskā vērtība ir ļoti niecīga, piemēram, Einšteina statistiskajam modelim tās nepieciešamais lielums ir tikai:

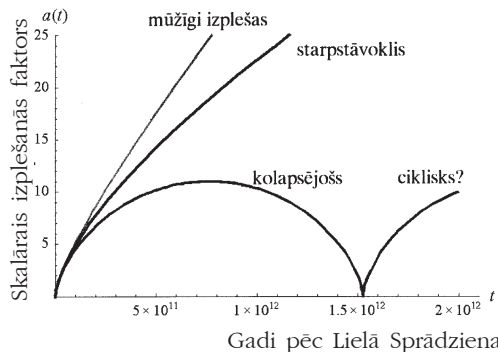
$$\Lambda_E = \frac{4\pi G\rho}{c^2} \approx 10^{-52} \text{ m}^{-2}, \quad (3)$$

kur $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ – gravitācijas konstante, ρ – Visuma vidējais blīvums (apmēram $10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$), c – gaismas ātrums. Kā redzam, $|\Lambda|$ ir attāluma kvadrāta apgriezta dimensija.

Galaktiku sarkanās nobīdes liecina, ka tās attālinās cita no citas. Attālinās tikai tie debess ķermeņi, kas nav gravitatīvi (fizikāli) saistīti, t. i., Saules sistēma, piemēram, neizjūt Visuma izplešanos. No termodinamikas zinām, ka telpai izplešoties un blīvumam samazinoties, tā atdziest. Ekstrapolējot pagātnē, nonākam pie secinājuma, ka pirms kāda brīža Visums bija ļoti karsts un tam piemita ļoti liels blīvums. Noti-

kumu, kad visa Visuma masa bija koncentrēta singularitātē, mēs saucam par Lielo Sprādzienu. Jāatceras, ka termins “sprādziens” nav izvēlēts pietiekami veiksmīgi, jo šeit nav runas par sprādzienu, kā mēs to iztēlojamies ikdienas izpratnē.²

Vispārīgā gadījumā atrisināt Einšteina vienādojumu (2) ir ļoti grūti, un tam nav arī lielas fizikālas jēgas, jo kosmoloģijas uzdevums ir



Dinamiska visuma modeļi: Frīdmaņa visuma modeļi var gan mūžīgi izplesties, gan kolapsēt procesā, kas pretējs Lielajam Sprādzienam, pēc tam, iespējams, atdzimstot no jauna. Abus šos gadījumus atdala starpstāvoklis, kurā visums mūžīgi izplešas, taču tas notiek ar ātrumu, kas visu laiku samazinās (tiecoties uz 0). Skalārais izplešanās faktors raksturo relatīvos visuma izmērus.

reālajam Visumam atrast tikai vienu modeli (nevis daudzus!). Tāpēc liela nozīme ir atsevišķiem speciālgadījumiem, pievienojot teorijai papildu nosacījumus (pieņēmumus). Kā jau minējām, Einšteina speciālgadījums bija statistiskuma nosacījums. Savukārt de Sitters 1917. ga-

² Vārda “sprādziens” nozīmi terminā “Lielais Sprādziens” varam labāk izprast ar attiecīgo amerikāņu angļu valodas vārda “bang” palīdzību, proti, tas bieži tiek lietots, uzsverot veiksmi, ka kaut kas ir sācies, ka kaut kas notiek. Piemēram: “And bang! We got an image.” (Un veiksmē! Mēs ieguvām uzņēmumu.) Tātad par Lielo Sprādzienu mēs varam domāt kā par Lielo Veiksmi...

dā izveidoja tukša visuma kosmoloģisko modeli, kurā nav matērijas, tātad spiediens un blīvums ir nulle. Vakuuma enerģijas dzīts, šāds visums ļoti strauji izplešas. Protams, ka šāds modelis ir nereāls, taču, no matemātiskā viedokļa, tas nospēlēja ļoti lielu lomu inflācijas teorijas veidošanā, sniedzot risinājuma prototipu ļoti straujai eksponenciālai izplešanās (inflācijas) fāzei. Tas, kāpēc nepieciešama inflācijas fāze, ir atsevišķa raksta temats.

Savos 1922. un 1924. gadā publicētajos darbos Aleksandrs Frīdmanis no Einšteina vienādojuma bija ieguvis risinājumu ar matēriju pildītam visuma modelim, kuram piemita izplešanās. Atgādināsim, ka tas notika vēl pirms Edvina Habla vēsturiskā atklājuma. Tātad Frīdmanis bija pirmais, kas paredzēja Lielo Sprādzieni. Tiesa, viņa darbi diemžēl plašākai kos-

mologu sabiedrībai tolaik palika nepamanīti. Pirmajā mirklī Einšteins pat uzskatīja Frīdmaņa risinājumu par nepareizu... Pilnībā dinamiska visuma ideja tika pieņemta divdesmito gadu beigās – trīsdesmito gadu sākumā lielā mērā pēc Žorža Lemētra 1927. gada publicētā darba, kas bija veikts neatkarīgi no Frīdmaņa. Einšteina statiskais, kā arī de Sitera modeļi ir Frīdmaņa modeļu saimes speciālgadījumi.

Frīdmaņa visuma modeļi (*sk. att.*) atkarībā no vakuuma enerģijas, matērijas daudzuma tajā un izplešanās ātruma kādā laika momentā var 1) turpināt izplesties bezgalīgi vai 2) sarauties, kolapsējot procesā, kas ir tieši pretējs Lielajam Sprādzienam, kā arī 3) iespējams starpstāvoklis starp abiem iepriekš pieminētajiem scenārijiem, kurā visums bezgalīgi turpina izplesties, taču tas notiek arvien lēnāk un lēnāk.

(Nobeigums sekos)

VIKTORS FLOROVŠ, ANDREJS ČEBERS, DMITRIJS DOCENKO, VJAČESLAVS KAŠČEJEVS

LATVIJAS XXIV ATKLĀTĀ FIZIKAS OLIMPIĀDE RĪGĀ, 1999. GADA 18. APRĪLĪ

Dalībnieku skaits – 113.

Uzvarētāji: P. Lediņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 10. kl.), J. Butans (Liepājas 2. vsk., 10. kl.), A. Gedrovics (Daugavpils eksperimentālā skola, 9. kl.), K. Goba (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 12. kl.), K. Sveds (Rīgas 40. vsk., 10. kl.), V. Vasiļevskis (Daugavpils 10. vsk., 12. kl.), J. Džeriņš (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija, 11. kl.), A. Matrosovš (Rīgas 40. vsk., 9. kl.), A. Matulis (Rīgas 38. vsk., 12. kl.), V. Redžiko (Rīgas 40. vsk., 10. kl.), D. Rusakovs (Daugavpils 4. vsk., 9. kl.).

1. uzdevums (9.–12. kl.). Eksperiments “*Herkulesa elpa*”.

Garu un tievu polietilēna maisu var piepūst ar gaisu, tā vaļējo galu turot pie mutes un pūšot tajā daudzas reizes. Taču, ja spēji pūš maisa atvērtajā galā, turot to nedaudz attāli no mutes, maisu var piepūst uzreiz. Izskaidrojiet eksperimentu!

Atrisinājums. No zināma attāluma uz balonu pūšot gaisa strūklu, tā aplieks balona atvērto galu. Līdzīga situācija izveidojas, ja gaisa plūsmā ieliek, piemēram, cietu lodīti. Tā kā gaiss nevar plūst cauri lodītei, tad tā plūsma aplieks lodīti. Arī balonam, kura otrs gals ir noslēgts, gaiss nevar plūst cauri, un gaisa plūsma apliecas tam apkārt. Lai mainītu gaisa strūklas kustības virzienu, balona atveres tuvumā jāpieaug gaisa spiedienam. Tā kā tādām pašām spiedienam jābūt visur noslēgtajā balonā, tad balons uzpūtīsies. Ja turpreti gaisu balonā pūš tieši pie atveres, tad gaisa spiediens balonā nebūs homogēns un tā piepūšanai vajadzēs vairākas ieelpas un izelpas.

2. uzdevums (9.–12. kl.). “*Lēcas fokuss*”. Priekšmets un tā tiešais attēls, ko veido plāna lēca, izvietojas simetriski attiecībā pret lēcas fokusu. Attālums no lēcas fokusa līdz

priekšmetam ir $L = 4$ cm. Atrast lēcas fokusa attālumu.

Atrisinājums. Apskatīsim atsevišķi 2 gadījumus: 1. – attēls veidojas savācošā lēcā, 2. – attēls veidojas izkliedējošā lēcā.

1. gadījums. Apzīmēsim ar a priekšmeta attālumu līdz lēcai, bet ar b attēla attālumu līdz lēcai. Ievērosim, ka lēcas formulā šis attālums jāņem ar plus vai minus zīmi atkarībā no tā, vai attēls ir īsts vai šķietams.

Tā kā šajā gadījumā attēls ir šķietams, tad $a = F - L$ un $b = -(F + L)$. Ievietojot šos lielumus lēcas formulā, iegūstam:

$$-\frac{1}{F+L} + \frac{1}{F-L} = \frac{1}{F}.$$

No šejienes:

$$(F-L)^2 = 2L^2 \text{ vai}$$

$$F = \sqrt{2} \cdot L + L.$$

Negatīvā sakne $F = -\sqrt{2} \cdot L + L$ neder, jo šajā gadījumā runa ir par savācošu lēcu.

2. gadījums. Līdzīgi kā pirmajā gadījumā iegūstam $a = F + L$ un $b = -(F - L)$. Ievietojam šos lielumus lēcas vienādojumā:

$$\frac{1}{F+L} + \frac{1}{L-F} = -\frac{1}{F}.$$

No šejienes:

$$(F-L)^2 = 2L^2 \text{ vai}$$

$$F = \sqrt{2} \cdot L + L.$$

Otra negatīvā vienādojuma sakne neder, jo F ir izkliedējošas lēcas fokusa attāluma modulis.

Ievietojot skaitliskās vērtības, redzam, ka savācošas un izkliedējošas lēcas fokusa attālumu moduļi ir vienādi ar 9,6 cm.

3. uzdevums (9.–10. kl.). “Atrvilciens”.

Attālumu 40 km starp divām stacijām vilciens nobrauc ar vidējo ātrumu $v_v = 57$ km/h. Sākumā tas vienmērīgi paātrinās laikā $t = 2$ min, tad brauc ar nemainīgu ātrumu, bet pēc tam vienmērīgi palēninās. Nosakiet vilciena kustības palēnināšanās laiku, ja tā kustības maksimālais ātrums ir $v_m = 60$ km/h.

46

Atrisinājums. Izmantosim formulu, ka vienmērīgi paātrinātā vai palēninātā kustībā noietais ceļš ir vienāds ar vidējā ātruma un kustības laika reizinājumu. Tā kā dotajā gadījumā gan paātrinājuma, gan palēninājuma posmā vidējais ātrums ir vienāds ar pusi no maksimālā ātruma, tad ir spēkā sakarība:

$$v_m \frac{t_1 + t_3}{2} + v_m t_2 = v_v (t_1 + t_2 + t_3),$$

kur t_1 un t_3 attiecīgi paātrinātas un palēninātas kustības laiki. No šejienes izsakām vienmērīgas kustības ilgumu:

$$t_2 = \frac{(v_v - v_m/2)}{v_m - v_v} (t_1 + t_3).$$

Izmantojot to, ka pilnais nobrauktais ceļš ir zināms, un ievietojot atrasto t_2 nobrauktā ceļa formulā, atrodam palēninātas kustības ilgumu no sakarības:

$$\frac{v_v v_m (t_1 + t_3)}{2(v_m - v_v)} = S \text{ vai}$$

$$t_3 = \frac{2S(v_m - v_v)}{v_m v_v} - t_1 \approx 2,2 \text{ min.}$$

4. uzdevums (9.–10. kl.). “Autoklāvs”.

Autoklāvā gatavo ēdienu temperatūrā $t = 108$ °C un paaugstinātā spiedienā. Kāda daļa no ūdens iztvaikos pēc katliņa atvēršanas (siltumapmaiņu līdzsvara iestāšanās laikā neņem vērā)?

Atrisinājums. Pēc autoklāva atvēršanas iestāsies līdzsvara temperatūra 100 °C, kas atbilst atmosfēras spiedienam. Siltuma daudzums, kas izdalīsies, ūdenim atdzīstot, tiks patērēts papildus ūdens daudzuma iztvaicēšanai. Sastādot atbilstošu siltuma balansu vienādojumu ($c = 4220$ J/kg/K – ūdens īpatnējā siltumietilpība, $\lambda = 2260 \cdot 10^3$ J/kg – ūdens īpatnējais iztvaikošanas siltums):

$$cm_u \delta t = \lambda m_w,$$

iztvaikojušā ūdens daļas aprēķināšanai iegūstam sakarību:

$$\frac{m_w}{m_u} = \frac{c \cdot \delta t}{\lambda} \approx 1,5\%.$$

5. uzdevums (9.–10. kl.). “Zemūdens sprādziens”.

Novērtējiet dobuma maksimālo rādiusu, kas veidojas, sprāgstot lādiņam ar masu $m = 1$ t zem ūdens $H = 1$ km dziļumā, ja sprāgstvielas sprādziena īpatnējā enerģija ir $q = 4$ kJ/g.

Atrisinājums. Kad dobums būs sasniedzis savu maksimālo rādiusu, visa sprādzienā izdalītā enerģija būs patērēta darba veikšanai, tam izplešoties konstantā spiedienā, kas vienāds ar hidrostatisko spiedienu. Enerģijas balansa sakarība:

$$pV = E = qm.$$

Izsakot dobuma tilpumu ar tā rādiusu

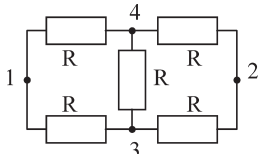
$$V = \frac{4}{3}\pi R^3,$$

iegūstam

$$R = \left(\frac{3qm}{4\pi\rho gH} \right)^{\frac{1}{3}} \approx 4,6 \text{ m}.$$

6. uzdevums (9.–10. kl.). “Elektriskā plītiņa”.

Elektriskās plītiņas vienādu sildītāju savienojuma shēma ir parādīta zīmējumā. Ja tīkla spriegumu pievieno punktos 1 un 2, tad noteiktā laikā izdodas sasildīt līdz vārišanai $m = 500$ g ūdens. Cik daudz ūdens varēs sasildīt līdz vārišanai tajā pašā laikā, ja tīkla spriegumu pievienos punktiem 1 un 3? Ūdens sākuma temperatūra abos gadījumos ir viena un tā pati, sildītāju pretestības izmaiņas un siltuma zudumus neievērot.



Atrisinājums. Ja sprieguma avotu pieslēdz punktiem 1 un 2, tad punktu 3 un 4 potenciāli būs vienādi un ķēdes posmā 3–4 strāva neplūdis. Ķēdes kopējo pretestību R_{kl} var atrast kā divu $2R$ pretestību paralēla slēguma kopējo

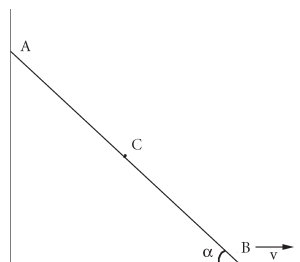
pretestību, kura ir vienāda ar R . Pieslēdzot sprieguma avotu punktiem 1 un 3, ekvivalento ķēdes pretestību atrodam no sakarības

$$\frac{1}{R_{k2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R + \frac{R \cdot 2R}{R + 2R}} \Rightarrow R_{k2} = \frac{5}{8}R.$$

Tā kā otrajā gadījumā slēguma pretestība ir $5/8$ no pirmā slēguma pretestības, tad otrajā gadījumā izdalītā jauda būs par $8/5$ lielāka un dotajā laikā varēs uzvārit par $8/5$ lielāku ūdens masu, tas ir, 800 g.

7. uzdevums (11.–12. kl.). “Slidošais stienis”.

Cieta stieņa AB, kura garums ir L , gala-punkti A un B slīd pa taisna leņķa malām (sk. zīm.). Kāda ir stieņa viduspunkta C paātrinājuma atkarība no leņķa α , ja stieņa gala-punkts B kustas ar konstantu ātrumu v ?



Atrisinājums. Lai aprakstītu punkta C kustību, ir izdevīgi pāriet uz atskaites sistēmu, kas saistīta ar vienmērīgi pārvietojošos punktu B. Tā kā stienis ir neizstiepjams, tad punkti A un C attiecībā pret punktu B pārvietojas pa riņķa līnijām. Atbilstošo kustības leņķisko ātrumu Ω atrodam no nosacījuma, ka punktam A nav ātruma horizontālās komponentes nekustīgā atskaites sistēmā: $v - \Omega L \sin \alpha = 0$. Punkta C paātrinājuma komponenti, kas vērsta stieņa virzienā, atrodam kā ķermeņa centrtieces paātrinājumu:

$$a_c = \frac{\Omega^2 L}{2} = \frac{v^2}{2L \sin^2 \alpha}.$$

Otru paātrinājuma komponenti atrodam, ņemot vērā, ka punkta C ātrums atskaites

sistēmā, kas saistīta ar punktu B, ir mainīgs. Visvienkāršāk to var atrast, diferencējot ātruma

ma izteiksmi $v_c = \frac{v}{2\sin\alpha}$:

$$\frac{dv_c}{dt} = -\frac{v \cdot \cos\alpha \cdot d\alpha}{2\sin^2\alpha dt} = -\frac{v^2 \cos\alpha}{2L \cdot \sin^3\alpha},$$

jo $\frac{d\alpha}{dt} = -\Omega = -\frac{v}{L \sin\alpha}$.

Kopējā paātrinājuma moduli atrodam pēc Pitagora teorēmas, tā kā atrastās paātrinājuma komponentes ir perpendikulāras:

$$a = \sqrt{\left(\frac{dv_c}{dt}\right)^2 + a_c^2} = \frac{v^2}{2L \cdot \sin^3\alpha}.$$

Iespējams arī otrs, pavisam formāls šā uzdevuma atrisināšanas paņēmieni. Tā kā punkts B kustas saskaņā ar likumu $x = x_0 + vt$ un punkta A vertikālo koordināti var izteikt no Pitagora teorēmas:

$$y = \sqrt{L^2 - (x_0 + vt)^2},$$

tad punkta C rādiusvektors ir:

$$\vec{r}_c = \frac{1}{2} \left(x_0 + vt, \sqrt{L^2 - (x_0 + vt)^2} \right).$$

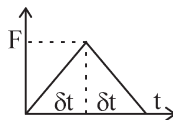
Divreiz diferencējot rādiusvektoru \vec{r}_c , iegūstam punkta C paātrinājumu:

$$\frac{d^2\vec{r}_c}{dt^2} = \frac{1}{2} \left(0, -\frac{v^2 L}{(L^2 - (x_0 + vt)^2)^{3/2}} \right) = \left(0, -\frac{v^2}{2L \sin^3\alpha} \right).$$

Eksistē vēl arī citi dotā uzdevuma atrisināšanas veidi. Tos piedāvājam lasītājam atrast pašam.

8. uzdevums (11.–12. kl.). “Sadursme”.

Miera stāvoklī esošam ķermenim, kura masa ir M , ar ātrumu v , kas vērsts pa centra līniju, uzlido ķermenis ar masu m . Ķermeņu mijiedarbības spēks laikā δt lineāri pieaug no 0 līdz F , bet pēc tam lineāri samazinās līdz 0 tādā pašā laikā δt (*sk. zīm.*). Nosakiet ķermeņu ātrumus pēc mijiedarbības un izdalīto siltuma daudzumu!



Atrisinājums. Abu ķermeņu ātrumus atrodam no impulsa teorēmas:

$$Mv_0 = \frac{F \cdot \delta t}{2} + \frac{F \cdot \delta t}{2} = F \cdot \delta t$$

un $v_b = v - \frac{F \cdot \delta t}{m}$.

Izdalīto siltuma daudzumu atrodam no enerģijas nezūdamības likuma:

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{m(v - F \cdot \delta t / m)^2}{2} - \frac{(F \cdot \delta t)^2}{2M} = vF \cdot \delta t - \frac{(m + M)F^2 \delta t^2}{2mM}.$$

9. uzdevums (11.–12. kl.). “Volejbola bumba”.

Volejbola bumba ar masu $M = 0,2$ kg un tilpumu $V = 8$ l ir piepumpēta līdz papildu spiedienam $\delta p = 0,02$ MPa. Bumbu uzmeta $H = 20$ m augstu, un pēc atsišanās pret cietu grūnti tā uzlēca gandrīz līdz tādām pašām augstumam. Novērtējiet gaisa maksimālo temperatūru bumbā trieciena momentā. Apkārtējā gaisa temperatūra $T = 300$ K.

Atrisinājums. Bumbai atsitoties pret zemi, visa bumbas potenciālā enerģija pāriet iesūknētā gaisa iekšējā enerģijā. Atbilstošo gāzes temperatūras pieaugumu atrodam no

enerģijas nezūdamības likuma $\delta T = \frac{MgH}{c_v m}$.

Bumbā iesūknētā gaisa masu atrodam, izmantojot Mendelejeva–Klapeirona vienādojumu $m = \frac{\mu(p + \delta p)V}{RT}$.

Gaisa maksimālā temperatūra bumbas atsitiena brīdī:

$$T_{max} = T \left(1 + \frac{MgHR}{c_v \mu(p + \delta p)V} \right) \approx 305 \text{ K}.$$

10. uzdevums (11.–12. kl.). “Paklausīgais kondensators”.

Līdz spriegumam U uzlādēto maiņkondensatoru ar sākuma kapacitāti C_0 noslēdz caur rezistoru, kura pretestība ir R . Kā laikā jāmaina kondensatora kapacitāte, lai ķēdē plūstu nemainīga strāva? Kādu jaudu attīsta ārējie spēki, kas maina kondensatora kapacitāti?

Atrisinājums. Likumu, saskaņā ar kuru jāmaina kondensatora kapacitāte, lai uzturētu nemainīgu strāvas stiprumu ķēdē, atrodam no sakarībām:

$$I = \frac{U}{R}; \quad U = \frac{q}{C}; \quad q = q_0 - It;$$

no kurienes:

$$C = \frac{q_0 - It}{R}$$

Ievedot kā raksturīgu lielumu kondensatora kapacitāti sākuma laika momentā

$C_0 = \frac{q_0}{IR}$, pēdējo formulu var pārrakstīt šādā

veidā:
$$C = C_0 \left(1 - \frac{t}{C_0 R} \right).$$

Jāpiebilst, ka $C_0 R$ ir raksturīgais kondensatora izlādēšanās laiks, noslēdzot to ar pretestību. Ārējā spēka patērēto jaudu kondensatora plašu attālināšanai var atrast, apskatot enerģijas balansu vienādojumu kādā patvaļīgi

izvēlēta laika momentā. Proti, patērētā jauda N kalpo siltuma izdalīšanai uz pretestības un kondensatora iekšējās enerģijas izmaiņai:

$$\frac{d}{dt} \frac{CU^2}{2} = - \frac{q_0^2}{2C_0^2 R}.$$

Tādējādi enerģijas balansu var izteikt formā:

$$N = I^2 R - \frac{q_0^2}{2C_0^2 R} = \frac{1}{2} I^2 R = \frac{U^2}{2R}.$$

Esam ieguvuši mazliet negaidītu rezultātu, ka ārējā spēka patērētā jauda ir vienāda ar pusi no jaudas, kas izdalījusies uz pretestības. Tas ir saistīts ar to, ka daļu pretestības sildīšanai patērētās enerģijas tā saņem no kondensatora.

OLIMPIĀDES REZULTĀTI

Uzdevums	Vidējā atzīme, (%)
<i>Herkulesa elpa</i>	25,4 (43,7)
<i>Lēcas fokuss</i>	9,9 (27,5)
<i>Ātrvilciens</i>	33,3 (84,5)
<i>Autoklāvs</i>	25,1 (83,2)
<i>Zemūdens sprādziens</i>	13,9 (49,1)
<i>Elektriskā plītiņa</i>	19,5 (67,7)
<i>Slidošais stienis</i>	11,9 (50,0)
<i>Sadursme</i>	14,4 (71,0)
<i>Volejbola bumba</i>	18,0 (71,0)
<i>Paklausīgais kondensators</i>	8,1 (35,0)

Norādīti uzdevumu risināšanas rezultāti (iekavās laureātu rezultāti procentos). 🐦

AGNIS ANDŽĀNS

LIELIE MATEMĀTIĶU SVĒTKI

Mūsu matemātiķu sabiedrība šogad atzīmē ievērojamu jubileju – jau 50 gadus Latvijā notiek valsts mēroga matemātikas olimpiādes. Kaut arī pirmās jauno matemātiķu sacensības notika jau 1945./1946. mācību gadā, olimpiāžu numerācija sākās ar 1950./1951. mācību gadu, kad tās aptvēra visu Latviju.

Pirmās olimpiādes organizēja LVU, Rīgas Pionieru pils un Izglītības ministrija; to rīkošanā aktīvu dalību ņēma pazīstami matemātiķi E. Riekstiņš, A. Grava, O. Treilibs, J. Tomsons, G. Eņģelis, E. Āriņš, A. Ērglis, A. Lūsis, Š. Trupins; no viņiem tikai A. Grava ir mūsu vidū.

Matemātikas olimpiādes atstājušas daudzpusīgu ietekmi uz izglītības un zinātnes attīstību Latvijā. Minēsim tikai dažus svarīgākos aspektus:

1) matemātikas olimpiādes sniegušas pelnītu sabiedrisku atzinību daudziem tūkstošiem skolēnu un daudziem simtiem skolotāju par viņu grūto, labticīgo darbu daudzu gadu garumā;

2) matemātikas olimpiādes palīdzējušas sagatavot veiksmīgām studijām un tālākam zinātniskam darbam daudzus simtus skolēnu, kas tagad kļuvuši par ievērojamiem starptautiski atzītiem speciālistiem matemātikā, fizikā, datorzinātnē utt.;

3) matemātikas olimpiādes būtiski ietekmējušas matemātikas mācīšanas saturu un metodes Latvijas skolās, padarot to dziļāku, daudzpusīgāku un līdzsvarotāku;

4) matemātikas olimpiādes kļuvušas par centru un virzošo spēku plašai matemātikas padziļinātas mācīšanas sistēmai; šajā jomā Latvija ir viena no vadošajām valstīm pasaulē;

5) darba formas un metodes, kas izstrādātas matemātikas olimpiāžu organizatoriskajā un saturiskajā jomā, ar panākumiem pieņemtas arī citu mācību priekšmetu padziļinātā mācīšanā Latvijā.



Latvijas 50. matemātikas olimpiādē izcili startēja Rīgas N. Draudziņas ģimnāzija. Nebūdamā specializēta skola, tā aiz Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas un Daugavpils 4. vidusskolas ierindojās 3. vietā. *Attēlā:* skolotāja Inga France ar saviem audzēkņiem.

Aivara Liepiņa foto

Sakarā ar ievērojamo jubileju Latvijas Matemātikas biedrība un Latvijas Universitāte nodibinājušas medaļu, ar kuru tiek apbalvoti ievērojami olimpiāžu kustības darbinieki Latvijā un ārzemēs, kā arī skolotāji, kuru audzēkņi daudzus gadus ar labiem panākumiem startējuši šajās sacensībās. Pavisam ar to apbalvoti 112 cilvēku (*sk. vāku 3. lpp.*). Viņu vidū ir, piemēram, Kanādā dzīvojošie latvieši Jānis Andžāns, Sofija Roze un Maruta Pīrsa, kas vairāk nekā 20 gadus atbalstījuši mūsu olimpiādes rīkotājus ar grāmatām un žurnāliem, kuri publicēti rietumvalstīs; profesori Jānis Bārzdiņš un Rūsiņš Freivalds, kuru vadītājās zinātniskajās laboratorijās tika radīti vislabākie nosacījumi olimpiāžu kustības jaunu metožu un satura izveidei; matemātiķis Benedikts Johannessons no Islandes, kura vadībā izveidots un sekmīgi attīstās Latvijas–Islandes kopējais projekts LAIMA (**L**atvijas – **I**slandes **m**atemātikas projekts) un daudzi citi.

Mēs ceram, ka daudzi šodienas olimpiāžu laureāti kļūs par tikpat izcilām personībām kā ar olimpiādes medaļu apbalvotie.



A. Andžāns pasniedz medaļas sertifikātu Maijai Vītumai – olimpiāžu organizatorei 20 gadu laika posmā.

Jāņa Brenča foto



Medaļas autore Lāsma Strazdiņa pasniedz to profesoram Jānim Bārzdiņam, vienam no ievērojamākajiem datorzinātniekiem pasaulē.

Aivara Liepiņa foto



Viena no olimpiāžu kustības jaunās paaudzēs vadītājām Līga Ramāna pasniedz medaļu Benediktam Johannessonam.

Jāņa Brenča foto

Latvijas 50. matemātikas olimpiādes 3. kārtas uzdevumi

9. klase

1. Dots, ka n – vesels skaitlis. Cik daudzi no skaitļiem $n^2 + 1$, $n(n + 1)$ un $3n^3 - 2$ ir pāra skaitļi?

2. Skaitļi a , b , c visi ir dažādi. Bez tam eksistē tāds skaitlis d , ka $a^3 + ad = b^3 + bd = c^3 + cd$. Pierādīt, ka $a + b + c = 0$.

3. No trijstūra ABC virsotnes B novilkta perpendikulu pret trijstūra leņķu A un C bisektrisēm; šo perpendikulu pamati ir attiecīgi A_1 un C_1 . Pierādīt, ka $2 \times A_1C_1 = AB + BC - AC$.

4. Kurus no skaitļiem 1; 55; 56; 7; 36 var iz-

sacīt formā $\frac{1}{a_1} + \frac{2}{a_2} + \dots + \frac{10}{a_{10}}$, kur a_1, a_2, \dots, a_{10} – naturāli skaitļi, starp kuriem var būt arī vienādi?

5. Kvadrāts sastāv no 8×8 vienādām kvadrātiskām rutiņām. To sagrieza daļās pa rutiņu līnijām. Kāds lielākais skaits iegūto daļu var būt no 5 rutiņām sastāvoši "krusti" (sk. zīm.)?



10. klase

1. Vienādojumam $x^2 - 2ax - a = 0$ ir divas dažādas reālas saknes x_1 un x_2 . Pierādīt, ka $2ax_1 + x_2^2 > a$.

2. Kādu mazāko naturālo skaitli var iegūt kā vērtību, ievietojot iekavas izteiksmē $15 : 14 : 13 : 12 : 11 : 10 : 9 : 8 : 7 : 6 : 5 : 4 : 3 : 2$?

3. Trijstūrī ABC zināms, ka $\angle CAB = 45^\circ$ un $\angle CBA = 30^\circ$. Punkts M ir malas BC viduspunkts. Aprēķināt $\angle AMC$.

4. Dots, ka x , y , z – pozitīvi skaitļi.
a) pierādīt, ka $x^2 + y^2 + z^2 \geq xy + xz + yz$;
b) pieņemsim, ka $x + y + z \geq xyz$. Pierādīt, ka $x^2 + y^2 + z^2 \geq xyz$.

5. Kvadrāts sastāv no 16×16 vienādām kvadrātiskām rutiņām. Katrā no 13 krāsām nokrāsotas tieši 5 rutiņas, turklāt katrai krāsai šīs 5 rutiņas var apzīmēt ar burtiem a , b , c , d , e tā, ka rutiņām a un b , b un c , c un d , d un e ir pa kopējai malai. Pierādiet, ka kādā rutiņu rindā vai kādā rutiņu kolonnā sastopamas vismaz 3 dažādas krāsas. Vai uzdevuma apgalvojums paliek spēkā, ja pavisam izmantotas tikai 12 dažādas krāsas?

11. klase

1. Dots, ka $0 \leq a_1, a_2, \dots, a_{2000} \leq 20$. Pierādīt, ka

$$\sqrt{a_1 + \sqrt{a_2 + \sqrt{a_3 + \dots + \sqrt{a_{1999} + \sqrt{a_{2000}}}}} < 5.$$

2. Dots, ka a un b – naturāli skaitļi. Ir zināms arī, ka izteiksmes $a + \frac{b}{a} - \frac{1}{b}$ vērtība

ir naturāls skaitlis. Pierādīt, ka šis izteiksmes vērtība ir kāda naturāla skaitļa kvadrāts. Vai jebkuram naturālam n var atrast tādus natu-

rālus a un b , ka $a + \frac{b}{a} - \frac{1}{b} = n^2$?

3. Riņķa linijā ievilkts kvadrāts ABCD. Tā iekšpusē ņemts punkts M. Stari AM, BM, CM, DM krusto riņķa līniju atbilstoši punktos A_1, B_1, C_1, D_1 . Pierādīt, ka $A_1B_1 \cdot C_1D_1 = A_1D_1 \cdot B_1C_1$.

4. Doti seši dažādi iracionāli skaitļi. Pierādīt, ka no tiem var izvēlēties 3 skaitļus (apzīmēsim tos ar x, y, z) tā, ka visi trīs skaitļi $x + y, x + z, y + z$ ir iracionāli.

5. Uz riņķa līnijas atzīmēti 100 punkti. Tiem pierakstīti naturāli skaitļi no 1 līdz 100 (katram punktam cits skaitlis). Pierādīt, ka visus punktus var pa pāriem savienot ar 50 hordām tā, ka nekādām divām hordām nav kopīgu punktu un katras hordas galos ierakstīto skaitļu starpība nepārsniedz 74 (no lielākā skaitļa atņemam mazāko).

12. klase

1. Dots, ka α un β ir šauri leņķi un $\sin^2\alpha + \sin^2\beta = \cos^2\alpha + \cos^2\beta$. Pierādīt, ka $\alpha + \beta = 90^\circ$.

2. Aplūkosim vienādojumu sistēmu

$$\begin{cases} x^3 = 2y - 1 \\ y^3 = 2z - 1 \\ z^3 = 2x - 1. \end{cases}$$

Atrast:

- vienu tās atrisinājumu reālos skaitļos,
- tris tās atrisinājumus reālos skaitļos,
- pierādīt, ka sistēmai nav vairāk par trim atrisinājumiem reālos skaitļos.

3. Trijstūra ABC iekšpusē ņemts punkts T. Caur to novilkta taisnes paralēli ABC malām. Šo taisņu krustpunkti ar ABC malām atrodas uz vienas riņķa līnijas. Trijstūra ABC virsotnes un minētie 6 krustpunkti uz ABC kontūra atrodas secībā $A, C_1, C_2, B, A_1, A_2, C, B_1, B_2$.

Pierādīt, ka:

- trijstūris $C_1A_1B_1$ līdzīgs trijstūrim ABC,
- trijstūri $A_1B_1C_1$ un $A_2B_2C_2$ ir savā starpā vienādi.

4. Komisijā ir 7 cilvēki. Ierodoties uz sēdi, daži no viņiem sarokojas. Kāds ir mazākais iespējamais sarokošanas skaits, lai no katriem trim komisijas locekļiem varētu atrast divus, kas savā starpā sarokojušies?

5. Doti 12 dažādi naturāli skaitļi. Katrim 5 no tiem mazākais kopīgais dalāmais ir viens un tas pats skaitlis M. Ir zināms, ka no dotajiem 12 skaitļiem var izvēlēties x skaitļus tā, ka katri divi no izvēlētajiem ir savstarpēji pirmskaitļi. Pierādīt, ka:

- $x \leq 4$,
- var gadīties, ka $x = 4$. 🐦

DMITRIJS DOCENKO

NOTIKUSI ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE ČERNOGOLOVKĀ

Šā gada 15.–18. februārī Černogolovkā (pilsētiņā Maskavas apgabalā) notika Maskavas apgabala skolēnu astronomijas olimpiāde, kurā dalību ņēma vairāku valstu jaunie astronomi. Uz šo olimpiādi tika aicināta arī Latvijas komanda. Olimpiādē piedalījās četri skolēni no Rīgas Franču liceja – Kārlis Vah-

šteins, Juris Grīnfelds, Reinis Auziņš un Mārtiņš Barinskis, visi no 12. klases. Diemžēl viņi neieguva nevienu godalgotu vietu.

Dalībnieki olimpiādes laikā dzīvoja viesnīcā, bet pati olimpiāde notika skolā – internētā “Vesta”. Turpat dalībniekus arī ēdināja (*sk. att.*). Brīvajā laikā tika rīkota ekskursija



Skolas "Vesta" ēdnīcā. Pie galda kreisajā pusē – četri Latvijas dalībnieki. Uz sienas ir redzams uzraksts: "Ar ēdienu nemētāties!". Zem uzraksta sēž olimpiādes programmas komitejas priekšsēdētājs Mihails Gavrilovs.

Autora foto

uz Cietvielu fizikas institūtu un piedāvāti nobaudīt Krievijā pazīstamie "Dzērieni no Černogolovkas".

Tā kā ziņas par šo olimpiādi pienāca pārāk vēlu, nebija iespējams apmaksāt skolēniem ce-

ļa izdevumus un dalības maksu. Šā iemesla dēļ daži skolēni atteicās braukt. Atšķirībā no Latvijas atklātās astronomijas olimpiādes uzdevumi bija mazāk formāli, bija vajadzīgas arī amatieru zināšanas. ✎

KAS? KUR? KAD? ✎ KAS? KUR? KAD? ✎ KAS? KUR? KAD? ✎ KAS? KUR? KAD?

- No septembra sākuma katrā mēneša otrajā un ceturtajā pirmdienā plkst. 18.00 LU Astronomijas institūtā Rīgā, Raiņa bulv. 19, 404. telpā darbojas *Jauniešu astronomijas klubs*. Bez maksas. Pieteikties pa tālr. 7223617.
- No oktobra sākuma trešdienās plkst. 20.00 LU galvenajā ēkā Rīgā, Raiņa bulv. 19, iespējams apmeklēt *Astronomisko torni* un *ielūkoties teleskopā*. Bez iepriekšējas pieteikšanās. Sapulcēšanās vestibulā. Ieeja par ziedojumiem.
- Otrdienās un piektdienās no plkst. 16.00 līdz 21.00 Tehniskās jaunrades namā Rīgā, Annas ielā 2, 19. telpā darbojas *Jauniešu astronomijas centrs*, kurā pamatskolas skolēni iepazīstas ar zvaigžņoto debesi, veido dažādus modeļus, strādā ar datoru un mēcās veikt novērojumus. Pieteikties Ivetai Murānei pa tālr. 7374093.
- Rudenī iespējams doties mācību *ekskursijās* uz *Astronomisko observatoriju* Rīgā (tālr. 7223617), *Astrofizikas observatoriju* Baldones Riekstukalnā (tālr. 2932088), *F. Candra kosmonautikas muzeju* Rīgā (tālr. 7614113) un *Ventspils Starptautisko radioastronomijas centru* Ventspils rajona Irbenē (tālr. 3681541). Visur iepriekš jāpiesakās. Ieeja par ziedojumiem.
- Interneta adresē <http://www.liis.lv/astron/> atrodams *astronomijas mācību kurss* latviešu valodā un daudzi citi interesanti materiāli, kas var interesēt skolēnus un skolotājus.
- Informāciju par *Astronomijas skolotāju asociācijas* darbību un par *astronomiju Latvijā* var atrast Interneta lappusē <http://www.astr.lu.lv>.

Astronomijas skolotāju asociācijas vadītājs **Ilgonis Vilks**

JANIS JAUNBERGS

MARSA KĀPU STĀSTI

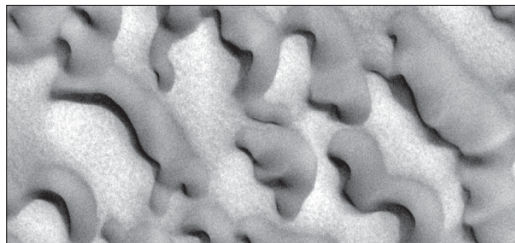
Raugoties tālāk par daudzveidīgo, bet pierasto Zemes dabu, kosmosā mūs sagaida gan Mēness virsmai līdzīgi sastinguši bezgaisa tuksneši, gan Saules nemitīgi mutuļojošās dzīles, kur Zemes iedzīvotāju pie cietzemes pieradušajiem prātiem grūti atrast pieturas punktu.

Vispievilcīgākās tomēr ir vides pusceļā starp nekustību un haosu, kur enerģijas plūsmu mijiedarbība ar matēriju ved uz sarežģītību – ja ne gluži dzīvību, tad vismaz citām mainīgām, komplicētām parādībām. Jupitera cikloni, Saturna gredzenu rezonanses, Jo vulkāni vai Titāna mīklainā organiskā ķīmija instinktīvi simbolizē dabas tiekšanos uz interesantām

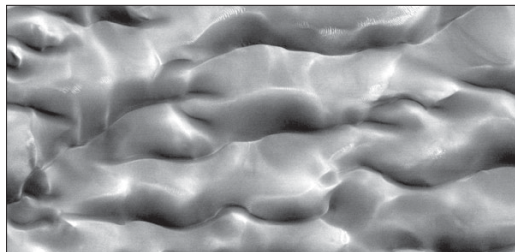
struktūrām – tendenci, kas pārsteidzoši izpaužas mūsu eksistencē.

Marsa smilšu kāpas līdzīgi piesaista uzmanību, atgādinot par Zemes dinamiskajiem tuksnešiem tur, kur citādi dominētu vienīgi miljardiem gadu veci triecienkrāteri un akmeņu lauki.

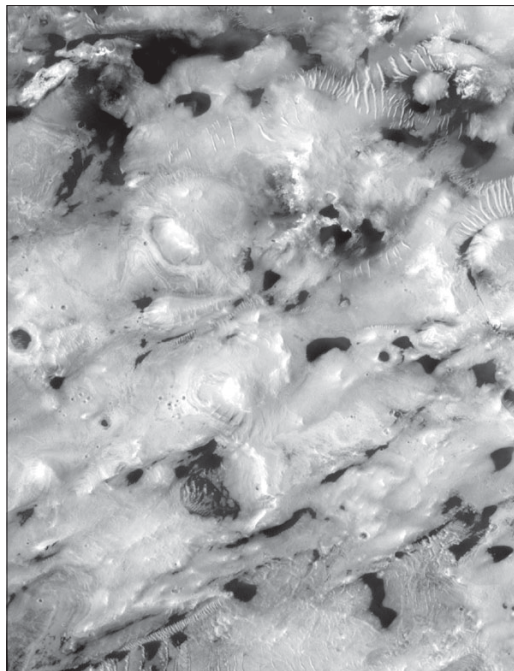
No vairāk nekā simt metru augstajiem smilšu kalniem, ko septiņdesmitajos gados ieraudzīja *Mariner 9* un *Viking* pavadoņi, līdz *Viking* un *Pathfinder* nolaižamo aparātu no-



Kāpas ziemeļu polārajā lidzenumā.



Kāpas Proktora krāterī dienvidu augstieņu *Noachis Terra* rajonā.



Gaišas un tumšas kāpas, kas acīmredzot sastāv no ļoti atšķirīgiem materiāliem.

vērotajām plūstošajām smilšu sanesām, kāpas ir svarīga Marsa ainavas sastāvdaļa.

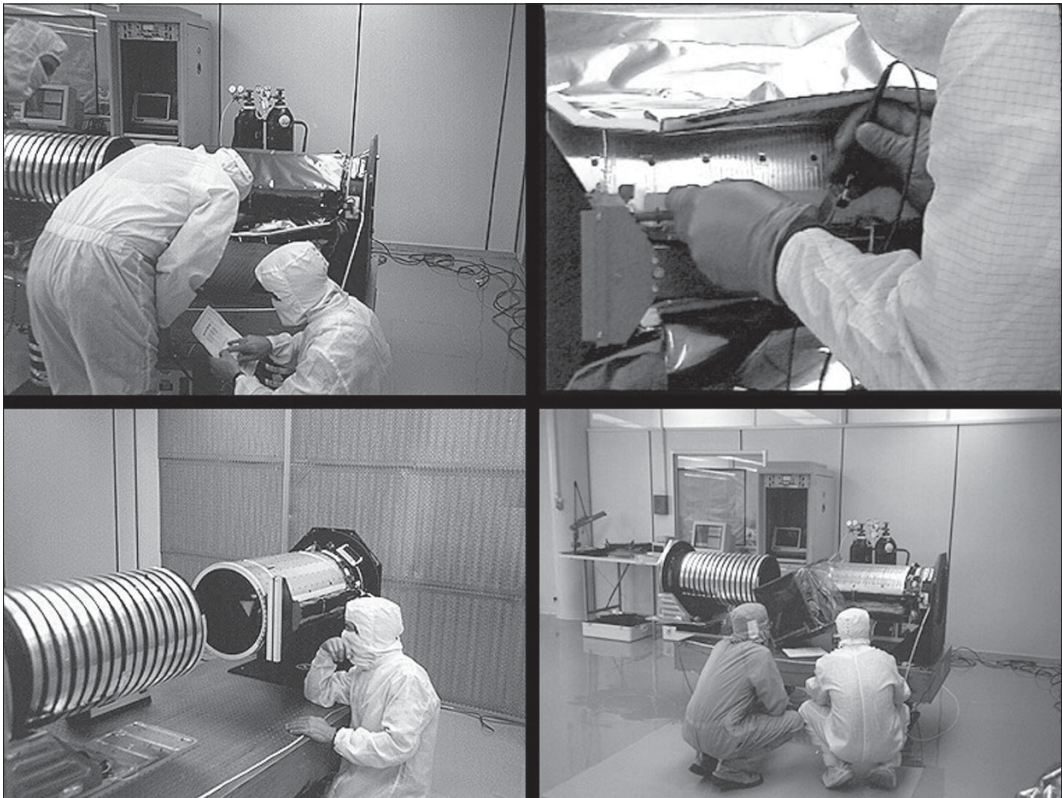
To apjoms, forma un sastāvs glabā milzumu vērtīgas informācijas par Marsa pagātņi un tagadni. Kāpu orientācija ir vienkāršs un samērā precīzs valdošo vēju virziena rādītājs ziemeļu lidzenumos, ekvatora apkaimes ielejās un dienvidu augstieņu simtiem kilometru plašajos krāteros.

Atkārtoti *Mars Global Surveyor (MGS)* pavadona novērojumi ir pat parādījuši kāpu kustību, kuras redzamākā izpausme ir smilšu pēdas uz pavasara sarmas un smilšu nobrukumi kāpu aizvēja pusē.

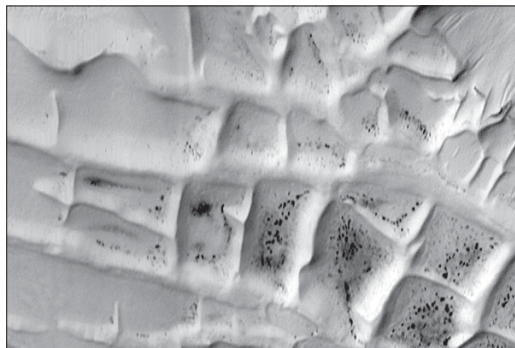
Līdz šim Marsa kāpu aktivitāte tika apšaubīta, taču Marsa vēju spēja pārvietot smiltis nav pārsteigums. 200 km/h vēji putekļu vētru laikā pēc dinamiskā spiediena līdzinās 20 km/h

vējam Zemes simtreiz blīvākajā atmosfērā. Nedēļām ilgo putekļu vētru laikā kāpu aktivitāte uz Marsa varētu neatpalikt no tās, ko redzam Sahāras tuksnesī uz Zemes.

Tomēr ne visas *MGS* pusotra metra izšķirtspējas attēlos redzamās kāpas šobrīd ir "dzivas". Veseli kāpu lauki izskatās pārkmeņojušies, daļēji vēja sagrauzti un pārklāti ar putekļiem vai svaigiem kāpu grupējumiem. Iespējams, ka kopējais smilšu daudzums uz Marsa ievērojami pārsniedz šobrīd uz virsmas redzamo. Senās kāpas, kas pirms miljoniem gadu ir kļuvušas par smilšakmens pauguriem, joprojām glabā informāciju par vējiem un citiem klimata faktoriem tālā senatnē. Zem tām apraktā pamatiežu virsma ir bijusi pasargāta no vēju erozijas un varētu daudz ko pastāstīt par Marsa pagātņi.



MGS augstas izšķirtspējas kameras tapšana.



Senu, pārakmeņojušos kāpu atliekas dienvidu polārājā lidzenumā.

Kādēļ aktīvas, plūstošas kāpas ir reizēm stingušas? Vai to smiltis ir sacementējušās ilgstošos bezvēja laikmetos vai varbūt ūdens iedarbībā? Vai neaktīvo kāpu smiltis vēja erozijā atbrivojas un pievienojas plūstošajam smilšu masām? Vai Marsa smiltis piedalās nogulsnešanās/erozijas ciklā un kāds ir to kopējais daudzums?

Visinteresantāk būtu uzzināt, vai Marsa smiltis ir radušās senu jūru krastos, viļņiem graužot un drupinot piekrastes klintis, kā tas notiek uz Zemes. Tomēr Marsa ieži varētu sadēdēt arī vēja un diennakts temperatūras svārstību iedarbībā. Kamēr neviens nolaižamais aparāts uz Marsa vēl nav redzējis ūdens noplūetus oļus, augstas izšķirtspējas novērojumi no orbītas ir tiešākais logs uz Marsa virsmas erozijas vēsturi.

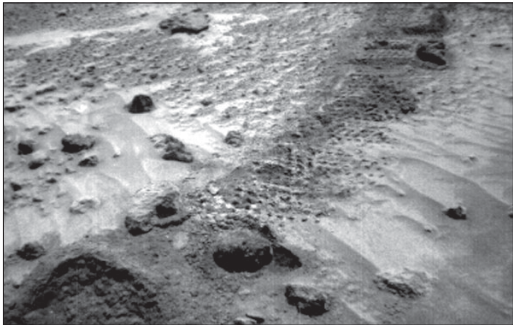
Putekļu vētru un laika zoba sagrauztās Marsa klintis sākotnēji, domājams, saturēja līdzīgus minerālus kā Zemes pamatieži. Vai vēja sijātajos un pulētajos smilšu graudos varētu koncentrēties potenciāli derīgi resursi? Cietākie minerāli, it īpaši kvarcs, droši vien veido rupjākas daļiņas nekā dzelzs oksīdi, kaļķakmens vai ģipsis.

Patiešām – visur esošie Marsa putekļi satur diezgan daudz magnetīta jeb magnētiskās dzelzsrūdas. Dažu kāpu pārsteidzoši gaišā krāsa ir izraisījusi diskusijas, vai tās varētu būt pulverizēts ģipsis, lai gan ticamāk, ka tās sastāv no relatīvi tīra kvarca. Ziemeļu lidzenumu tumšo kāpu materiāls droši vien ir ar metāliem bagātāks silīcija dioksīds, līdzīgs uz Zemes sastopamajam obsidiānam.

Marsa stikla un būvmateriālu rūpniecības aizraujošā nākotne tomēr prasa rūpīgākus augstas izšķirtspējas novērojumus infrasarkanajos staros. *MGS* redzamās gaismas kamera lieliski parāda kāpu formu un atstarotspēju, bet *MGS* siltumstarojuma spektrometra izšķirtspēja ir tikai 3 kilometri uz pikseli. Kāpu infrasarkanos spektrus varēs uzņemt tikai ar *Mars Surveyor 2001* instrumentiem, kuru izšķirtspēja infrasarkanajā diapazonā būs ap 100 metriem. Specifiskās infrasarkanās absorbcijas līnijas ļaus skaidri identificēt dažādus minerālus un parādīs, cik līdzīgas tad īsti ir Marsa un Zemes tuksnešu smiltis. Daudz tuvāk Marsa virsmu 2003. gadā parādīs Eiropas



Kāpas *Sojourner* mobīla skatījumā.



Kāpas *Sojourner* mobīla skatījumā.



Viking nolaižamā aparāta novērotās kāpas.

Mars Express nolaižamais aparāts *Beagle 2*, starp kura instrumentiem būs arī mikroskops.

Salīdzinot dažādu planētu attīstību, atšķirības ir tikpat intriģējošas kā sakritības. Katra Zemei raksturīga iezīme uz Marsa aicina domāt, ka Zemes vide varbūt nemaz nav tik unikāla

Ar rakstu saistītas **www** adreses:

MGS kāpu un citu vēja radītu parādību attēli http://www.msss.com/mars_images/moc/MENUS/wind_list.html

Visu MGS attēlu arhīvs http://www.msss.com/moc_gallery/ 🐦

kosmosā. Vai pa citu planētu virsmām citu zvaigžņu sistēmās arī klist kāpas? Varbūt tas nav tik svarīgi kā jautājums par ūdens okeāniem un dzīvības izcelsmi, bet to atbildes ir zināmā mērā saistītas.

KONKURSS LASĪTĀJIEM

Jautājumi

1. “Auksta vasaras nakts”. Tipiskā vasaras naktī uz Marsa temperatūra pazeminās līdz –60 Celsija grādiem. Cik džemperus jums vajadzētu zem metāla skafandra, lai justos silti?

2. “Siltumnīca ar gurķu stādiem”. Jūsu uzdevums ir uz Marsa uzturēt siltumnīcu ar gurķu stādiem. Kā zināms, gurķi ir jutīgi pret aukstumu, un džemperu šeit nepalīdzēs. Kā jūs nodrošināsiet labvēlīgu temperatūras režīmu?

Atbildes ar norādi “Marsa konkurssam” “ZvD” redakcijas kolēģija (Raiņa bulv. 19, Rīgā, LV-1586) gaidīs **līdz 31. oktobrim**. Labāko atbilžu autori saņems balvas.

Iepriekšējā konkursa rezultāti tiks paziņoti nākamajā “ZvD” laidienā.

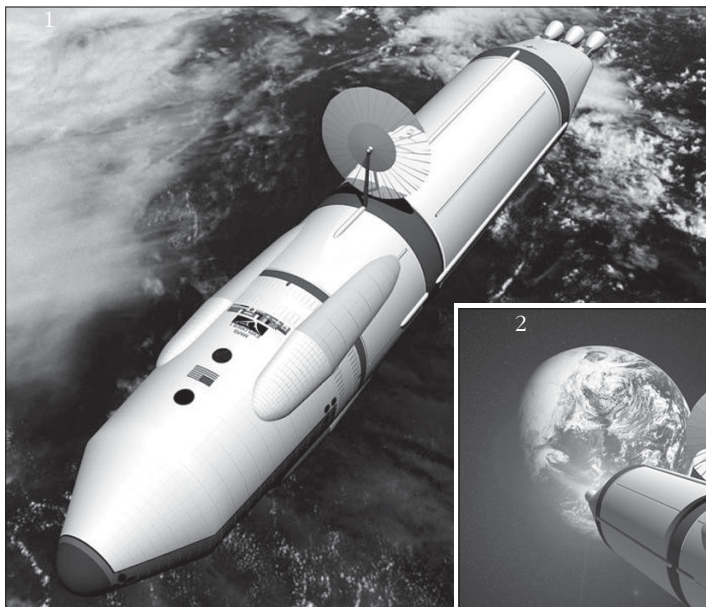
Mārtiņš Gills

Vasaras numurā publicētās krustvārdu miklas atbildes

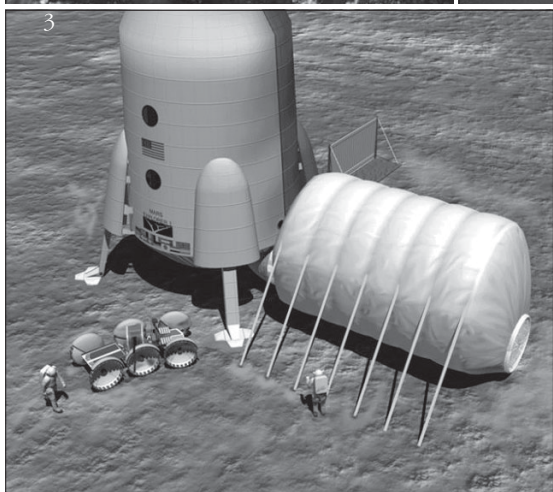
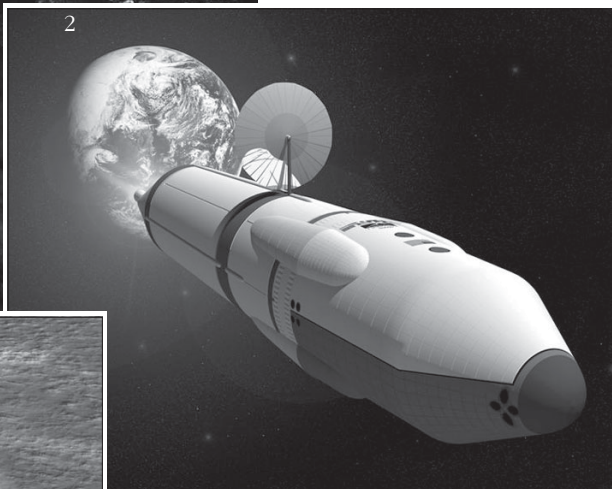
Līmeniski: 2. Vilks. 6. Venēra. 7. Eiropa. 9. Ipsilon. 10. Algenibs. 14. Aludra. 17. Snells. 19. Saules. 20. Aurīga. 22. Urāns. 23. Adara. 24. Geila. 26. Epiks. 28. Siriuss. 29. Saule. 30. Spožums. 31. Tau. 32. Sgr. 33. Linksidas. 34. Rigels. 35. Talita.

Stateniski: 1. Alcione. 2. Vaļēja. 3. Strūve. 4. Mon. 5. Boo. 6. Vesta. 8. Arihs. 11. Atlants. 12. Aptumsums. 13. Lirīdas. 15. Denebs. 16. Ariels. 17. Sinope. 18. Eilers. 19. Sculptor. 21. Anapurna. 25. Eilers. 27. Korona.

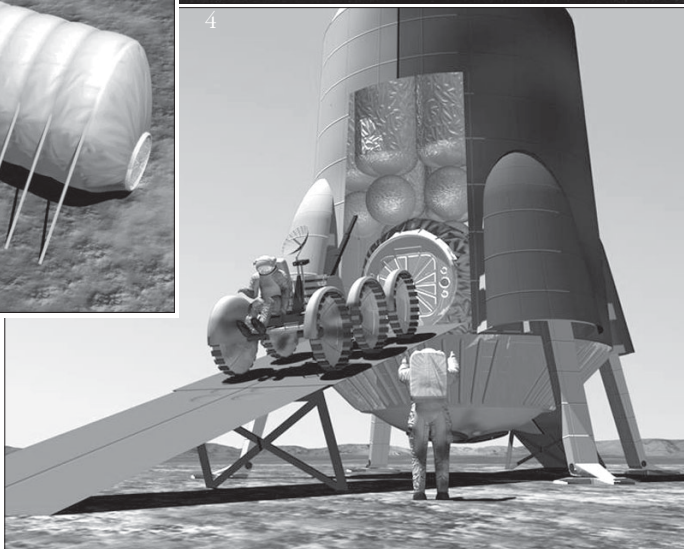
NO ZEMES UZ MARSU



1. un 2. att. Pilotējamais kosmiskais kuģis attālinās no Zemes (sk. arī vāku 1. lpp.).



3. un 4. att. Iekārtošanās uz Marsa.
Attēli no Marsa biedrības
projektiem (ASV)
M. G.



NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

Kaut kas nesaprotams, novērojot Heila–Bopa komētu. Laikā, kad Heila–Bopa komēta atradās tuvu Saulei un bija labi novērojama, es izdarīju vairākus šīs komētas fotouzņēmumus. Lielākajā daļā uzņēmumu nekas interesants nebija redzams, tie bija tādi paši, kādi jau daudzreiz ir redzēti. 1997. gada martā pulksten 20.30 arī izdarīju vienu uzņēmumu. Šā uzņēmuma eksponēšanas laikā, kas bija 10 sekunžu ilgs, izskatījās, ka komēta uz neilgu laiku kļūst spožāka. Kad filmu attīstīju, uz uzņēmuma komētas astē bija skaidri redzams gaišs plankums (sk. 1. att.). Tas bija kaut kas neparasts. Uzmanīgi apskatot negatīvu, mēģināju noskaidrot, vai filmā nav defekta, bet nekas aizdomīgs nebija novērojams. Lai pārliecinātos, vai tiešām filmā vai tās apstrādāšanā nav bijušas kļūdas, šo negatīvu parādīju vairākās fotodarbnīcās, bet visur atbildeja, ka filma nav bojāta un arī apstrādājot tads bojājums nevarētu būt iespējams.



1. att. Heila–Bopa komētas uzņēmums, kas izdarīts 1997. gada 10. martā plkst. 20.30 ar Zorkij – 4 fotoaparātu, kā objektīvu izmantojot ahromatisku lēcu ar fokusa garumu 250 mm. Melnbalta filma Kodak TMAXp3200. Apgaismojums – 10 s.



2. att. Tādā pašā veidā kā 1. att. izdarīts uzņēmums 2 minūtes vēlāk un ar 20 sekunžu apgaismojumu. Pa labi uz leju (uz DR) no komētas 6. zvaigžņlieluma B3 spektra klases zvaigzne GC 31375.

Tādējādi rodas jautājums, kas varētu būt spožais plankums komētas astē? Tā nevarētu būt zvaigzne, jo citos uzņēmumos, ko tajā pašā vakarā izdarīju apmēram divas minūtes agrāk un arī vēlāk (sk. 2. att.), nekas tāds nav redzams. Arī meteors nevarētu radīt tādu plankumu – tad vajadzētu būt nelielai svitrai. Atspīdums no Zemes tas nevarētu būt, jo tajā virzienā nekādu priekšmetu tuvumā nav un arī debesis likās pilnīgi skaidras.

Tā kā nekāds izskaidrojuma nebija, sāku domāt par gaišā plankuma izcelsmi. Atcerējos, ka 1997. gada Astronomiskajā kalendārā 137. lpp. bija rakstīts, ka, fotografējot šo komētu kādai amatieru grupai, uz uzņēmuma ir redzams, ka komēta it kā sadalījusies divās daļās. Varbūt tiešām tā noticis vai tai līdzī lido vēl kāds ledus gabals, kas Saules staros varētu būt apkūsis gluds kā spogulis, un kāda tā mala, nonākot zināmā leņķī, varētu atstarot Saules starus un kļūt redzama no Zemes. Tā kā šis spožais priekšmets droši vien ir neliela izmēra un varbūt arī griežas diezgan ātri, tad parasti no Zemes tas nav redzams. Redzams tas varētu būt tikai īsu brīdi, kad tas nonāk attiecīgā leņķī pret Sauli un Zemi.

Pēc maniem novērojumiem, šis atspīdums ilga apmēram no vienas līdz divām sekundēm. Doma, ka tas varētu būt atspīdums, radās, kad reiz ieraudzīju uz lauka kaut ko ļoti spožu, kas atradās diezgan tālu. Kad, uzmanīgi ejot un skatoties, lai nepazaudētu spīdumu, piegāju klāt, tas izrādījās tikai pavisam mazs stikla gabaliņš.

Vai spožums nevarētu rasties no kāda caur komētas asti ejoša meteora ķermeņa, tam uzliesmojot, līdzīgi kā uzliesmo meteori Zemes atmosfēras retinātajos slāņos. Lai gan komētas astes retinājums ir ļoti liels, tomēr šis ceļa gabals, ko nolido meteora ķermenis, arī var būt liels, un tālā ceļa gabalā varbūt ir iespējama tā sakaršana un uzliesmošana.

Tā kā līdz šim man neviens nekādu ticamu izskaidrojumu nav devis un arī es pats tādu neesmu radis, tad, ja kādam varbūt ir citādas domas par iespējamo spīdumu, lūdzu, par to uzrakstiet žurnāla "Zvaigžņotā Debess" redakcijai.

Alģirds Zandbergs, Rīgā

Lūdzu lasītājus mēģināt rast pamatotu skaidrojumu A. Zandberga iegūtā uzņēmumā blakus komētai redzamajam objektam, apstiprinot vai noraidot kādu no autora izteiktajām hipotēzēm. Atgādināsim, ka 1997. gada marta vidū Heila–Bopa komēta atradās 1,0 a. v. no Saules un 1,4 a. v. no Zemes. Cik lielai bija jābūt komētas tuvumā esošajai spoguļa virsmai, lai mums tā Saules atstarotajā gaismā izskatītos kā minus 1. lieluma zvaigzne. (Apmēram tā varētu novērtēt hipotētiskā objekta zvaigžņlielumu). Labākos skaidrojumus publicēsim žurnālā.

Redakcijas kolēģija

Par dažiem nejausi redzētiem dabas brīnumiem. Tad, kad to redzēju, nepievērsu īpašu nozīmi, atzīmēju blociņā tikai laiku un īsumā aprakstu.

1. 1992. gada 26. februāris, trešdiena, vakars, 18.30. Jutu gaisā tādu kā sēra smaku (būtībā šī smaka bija jūtama 26. februārī jau no pašā rīta). Pavēru acis uz augšu un redzēju lielus tumšsarkanus rūsas mākoņus, tie bija ļoti zemu, likās, ka tūlīt aplās zemi. Asinsarkani mākoņi plūda un pārņēma diezgan plašu teritoriju. Tie nāca no ZA. Dīvainā parādība turpinājās līdz 02.00 naktī uz 27. februāri. Tad vienā lielā gabalā izveidojies rūsas mākonis (ja to var saukt par mākonī) sadalījās. Sadalījās pa taisni. Lielākā daļa aizpeldēja ZA virzienā. Mazākā daļa no ZA – Latvijas teritorijā. Parādība norisinājās Viļakas pilsētas ZA pusē (Viļaka atrodas valsts pierobežā – I. P.).

2. 1995. gada 16. aprīļa rītā, dodoties uz Lieldienu dievkalpojumu Viļakas Romas katoļu baznīcā, uzmanību saistīja, kāpēc Saule aust ar tādām “mokām”? Pavēroju: šķita, ka divas Saules cīnās par uzlēkšanu un nevienai tā īsti neveicas, viena nevar pārspēt otru. Abas blakām it kā rotājas. Bet tā arī nekā nesapratu. Process ilga aptuveni 15 minūtes, līdz beidzot uzlēca viena, bet ļoti spoža Saule.

3. 1998. gada 3. jūnijs pēc plkst. 17.30 līdz 21.00. Vakarpusē debesis kļuva oranžīgi sarkanās, gan zeme, gan koki uz to fona izskatījās nedabiski, bet izteikti spilgti zaļi. Šo parādību redzēja ļoti daudzi Viļakas iedzīvotāji. Vai arī tai ir kāds izskaidrojums?

Marjans Locāns, Viļakā

Pavisam nesen gadījās redzēt **interesantu** astronomisku (? – I. P.) **parādību**, iespējams, ka daudzi cilvēki to redzēja un vēlas noskaidrot ne vienu vien jautājumu. Es būtu ļoti priecīgs, ja mans novērojums tiktu publicēts kā lasītāja novērojums.

Ceturtdien, 2. martā, braucu ar autobusu uz Rīgu. Apmēram ap plkst. 17.55, braucot ceļa posmā Ogre–Salaspils, debess ZA pusē vidēji augstu virs horizonta pamanīju ļoti spožu, pilnīgi baltu objektu. Debess bija ar nelielu mākoņu daudzumu, taču tajā debess apgabalā bija pilnīgi skaidrs. Sākumā to uzskatīju vienkārši par atspīdumu logā, bet tā aizklāšanās, braucot garām kokiem, pierādīja pretējo. Objekts pie debess nepārvietojās, tāpat lidmašīna tā nevarēja būt. Reizēm, kad lidmašīna atrodas tuvu rietošai Saulei zemu pie horizonta, ir novērojama līdzīga aina, taču tas nenotiek augstu virs horizonta un, protams, lidmašīna 5 min laikā ir pārvietojusies ievērojamu gabalu pie debess. Objektam bija ļoti mazi leņķiskie izmēri, pārsteidza arī tā īpaši dzidrā, baltā krāsa. Saule tikko rietēja, un debess vēl bija gaiša, taču tā spožums bija diezgan ievērojams (aptuveni 5–10 reizes pārsniedza Jūpitēra spožumu). Objekts pat bija samanāms caur nelieliem mākoņiem. Plkst. 18.15, braucot garām Rumbulai, mākoņi to aizsedza, un tas uz pusstundu Rīgā vairs nebija samanāms. Plkst. 18.45 debess noskaidrojās, taču objekts vairs nebija manāms. Novērojumu laikā man līdzī bija fotoaparāts “Zenit” ar teleobjektīvu “Tair-3”, taču fotouzņēmums nebija iespējams stiprās vibrācijas, nelielā apgaismojuma, atspīdumu un netīro un tonēto stiklu dēļ. Mans secinājums: objekts bija ~10 m diametrā liela, augstu dreifējoša meteoroloģiskā zonde ar alumīnija apvalku lielās atstarošanas dēļ. Kosmiskā parādība tā nebija, jo tad spīdeklis nepazustu pēc Saules rieta, kā tas ir ar zondi, kad to vairs neapgaismo.

Vai mans secinājums ir pareizs (ja ir, tad apmēram cik lielā augstumā zonde lido?), kādi varianti vēl iespējami un cik bieži šāda parādība novērojama.

Vēlu daudz entuziasma gan vēl šajā, gan nākamajā gadu tūkstoši!

Mārtiņš Sudārs, Sarkaņu pag. Madonas raj.

Vēstules (un fragmentus) izvēlējās **I. Pundure**

Pamanītās kļūdas 2000. gada vasaras laidienā

V. Ustimenko rakstā “Saules sistēmas planētu lielākie pavadoņi” 58. lpp.:

- otrajā slejā trešajā rindkopā iespiests “attiecīgi 3,53 un 3,54 g/cm³”, jābūt “attiecīgi 3,53 un **3,34** g/cm³”;
- 3. att. norāde no Jo garozas iespiesta uz litosfēru, jābūt uz **silikātiem**.

Atvainojamies autoram un lasītājiem!

JEKABS ŠTRAUSS

ZVAIGŽNOTAIS VISUMS MŪSDIENU LATVIEŠU EKSLIBRĪ

(Turpinājums)

ZVAIGZNES

Aplūkojot apakštēmai atbilstošos darbus, varam izsekot mākslinieku spējām variēt, interpretēt un izmantot šos kosmosa objektus vairākiem mērķiem.

Pirmkārt – zvaigzne(s) kā objektīva realitāte – debess spidekļi bez dziļākas idejas un zenteksta izvērsuma. Tās var būt vienkārši zvaigžņotas debesis, zvaigznes kopā ar ainavas vai interjera elementiem vai arī viena atsevišķa zvaigzne – Spika, Sīriuss, Vega u. c.

dam (skrečbords, P1), mākslinieces Elitas Viliamas C3/col tehnikā radīto zīmi Latvijas kuģniecības Jūrnieku centram (*sk. 1–3. att.*) u. c.

Otrkārt – zvaigzne(s) kā ekslibra īpašnieka vārda vai uzvārda ilustrācijas. Tas ir vieglākais un vienkāršākais grāmatzīmes idejiskās un kompozicionālās uzbūves paņēmieni, bet tāpēc vien nav nīdējams un noniecināms (tādas domas samērā bieži ir dzirdamas ekslibrī strādājošo mākslinieku aprindās).

Profesionālā izpildījumā šā tipa zīme tās



1



2



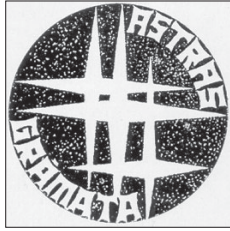
3

Savā darbā mākslinieks tās velta pasūtītājam, kurš ir romantiķis, kuram patīk lūkoties zvaigznēs un sapņot un kurš no tā gūst garīgu baudu un saņem neapraķstāmu emocionālo pārdzīvojumu un enerģiju.

Kā piemēru varētu minēt profesora Pētera Upiša X2 tehnikā darināto ekslibrī tālbraucējam kapteinim un bijušajam z/k "9. Maijs" (tagad a/s "Auda") priekšsēdētājam Gunāram Saltajam, grafiķa Viestura Granta grāmatzīmi Rolan-

īpašniekam vai skatītājam var radīt paliekamu estētisko pārdzīvojumu un dot iespēju izbaidīt neatkārojamu miniatūras smalkumu un pievilcību. Piemēram, Jeļenas Akopjanas ekslibris Astrikai Tonojanai (C3C5) un Induļa Gurtiņa P1 tehnikā darinātā "Astras grāmata". Abos darbos ir ilustrēts īpašniecu vārds (*sk. 4.–5. att.*).

Treškārt – zvaigzne(s) kā simbols. Parasti šādas zīmes velta organizācijām un ļaudim, kuri



Upīša grāmatzīme (X2) igauņu rotkalim, tauriņu kolekcionāram un ekslibru “drukas meistaram” Mati Metsavīram (*sk. 6.–8. att.*) u. c.

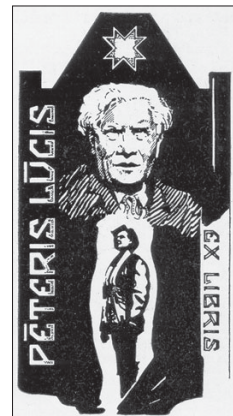
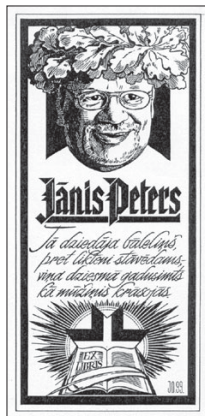
Īpaši gribētu pakavēties pie tādām zvaigznēm – simboliem – kā Auseklis – Rīta zvaigzne jeb Venēra, kas ir latviešu tautas atmodas simbols, trīszvaigžņu motīva un tā saukto Dāvida jeb seš-



kalpo augstiem ideāliem un cēliem mērķiem un kuru profesija ir saistīta ar izglītības un gara gaismas nešanu tautā. Piemēram, Induļa Otto ekslibris (X2) pazīstamajai žurnālistei Teklai Šaiterei, Elitas Vīliamas ekslibris (C3/col) Gdaņskas akadēmiskajai bibliotēkai, profesora Pētera

stūra zvaigzni, ko nepareizi mēdz dēvēt par zvaigzni, ja runa ir par ebreju tautas īpašo simbolu – heksagrammu, bet labāk visu pēc kārtas.

Auseklis jeb Rīta zvaigzne (Venēra) simbolizē gaismas uzvaru pār tumsu, mūžīgo



atjaunošanos un visa jaunā, labā un gaišā sākumu. Ne velti latviešu tauta šo zvaigzni ir izvēlējusies par atmodas simbolu.

Grāmatzīmes ar Ausekli mākslinieki ir radījuši visu trīs tautas atmodu veicinātājiem un dalībniekiem, visiem tiem, kam ciņa par tautas un valsts atbrīvošanos no fiziskajiem un garīgajiem spaidiem ir bijusi neatņemama dzīves sastāvdaļa. Tie bija mūsu gaišie prāti – inteliģence, tādēļ visvairāk šis simbols sastopams tieši viņu ekslibros (sk. 9.–12. att.).

Tē vietā minēt grafiķa Daiņa Rožkalna eks-

arī Latvijas brīvvalsts laika karogu, kas tolaik bija liels “grēks”.

Pēdējās atmodas gados un mūsdienās šī tēma ir attīstījusies visā tās daudzveidībā un piecē latviešu patriotu un šīs tēmas kolekcionāru sirdis un prātus. Minešu dažus piemērus: Imanta Ozoliņa ekslibris (XR) represētajam latviešu dzejniekam Leonīdam Breikšam – *in memoriam*, Viļņa Rešņa divas miniatūras ārstei Astrai Puķītei un ekslibru kolekcionāram Kārlim Lāriņam, Induļa Otto darbs (X2) ekslibru kolekcionārei un aktīvai trešās atmodas atbalstītājai



13



14



15



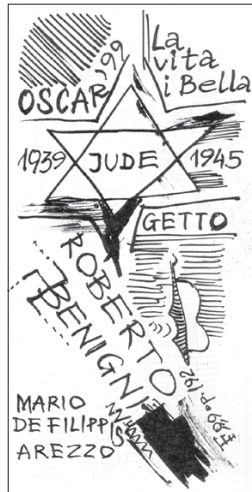
16

libri (X2) Krišjaņa Valdemāra Ēdoles bibliotēkai, Imanta Ozoliņa ekslibri (XR) dzejniekam Jānim Peteram, Zigurda Zuzes Viļņas ekslibru biennālei darinātā miniatūra (X2) Baltijas mākslai un vienotībai, Ainas Karlsones (P1) grāmatzīmi ilggadīgam Valmieras Drāmas teātra režisoram un aktierim Pēterim Lūcim un daudziem citiem.

Arī **trīs zvaigzņu** tēma ir guvusi ievēribu un paliekamu vietu mūsu ekslibru autoru darbos. Visražīgākais šajā jomā ir Vilnis Resnis. Jau stagnācijas ziedu laikos mākslinieks slēptā veidā ir pievērsies šim motivam. Kāda ziedu buķete, fantastisks sižets vai speciāls kāzu ekslibris – apsveikums, un tikai savējis saprata, ko isti simbolizē it kā neuzkrītošas trīs zvaigzņītes. Tādā pašā slēptā veidā drūmajos cenzūras gados mūsu mākslinieki I. Ozoliņš, R. Lambergis u. c. radīja



17



18

Andai Moldānei, divi grafiķa Riharda Skrubja ziedojuma ekslibri (X3) Latvijai un Tēvzemei, Elitas Viliamas grāmatzīme (C3) Floridas klaida

maņu vairogos, vapoņos un karogos. Iespējams, ka tā ir piemiņa no Krusta kara laikiem Svētajā zemē, kad tālaika karotāji nepareizi interpretējuši



19



20



21

latvietim Valdim Bormanim u. c. (sk. 13.–16. att.).

Dāvida zvaigzne. Pie šī simbola es gribētu pakavēties ilgāk (sk. 17., 18. att.).

Heksagramma, ko mēs varam skatīt senebreju pieminēkļos un Izraēlas valsts karogā, nav zvaigzne, kā to bieži kļūdaini iedomājas. Tas ir īpašs simbols, ko veido divi savstarpēji saistīti trīsstūri. Tie savukārt veido figūru, kas tikai atgādina sešstūru zvaigzni, bet šim simbolam ir pavisam cita nozīme. Tas nav debess spīdekļis, kāds, piemēram, ir latviešu Auseklis.

Dāvida zvaigznes nosaukumu šis simbols nepamatoti un izkropļotā veidā ieguva fašistiskajā Vācijā. Dzeltenas sešstūra zvaigznes veidā piespiedu kārtā ebrejiem tas bija jānēsā uzšūts uz apģērba. Mūsdienās Dāvida zvaigzne jāuzskata par ebreju tautas ciešanu un pazemojuma simbolu.

Ārzemju mākslinieku darbos nereti Dāvida zvaigzne ir sastopama holokaustu pārcietušajiem cilvēkiem veltītajos ekslibros kā atgādinājums par tā laika zvērībām un kā nākotnes cerība nekad vairs nepieļaut notikušo. Tāds, piemēram, ir poļu mākslinieka Lešeka Freja ekslibris (P7) itālim Mario de Filippis.

Nereti dzeltenas (zelta) sešstūra zvaigznes ir redzamas jau viduslaiku bruņinieku un augst-

seno ebreju simbolu, iespējams, ka tam ir cita nozīme. Tāpat maldīgi ir saistīt brīvmūrnieku un tirgotāju organizāciju vapoņos redzamās heksagrammas un sešstūru zvaigznes ar jūdaismu un cionismu. Interesanti būtu izpētīt, ko isti nozīmē zvaigžņu staru skaits simbolos, bet tā ir tēma citam rakstam. Kā piemēru gribētu minēt spāņu mākslinieka Hozē Majola Triado (1870–1929) radīto ekslibri Marijai Izabellai Nollai u. c.

Ceturtkārt – zvaigzne(s) kā “*in memoriam*” grāmatzīmju galvenās idejiskās slodzes un emocionālā pārdzīvojuma radītājas.

Šeit minams Pētera Upiša ekslibris (X2) dzejniekam Fricim Bārdam, Klitijas Asbergas kontrofortā (X10) darinātā zīme slavenajam lietuviešu grafiķim Stasim Krasauskim, Natālijas Čerņeckas darbs – veltījums (X2) Armēnijas



22

zemeštrīces upuru piemiņai 1988. gadā u. c. (sk. 19.–21. att.).

Meistarīgi rādītas krītošās un degošās zvaigznes šo mākslinieku darbos rada likteņa nežēlības, nolemības un pārliecinošas katarses iespaidu.

Piektkārt – zvaigzne(s) kā satīras elements. Ar to visprecīzāk var raksturot bibliotēku ipašniekus, kurus ir “apsēdusi” zvaigžņu slimība, astrofilija vai citas zvaigžņota rakstura novirzes.

Sliņķu – “zvaigžņu skaitītāju” – fizionomijas un “pudeles brāļu” lēkājošo un riņķojošo zvaigzņiņu orbītas nereti ir sastopamas karikatūristu darbos, piemēram, tāda izcila šis māks-

slas nozares meistara kā Gunārs Bērziņš, kurš ir arī vairāku desmitu ekslibriju autors (iespējams, ka plašākai publikai tas būs jaunatklājums), darinājumos. Kā piemērs noderēs grafiķa Zigurda Zuzes ekslibris (X2) veterinārārstam Pēterim Siriusam un Elitas Vīliamas ekslibris (C3) sev pašai (*ipse fecit*), kurā māksliniece pasmaida par savu zvaigžņu māniju (sk. 6., 22. att.).

ZVAIGZNĀJI

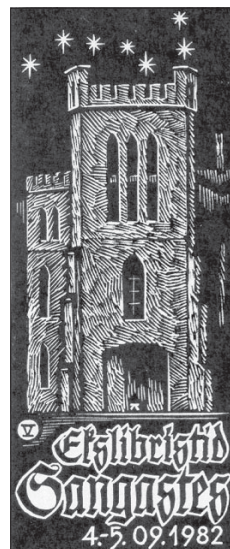
Ši apakštēma ir viena no kolekcionāru visvairāk pieprasītākajām un mākslinieku apjūs-



23



24



25



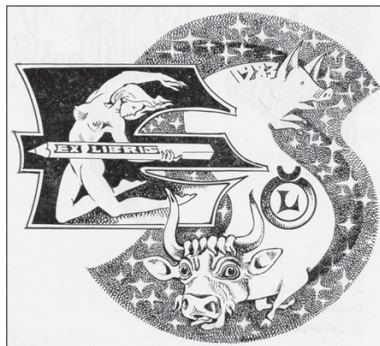
26



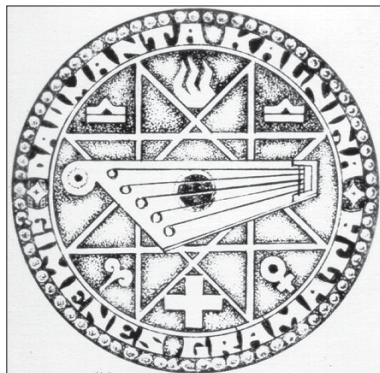
27



28



29



30



31

motātajām tēmām. Zvaigznāju grāmatzīmes mēs varam aplūkot trīs veidos – zvaigznājs kā reāla objektivitāte, zvaigznājs kā figurāla ilustrācija un zvaigznājs kā zīme.

Zvaigznājs kā objektīva realitāte. To savos ekslibros ir gribējuši redzēt visdažādāko profesiju pārstāvji – jūrniece un ar jūrnieceību saistītas organizācijas, astronomi, ekslibru kolekcionāri, dēkaiņi un piedzīvojumu meklētāji, mājsaimnieces u. c. Igaņu mākslinieks Ago Kivi savu miniatūru (X6) ir veltījis Baltijas valstu ekslibristu salidojumam Sangastē, kurā rādīta pils, virs kuras naksnīgajās debesis mirdz Lielais Lācis. Otrs igauņu autors Riho Lahi savam tautietim Olavam Tjahem ir darinājis zīmi (S/2) ar Dienvidu Krustu, kas simbolizē tās īpašnieka vēlmi nokļūt dienvidu puslodē.

Māksliniece Elita Viliama ir pievērsusies jūrnieceībai. Te minams Latvijas kuģniecības

prezidenta Andra Kļaviņa ekslibris (C3/col) ar Dvīņu zvaigznāju, bijušā zemūdenes “Ronis” komandiera, komandkapteiņa Hugo Legzdiņa grāmatzīme (C3/col) ar Strēlnieka zvaigznāju, Klaipēdas jahtkluba ekslibris (C3/col) ar Polārzvaigzni, Mazo Lāci un Dienvidu Krustu, miniatūras ekslibru kolekcionārem – latvietei Gaidai Šilinskaī (XR/col) un somietei Rauni Heurinenai ar Vēža un Lauvas zvaigznājiem, vācbaltu burātājam Paulam Eduardam Mendem (C3/col) ar Svāriem u. c. (*sk. 23.–27. att. un krāsu ielikuma 4. lpp.*).

Zvaigznājs kā figurāla ilustrācija. Pāršķirstot vecus zvaigžņu atlantus, ikviens mākslinieks var atrast sev piemērotu ideju jaunu darbu radīšanai. Vēl jo labāk, ja nākamais darba īpašnieks ir astronoms. Interesantus darbus astronomam Jānim Klētniekam (XR) šajā jomā ir radījis Imants Ozoliņš. Pirmajā

darbā ir attēlots Kasiopejas zvaigznājs gan sievietes izskatā, gan kā reāla zvaigžņu kopa, otrajā ir tēlots Pegazs. Darbu grafiskā elegancē, teicams šrifts, virtuozais guašas zīmējums un izvērsta darba kompozīcija rada skatītājā vēlmi iegūt šādas kvalitātes darbu arī sev vai savai kolekcijai (sk. 28., 31. att.).

Arī māksliniece Elza Stalidzāne ir radījusi interesantu ekslibri (P1) ar Vērša zvaigznāju Cūkas gadā, ko veltījusi sev apaļā jubilejā. Melnbalto un pelēko laukumu mijiedarbība rada īpatnēju zvaigžņu mirdzuma iespaidu. Veiklais zīmējums un vienota stila izjūta dara

šo zīmi iekārojamu un rada potenciālo īpašnieku un kolekcionāru neviltotu interesi (sk. 29. att.).

Skorpiona zvaigznāju ir ilustrējuši mākslinieki Ēvalds Vilks ekslibri (P1) Viktorijai Banderei un Jānis Liepiņš miniatūrā (P1) Pēterim Ozoliņam.

Zvaigznājs kā zīme. Ļoti bieži ekslibros ir sastopami zodiaka zvaigznāju un planētu grafiskie apzīmējumi. Te jāmin Induļa Gurtiņa darinātais ekslibris (P1) Daumantam Kalniņam (Svari), Rūtas Švalbes zīme (L) Elitai Viliamai (Svari) un citi (sk. 30. att.).

(Nobeigums sekos)

DOMU RIEKSTI ❧ DOMU RIEKSTI ❧ DOMU RIEKSTI ❧ DOMU RIEKSTI

Domu rieksti. Ar šādu kopīgu nosaukumu lasītājiem piedāvātais uzdevumu risināšanas cikls ir noslēdzies (sākums 1999. gada pavasara laidienā, nobeigums 1999./2000. gada ziemas laidienā). Jautājumu pareizas atbildes atrodamas katrā nākamajā žurnāla laidienā.

Visaktīvākais uzdevumu risinātājs ir bijis Cēsu ārsts Kārlis Skrastiņš. Viņš atsūtījis atbildes uz visiem uzdotajiem jautājumiem. Lasītāju interesi visvairāk saistījuši jautājumi par Mēness fāzi Vasarsvētkos, par Marsa dienas redzamību opozīcijas laikā, par dienas ilgumu (garumu) pavasara un rudens iesākumā, par vasaras un ziemas atšķirīgo ilgumu (garumu), par Saules aptumsumu atkārtotās likumsakarībām un par gadu, no kura līdz mūsu dienām pagājuši tieši divi gadu tūkstoši.

Par aktīvu līdzdalību uzdevumu risināšanas konkursā “Zvaigžņotās Debess” 2000. gada abonementu izlozē laimīgā loze krita **Kārlim Skrastiņam** Cēsis. Paldies Pāvelam Šimanskim Krāslavas rajonā un Ingai Začestei Ogres rajonā par piedalīšanos!

2001. gada “Zvaigžņotās Debess” abonementu ieguva **Inta Mežaraupe** no Rīgas.

Rezumējis **Leonīds Roze**

Kur var iegādāties gadalaiku izdevumu “Zvaigžņotā Debess”?

Pēdējo gadu “Zvaigžņoto Debess” vislētāk var iegādāties apgādā “Mācību grāmata”, kas atrodas Rīgā, Zeļļu ielā 8, apgāda veikalā Katrinas dambī 6/8 un grāmatgaldā LU galvenajā ēkā (Raiņa bulvārī 19, I stāvā, 178. telpā), kā arī izdevniecības “Zinātne” grāmatnīcā Akadēmijas laukumā 1 Zinātņu akadēmijas Augstceltnē.

Jaunākos numurus tirgo Rīgā – Grāmatu nams “Valters un Rapa” (Aspazijas bulvārī 24), Jāņa Rozes grāmatnīca (Krišjāņa Barona ielā 5), karšu veikals “Jāņa sēta” (Elizabetes ielā 83/85), LU Akadēmiskā grāmatnīca (Basteja bulvārī 12) un, ceram, arī vairākās novadu grāmatnīcās.

Redakcijas kolēģija

ARTURS BALKLAVS

JAUNS MĀCĪBU LĪDZEKLIS ASTRONOMIJĀ

Šā gada sākumā apgāds “Zvaigzne ABC” ir laidis klajā jaunu mācību līdzekli astronomijā “Kā iekārtots Visums” (“KīV”). Tā autors ir pedagoģijas zinātņu doktors (*Dr. paed.*) Ilgonis Vilks – jau labi pazīstams vairāku astronomijas mācību līdzekļu (piemēram, “Astronomija vidusskolai” (1996), “Astronomija tiklā” (1999, <http://www.liis.lv/astron/>) u. c.) un daudzu “Zvaigžņotās Debess” (“ZvD”) populārzinātnisku publikāciju autors. Šo mācību līdzekli ieteikusi lietot Latvijas Astronomijas skolotāju asociācija.

“KīV” (*sk. grāmatas vāku krāsu ielikuma 4. lpp.*) veidota kā neliela deviņdesmit piecu lappušu astronomiska enciklopēdija, kurā ļoti lakoniski un koncentrēti sniegta informācija par būtiskiem un ikdienišķā aprītē visbiežāk nepieciešamiem Visuma uzlabes jautājumiem. Tādēļ kā mācību līdzekli šis izdevums nav jāuztver šaurā nozīmē, t. i., tikai kā skolām domāts. Tam ir vispārīzglītojoša vērtība un, domājams, tieši tāpēc “KīV” atradis vietu ne tikai daudzu skolu audzēkņu grāmatu plauktiņos, bet arī ne vienā vien mājas bibliotēkā, jo ir labi izmantojams dažādu spēļu, viktorīnu u. c. pasākumu rīkošanai.

Informācija par Visumu “KīV” ir sistematizēta četrās lielās sadaļās jeb nodaļās nedaudz netradicionāli, jo 1. sadaļa – “Visuma izveidošanās un attīstība” – kā jau no nosaukuma spriežams, ir veltīta pašu būtiskāko mūsdienu zinātnes atziņu izklāstam par Visuma rašanos un Saules sistēmas formēšanos, t. i., kosmoloģijas problemātikai, kura šādos mācību līdzekļos parasti tiek ievietota beigās.

Nākamās trīs sadaļas jau veidotas tradicionāli. 2. sadaļā – “Saules sistēmas debess ķermeņi” –

aplūkotas 14 tēmas, kas galvenokārt saistītas ar planētām, komētām, meteoriem un meteorītiem, 3. sadaļa – “Daudzveidīgās zvaigznes” – aptver 11 tēmas, sākot ar Sauli un Saules aktivitāti un beidzot ar zvaigžņu evolūciju, tostarp aplūkojot kosmosa eksotiku – pārnovas, neitronu zvaigznes un melnos caurumus, zvaigžņu kopas, miglājus un starpzvaigžņu vidi, bet 4. sadaļā – “Galaktiku pasaule” – savukārt pievērsta uzmanību 6 tēmām, sākot ar galaktikām un beidzot ar Visuma nākotni un cilvēku un Visumu.

Ļoti lielu daļu (gandrīz pusi) no jaunā mācību līdzekļa apjoma aizņem sadaļa “Pielikums”. Tajā sniegta informācija par šādiem jautājumiem: “Debess spīdekļu kustība”, “Zvaigžņotās debess apskats”, “Astronomiskie un kosmiskie pētījumi”, “Astronomijas attīstība”, “Zvaigznāji” un “Astronomiskās konstantes”.

“KīV” beigās ievietots alfabētiskais rādītājs ar apmēram 270 šķirkļiem, kas ļauj ne tikai operatīvi atrast informāciju par interesējošo jautājumu, bet arī ātri pārliecināties, vai šis jautājums mācību līdzekli vispār ir apskatīts.

Tātad latviešu lasītājs un, kā jau atzīmēts, ne tikai skolu audzēknis saņem kārtējo labi kompilētas informācijas avotu par mūs aptverošo kosmisko pasauli, kura jau spēlē, bet nākotnē spēlēs arvien lielāku lomu sabiedrības nepārtraukti augošo dzīves vajadzību un komforta nodrošināšanā. No šā viedokļa, šis pasaules korekta, t. i., uz zinātnes atziņām balstīta, izpratne ir būtiski nozīmīga katra sabiedrības locekļa adaptācijas spēju palielināšanā nemitīgi un strauji mainīgās eksistences vides apstākļos.

Beidzot šo nelielo apskatu par jauno astronomijas mācību līdzekli “KīV”, ir interesanti atzīmēt un, manuprāt, kā visnotaļ pozitīvu faktu

uzsvērt to, ka šajā savā darbā I. Vilks nav izvairījies arī no dažu svarīgu matemātisku sakarību reproducēšanas, kas padziļina izpratni par apskatāmajiem jautājumiem un uz kuru iztrūkumu šā raksta autors ne vienreiz vien norādījis “*KiV*” autoram savās recenzijās par

viņa iepriekšējiem mācību līdzekļiem (*sk., piemēram, A. Balklavs. “Jauna astronomijas mācību grāmata vidusskolām” un “Astronomija Internetā” attiecīgi “ZvD”, 1996./97. g. ziema, nr. 154, 53.–56. lpp. un 2000. g. pavasaris, nr. 167, 37.–40. lpp.*).

NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM ☞ NO LASĪTĀJU VĒSTULĒM

Godātā “Zvaigžņotā Debess”!

Esmu Tavš lasītājs visu Tavu līdzšinējo mūžu un būšu tāds visu savu atlikušo mūžu. Pārskatu visu žurnālu, izlasu tā lielo daļu. Ir daudz interesantu materiālu. Fantastiski ietilpīgs (līdz ar to – visai uzmanīgi lasāms) bija A. Balklava kosmoloģijas apskats 2000. g. ziemā. Ar v i s lielāko interesi lasu Imanta Vilka apskatus nodaļā “Atziņu ceļi”. Labprāt lasu arī autorus, kuru viedoklim nepievienojos. Piemēram, rakstu par Dievu kristietībā un latvju dainās. Te man tautas dziesmu autentiskie teksti bija krietni tuvāki nekā autore komentāri par tiem.

Īsi sakot, esmu “ZvD” patriots. Tādēļ arī gribas, lai žurnāls būtu labs un kļūtu arvien labāks. Gan satura, gan noformējuma ziņā. Gan arī precizitātes un valodas ziņā. No šī viedokļa atļaušos izteikt dažas piezīmes par 2000. gada pavasara “ZvD”.

Vispirms par valodas kļūdām.

- 1. (56. lpp.) “To, ka kultūra mūsu valstī iet rokrokā ar zinātņi, varēja pārliecināties...” Pareizi būtu: “Par to...”*
- 2. (63. lpp.) “Vai Marsa tropiskās joslas relatīvais siltums un gaismas enerģijas pārpilnība kompensē nepieciešamību rakties pēc ledus pazemē jeb ir izdevīgāk dzīvot polāro ledāju tuvumā...” Pareizi būtu: “...rakties pēc ledus pazemē vai ir izdevīgāk...”
*Ja vien autors negrib teikt, ka dzīvot tropiskajā joslā ir tieši tas pats, kas dzīvot polāro ledāju tuvumā (!).**
- 3. (64. lpp.) “Laiks savstarpēji atšķirtos tikai par 1,0275 reizēm.” Pareizi būtu: “Laiks savstarpēji atšķirtos tikai 1,0275 reizes.”
*Jo neviena aritmētiska operācija nebūs spējīga vienlaicīgi būt gan reizināšana, gan saskaitīšana. Var runāt tikai vai nu par vienu, vai par otru.**
- 4. (75. lpp.) “No Kanta kopernikāniska apvērsuma filosofijas viedokļa, kā nepamatotus prāta klejojumus būtu jāvērtē arī viņa apcerējumu par citu planētu iemītniekiem...” Pareizi būtu: “No Kanta kopernikāniskā apvērsuma filosofijas viedokļa kā nepamatoti prāta klejojumi būtu jāvērtē arī viņa apcerējums par citu planētu iemītniekiem...”
*Jo latviešu valodā ar vajadzības izteiksmi biedrojas nominatīvs (n e v i s akuzatīvs!). “Jāēd maize”, nevis “Jāēd maizi”. Šīs kļūdas pamatā ir padomju laikos latviešu valodā ievazātais analfabētisms; diemžēl dažu autoru valodā tas vēl siksti turas.**
- 5. (91. lpp.) “Tāpēc pats pavasara sākums, kad laiks jau paliek siltāks, ...” Pareizi būtu: “Tāpēc pats pavasara sākums, kad laiks jau kļūst siltāks, ...”*

Nopietnāka ir nākamā kļūda.

6. (69. lpp.) “Fraktāļu ģeometrijas iedīgļi parādījās jau 20. g. s. sākumā vācu matemātiķa Georga Kantora pētītās tīklu teorijas ietvaros.”

Pareizi būtu: “Fraktāļu ģeometrijas iedīgļi parādījās jau 19. g. s. beigās vācu matemātiķa Georga Kantora pētītās kopu teorijas ietvaros.”

Jo Kantors nekad ne ar kādu “tīklu teoriju” nav nodarbojies un tāda matemātikā vispār neeksistē. Turpretim tagad jau skolā iepazīstas ar kopu teorijas pamatiem, nerunājot par studentiem.

Autors savu teoriju sauca “Mengenlehre” – termins, kuram ar tīkliem nav nekā kopīga. Krieviski lieto terminu “о́бъёмъ тѣла́а́а́а́”. Latviski novecojis (pirms kara lietots) termins ir “daudzumu teorija”, bet mūsu dienās saka vienīgi “kopu teorija”.

Grūti uzminēt, kas mudinājis citētās grāmatas autoru E. I. Siliņu lietot divaino “tīklu teoriju”. Varbūt kļūdaina alūzija ar krievu vārdu “нәәи́”, kas fonētiski atgādina angļu terminu “set theory”?

Jo nelaime ir tā, ka Siliņš acīmredzot par šiem jautājumiem lasījis tikai angliski rakstītā literatūrā. Diemžēl viņš nebija vienīgais, kuram mūsdienās uz acīm “angliskās klapes”.

Starp citu, “Lielo patiesību meklējumos” ir daudz neprecizitāšu un faktisku kļūdu. Domāju, ka tās var ja ne piedot, tad tomēr saprast, ievērojot grāmatas ļoti plašo tematisko loku. Radušās tās ir, šķiet, līdzīgā kārtā, izmantojot populāro un nereti paviršo literatūru angļu valodā.

Dotajā gadījumā žēl tomēr, ka “ZvD” kļūdu atkārtojusi tā vietā, lai to izlabotu.

Novēlu “Zvaigžņotai Debesij” Saules mīžū!

Jūsu V. Detlovs, Rīgā

JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ ✂ JAUNUMI ĪSUMĀ

Cik veci ir pulsāri? Nesenie pētījumi liek apšaubīt klasisko pulsāru vecuma noteikšanas metodi. Kā zināms, pulsāri ir ātri rotējošas neitronu zvaigznes, kuru vecumu tradicionāli nosaka pēc rotācijas ātruma un tā (ātruma) samazināšanās tempa. Pulsāra B1757–24, kurš atrodas Strēlnieka zvaigznājā, vecums, izmantojot klasisko metodi, ir 16 000 gadu. Novērojumi, kas veikti ar VLA (Very Large Array) 1993. un 1999. gadā, dod iespēju noteikt pārnovas, no kuras radusies neitronu zvaigzne, nomestā apvalka izplešanās ātrumu. No tā var aprēķināt pulsāra B1757–24 minimālo vecumu, kas ir 39 000 gadu. Šāda nesaskaņa starp abām vērtībām varētu liecināt par principālām kļūdām tradicionālajā pulsāru vecuma noteikšanas metodikā. Pastāv gan iespēja, ka novērotās pārnovas atliekas ir pavisam citas katastrofas sekas un B1757–24 tikai gadījuma dēļ atrodas uz to fona. Turpmākie pētījumi ļaus precizēt iegūtos rezultātus.

L. Z.

Internetā ir pieejami visu “Zvaigžņotās Debess” laidienu satura rādītāji un vāku attēli:

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

Ja vēlaties iegādāties iepriekšējo gadu (1980–1996) laidienus, dariet to zināmu pa tālruni 7 034 580 (Irenai Pundurei) vai pēc adresēm: e-pasts: astral@latnet.lv; Raiņa bulv. 19, Rīga, LV-1586.

Redakcijas kolēģija

ILZE LOZE

SAULES AKMENS JEB ACTEĶU KALENDĀRS

Meksikas nacionālās antropoloģijas muzeja zālēs sakopotas fantastiskas šīs zemes arheoloģiskās vērtības. Skatītājs un vērotājs, kas šeit ieradīs pirmo reizi, gribot negribot izjūt satraucošus mirkļus, atverot savā iztēlē meksikāņu aizvēstures un vēstures viskontrastainās lappuses.

Muzeja ēkai ir taisnstūra plānojums ar ūdens baseinu un no akmens plāksnēm saliktu plašu pagalmu iekšpusē. Muzejs atrodas milzīgā Čapultepeka parka pirmajā nodalījumā, blakus Mehiko vēsturiskajam centram. Tas viegli atrodams, jo izvietots Mehiko pilsētas galvenās maģistrāles *Paseo de la Reforma* malā. Muzejs strādā katru dienu no plkst. 9 rītā līdz 19 vakarā. Ieejas biļete maksā 800 peso (1 lats = 16 peso). Muzejam ir arheoloģiskā, etnogrāfiskā un muzejgrāfijas nodaļa, kā arī fiziskās antropoloģijas, zemūdens arheoloģijas, lingvistikas nodaļa, elektroniskās mašīnērijas un citas laboratorijas. Turklāt tas lepojas arī ar nacionālās antropoloģijas (ar antropoloģiju civilizētā pasaulē saprot fizisko un kultūras antropoloģiju, arheoloģiju un etnogrāfiju) un vēstures bibliotēku.

Zāli pēc zāles pārstaigājot, dažu dienu laikā nav iespējams apgūt visu šo sakopoto Meksikas aizvēstures un protovēstures lietisko avotu un pierādījumu galeriju. Tomēr mēģināsim arī mūsu žurnāla lasītājam pastāstīt par to, kas varētu viņu interesēt.

Meksikas arheoloģijā izdalāmi 4 galvenie periodi: pirmsklasiskais (2000.–300. g. pirms Kr.), pāroto – klasiskais (300.–600. g. pēc Kr.), klasiskais (600.–1250. g. pēc Kr.) un postklasiskais (1250.–1517. g. pēc Kr.). Lasītājam,

protams, nav noslēpums, ka 1517. gadā Meksikas piekrastē ieradās pirmie spāņu iekarotāji. Šie materiāli atrodas valsts vēstures muzejā.

Šajā apskatā vērsīsim lasītāja uzmanību uz tām arheoloģiskajām vērtībām, kuras iegūtas pašā Meksikas (*Mejico*) sirdī – Mehiko pilsētā, ko 1325. gadā kā toreizējo Tenočtitlanu nodibināja acteki. Gandrīz pēc 200 gadiem – 1521. gada 13. augustā – to pilnībā sagrāva spāņu iekarotāji.

Mehiko ielejā, kura aptver 8000 km² lielu platību, nodibinātā Tenočtitlanas (*Tenochtitlan*) pilsēta bija kļuvusi par bagātu metropoli, pārvaldot teritoriju no Meksikas līča līdz Kluksajam okeānam. Acteki Mehiko ielejā apmetās klasiskā perioda laikā – 1116. gadā, kuru viņi dēvēja par “vienu krama naža gadu”. Acteki, uzsākot karu ar vietējiem iedzīvotājiem kulhuakanieņiem (*Culhuacan*), kā arī precoties ar vietējām sievietēm, pakāpeniski nostiprināja savu varu šajā reģionā. Ir aprēķināts, ka pirms spāņu iebrukuma Mehiko ielejā dzīvoja 2 miljoni iedzīvotāju, bet Tenočtitlanā – 250 000.

Tenočtitlanas centrā esošās reliģisko ceremoniju izpildes vietas iezīmēja kvadrātveida laukums ar augstām piramīdām, uz kurām atradās dievu un dievību svētie tempļi. Lielākie tempļi šajā pilsētā piederēja galvenajiem dieviem – Huitkilopočtli un Tlalokam (*Tlaloc*) (*sk. att. krāsu ielikumā 3. lpp.*), mazāki – Saules un Vēja dieviem, kā arī zemkopju dievībai.

Actekiem bija raksturīgs mīts par Saules piecām kosmogoniskām ērām. Viņi ticēja, ka tie dzīvo piektās Saules laikā, kuru sauca *Ollin* – *Tonatiuh* vārdā (*Sun of the move-*

ment). Acteku Saules akmens – kalendārs, kurš iekalts 25 tonnas smagā bazalta blūķī, bija 3,60 m diametrā (sk. 1. att. un krāsu ielikuma 3. lpp.). To atrada vēl 1760. gadā Mehiko pilsētas centra Zokalo dienvidaustrumu daļā. Tagad tas meksikāņiem kļuvis par nacionālo simbolu. Kalendāra centrā atrodas Saules dieva *Tonatiuh* seja. Tas ir visu dievu un dievību kungs. Tā sejas atveidojumam apkārt izvietots kronis, deguna piekars un auskari – ļoti raksturīgas šā dieva ikdienas lietas. Sejas rievās norādīja uz tā vecumu. Saules dieva mēle, kas līdzīga obsidiāna nazim, ir izbāzta ārā, norādot par nepieciešamību iegūt cilvēku asinis un sirdis.

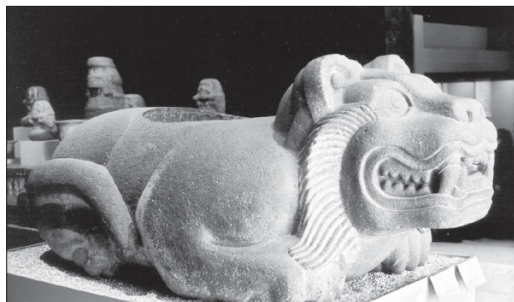
Ticējums, ka Saules dievam ir vajadzīgi cilvēku upuri, bija radijūs nežēlīgu jaunu cilvēku upurēšanas paražu, izraujot tiem vēl pukstošas sirdis. Sirdis ar liela krama vai obsidiāna naža palīdzību, kura rokturis reizēm bija greznots pat ar mozaikas inkrustāciju, tika izgrieztas tūkstošiem un desmitiem tūkstošu jaunu cilvēku no kaimiņu teritorijām. Asinis lija uz tempļu gridām, bet sirdis tika paceltas augšup pret Sauli vai novietotas speciālā lielā un masīvā akmens traukā, kas veidots kā jaguāra figūra (sk. 2. att.). Reizēm upuru gaļa tika ēsta, bet tā nebija kanibālisma pazīme,



1. att. Saules akmens jeb acteku kalendārs. Zokalo, Mehiko. Autores foto

bet gan kontakta nodibināšana starp cilvēkiem un dieviem. Augstāko priesteru devīze bija: “Pēc iespējas vairāk savākt cilvēku sirdis, lai pasaule neizzustu ugunsgrēkā.” Parasti šo rituālu paveica 5 priesteri un valsts galva. Jāpiebilst, ka acteku sabiedrība bija teokrātiska, kur garīgie vadoņi izpildīja arī politisko vadoņu funkcijas. Acteku reliģija balstījās uz apgalvojumu, ka labāk ar godu sagaidīt nāvi, nekā saglabāt dzīvību. Šis bija viens no galvenajiem acteku sakāves iemesliem, kad tiem savu uzbrukumu uzsāka spāņu konkistadori. Acteku piekoptā reliģija tos tiši dzina nāvē.

Atgriežoties pie Saules akmens jeb acteku kalendāra (sk. att. krāsu ielikuma 3. lpp.), atzīmēsim, ka uz tā redzamas vēl citas četras Saules. Proti, ziemeļrietumos atrodas Vēja saule, ziemeļaustrumos – Jaguāra saule, dienvidrietumos – Ugunslietus saule un dienvidaustrumos – Ūdens saule. Acteku gada kalendārs bija sadalīts 18 mēnešos, katrā mēnesī bija 20 dienu. Gadam bija 360 dienas + vēl 5 dienas. Tās labi saskatāmas kalendāra otrajā aplī ap Saules dieva sejas centrālo figūru. Dienām doti šādi nosaukumi: 1. – krokodīla, 2. – vēja, 3. – mājas, 4. – ķirzakas, 5. – čūskas, 6. – nāves, 7. – brieža, 8. – truša, 9. – ūdens, 10. – suņa, 11. – pērtiķa, 12. – sausas zāles, 13. – niedres, 14. – jaguāra, 15. – ērgļa, 16. – lijas, 17. – zemestrīces, 18. – obsidiāna naža, 19. – lietus un 20. – pēdējā mēneša diena – puķu.



2. att. Akmens trauks jaguāra skulptūras veidā izrautu cilvēku sirdžu un asins glabāšanai. Mehiko vēsturiskais centrs. Autores foto

Turklāt uz Saules akmens bija arī atzīmētas debess puses, kuru atzīmes atrodas pirmajā platajā aplī ap Saules sejas disku. Ziemeļu simbols ir attēlots kā obsidiāna nazis, dienvidu – kā lietus, bet rietumu – kā pērtiķis. Atzīmētas arī Plejāžu zvaigznāja 7 zīmes kopā ar ugunsčūskas galvu otrā, skaitot no ārmas, apļa dienvidu daļā ar nelielu novirzi uz rietumiem. Savukārt diametrāli pretējā pusē atrodas ugunsčūskas ķermeņa. Atzīmējamas arī Saules dieva ķetnas ar halcinīta (*Chalchibuite*) rokassprādzi un cilvēku sirdis, kas izvietotas starp nagiem. Tās atrodas pirmajā aplī ap Saules dieva seju, starp pārējo 4 Saules dievu simboliem. Šī Saules akmens plāksnes iesvētīšana, izpildot rituālu, notikusi 13. niedres dienā, kas atbilst 1479. gadam pēc Kristus.

Otrs acteku kalendārs ar sakrālu vai rituālu nozīmi sastāvēja no 260 dienām, kuras bija iedalītas 20 nedēļās. Pēdējās ietilpa 13 dienu. Katra jauna 13 dienu nedēļa šajā kalendārā sākās ar skaitli viens, kuram sekoja nākamo 20 dienu nosaukumi līdz 13. dienai. Tā, piemēram, ja pirmā šā cikla diena sākās ar 1 – krokodilu, tad nākamo 12 dienu nosaukumi tika turpināti pieņemtā secībā – vēja, mājas, ķirzakas utt. Otrā nedēļa sākās ar nākamo sekojošo dienu, kura netika iekļauta pirmajā nedēļā, proti, ar jaguāra dienu un beidzās ar 13. – nāves dienu. Acteku kalendārs atspoguļo Meksikas indiāņu gadu skaitīšanas ciklu, un, domājams, tas ir tikpat vecs kā maijiem. Protams, acteki to ieviesa, nokļūstot auglīgajā Mehiko iekšplakā no ziemeļrietumu tālajām leģendārajām un mistiskajām alām. Acteki bija labi zemes kopēji un Tenočtitlanā un tās apkārtnē izveidoja savdabīgas mākslīgi radītas peldošās salas.

Acteku dievību galerijā iekļauta gan Mēness dievība, kuru tās kareiviskā izskata dēļ sauca par Kouolhauhkuī (*Coyolxauhqui*) (sk. 3. att.), gan arī Mātes dievība Koatlīkue (*Coatlīcue*),



3. att. Mēness dievība – Couolhaugkjui (*Coyolxauhqui*). Mehiko. Autores foto

kas attēlota kā veca sieviete (sk. att. *krāsu ielikuma 3. lpp.*), kura rūpējas par cilvēku.

Acteku reliģijā Saules simboli tika atveidoti arī uz dekoratīvo māla trauku virsmas (sk. att. *krāsu ielikuma 3. lpp.*). Šajā gadījumā tas ir trauks ar divām piltuvveida atverēm. Acteku keramiķis ir attēlojis Saules disku, tās seju un maisa (kukurūzas šķirne) vāļītes, kā arī ziedu čemurus. Tas viss spilgti izkrāsots, izmantojot gaiši zilus un dzeltenīgi brūnus pasteltoņus.

Acteki tāpat kā visi pārējie Centrālamerikas senie iedzīvotāji ticēja, ka viss dzīvais pasaulē sākās no sievietes–vīrieša pretstata, saistītu ar *Ometecubtli* dievieti un *Omecibuatl* dievu, kuri bija visa radītāji uz pasaules. Acteku civilizācijas vēsture beidzās traģiski, jo tās pēdējais valditājs Montesuma, sastopoties aci pret aci ar spāņu iekarotājiem, zaudēja šajā cīņā. Iemesls – acteku priesteru piekoptā jauno vīriešu upurēšana piesaistīja Kortēsam lielus vietējo un kaimiņu teritoriju karotāju pulkus. Paniskās bailes no zirgiem, ko acteki redzēja pirmo reizi, kā arī reliģiskie priekšnoteikumi sevi nesaudzēt, bet labāk sagaidīt ātru nāvi, veicināja Montesumas un viņa valsts sagrāvi. 🐾

LU MAZĀS AULAS CIĻŅU STĀSTS

(Nobeigums)

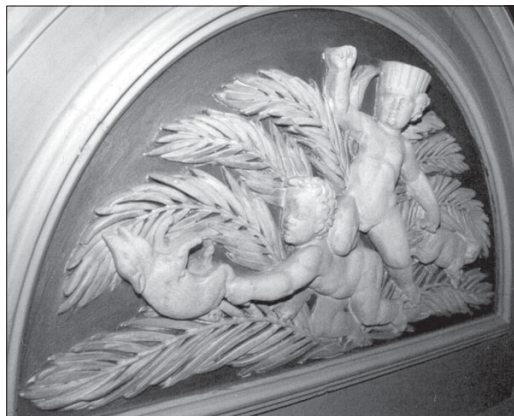
5. panno. Jau bērnībā dviņu brāļiem Romulam un Remam ļoti patika cīnīties ar laupītājiem un labprātāk izvēlēties mednieku dzīvesveidu, nekā veikt ikdienas zemkopju darbus. Kā jau seno romiešu dievības bija nolēmušas, tad viens no brāļiem arvien izrādīja savu pārākumu pār otru. Tas izpaudās arī viņu rotaļās. Cilnī attēlots zēnu rotaļu brīdis, kad Rems cauri asajām akanta lapām uz muguras nes Romulu, kuram pieskaras tikai mirtes un papardes zariņi. Aiz zēniem lido



pūce. Akants simbolizē mākslu, labi paveiktu darbu, bet mirte ir dievu puķe jeb nemirstības simbols. Pūces klātbūtne vēsti par gudrību, kas iespējamas neziņas tumsā. Romuls vairāk domāja par lietīško jeb visu praktiskajai dzīvei derīgo, bet Rems bija vairāk noskaņots uz garīgajām vērtībām.

6. panno. Senajiem romiešiem bija raksturīgs kareivīgums un cīņa līdz uzvarai ne tikai karā, bet arī spēka un veiklības spēlēs. Viņi bija apveltīti ar asu prātu, bet ne sevišķi cienīja filozofus, jo bija noskaņoti praktiskā virzienā. Romieši tiesībās, valsts un militārajā jomā sasniedza izcilus panākumus, palikdami

par paraugu visām vēlākajām paaudzēm, bet nepierādīja nevienu teorēmu. Zinātnes kā tādas romiešiem nebija. Garīgās vērtības pie romiešiem nonāca ar grieķu starpniecību. Cilnī attēloti abi brāļi Romuls un Rems brīdī, kad viņi starp palmu zariem ķer senajiem romiešiem iecienītāko upurdzīvnieku – cūku.



Uzvara arī šoreiz ir stiprākā brāļa Romula pusē. Par to liecina tas, ka atainotajā skatā Romuls ar kroni galvā ir uzlicis savu celi uz Rema muguras. Uzlikt kādam kāju nozīmē pilnīgas uzvaras apliecinājumu. Akmeņu mūrī līdzīgais kronis uz Romula galvas simbolizē pilsētas dibinātāju. Romuls jau ir noķēris upurdzīvnieku un uzvaras priekā pacēlis uz augšu savu roku ar dūri. Cūka ir arī veiksmes un auglības simbols, bet uz augšu paceltā roka ir varas, aktivitātes un spēka simbols. Rems vēl tikai mēģina saturēt dzīvnieku, kurš tam raujas ārā no rokas. Palmu zari apliecina uzvaru, liksmību un mieru.

7. panno. Šajā cilnī mēs varam vērot dzīvnieku medību ainu, kura noris paparžu mežā. Senajiem romiešiem, kuri savu daudzskaitlīgo dievu gribu uzzināja auspicijās, šis medības varēja par daudz ko liecināt. Auspiciju jeb

novērojumu laikā iegūto informāciju skaidroja auguri jeb īpaši priesteri, zīmju pratēji. Paparžu mežs ir maģiska, varoņstāstiem apvīta, briesmu un burvestību pilna valstība, kas var simbolizēt zemapziņu, nojautas. No lauvas, saules simbola, bēg vajātais briedis. Ciņa starp briedi un lauvu simbolizē arī ciņu starp gaismu un tumsu. Lauvas medības mēģina aizkavēt tam uzbrūkošie suņi, uzticības un nakts tumsas valstības dievu pavadoņi.



8. panno. Ciļņos attēlotais seno legendu satura izklāsts ir ļoti dinamisks, spraigs, tas vēsti par nepārtrauktu kustību, auglību, attīstību un ciņu. Nepārtrauktā bojāeja un atdzimšana dabā ļoti ietekmēja seno romiešu reliģiju. Gaisma tomēr uzvar tumsu. Līdz ar brīdi, kad atgriežas saule, iestājas pavasaris dabā un arī cilvēku jūtās. Par to liecina cilni attēlota aina. Akantu lapu vijuma centrā ir attēlota



putnu ligzda ar mazuļiem, kuru sargā divi baloži – ģimenes simbols. Zem šīs ģimenes ligzdas jeb mājas astes kopā ir savijuši lauva, čūska un cūka, simboliski nodrošinot tās iemītniekus ar auglību, spēku, aizsardzību, upurdzīvniekiem, kā arī ar citām dievību un garu labvēlības veltēm.

9. panno. Senajiem romiešiem pati par sevi saprotama lieta un obligāts pienākums bija pateikties dieviem par viņu dotajiem labumiem vai arī izlūgties no viņiem sev atkal kaut ko jaunu ar dažādu lūgšanu, ziedojumu un rituālu palīdzību. Līdz ar pakļautajām tautām romieši ieguva vēl klāt šo tautu dievus,



kuriem arī vajadzēja izrādīt pienācīgu cieņu, sadzīvot ar tiem un nesadusmot tos. Par to liecina ciļņa attēls, kurā redzam divas no akantu un ziedu vijuma izaugušas dievību figūras ar ēģiptiešu galvasrotām. Abas dievības traukos ziedo svēto Nilas ūdeni. Starp dievību figūrām attēlota puķe, kuras ziedkausā apkampušies sēž dievs Oziriss un dieviete Izida ar dēlu Horu klēpī. Zieda kāta lejasdaļā ir apvijusies čūska. Šo dievu kulta Romā sāka izplatīties 1. gadsimtā pirms Kristus. Izida bija valdniece, auglības, mātes un veselības aizgādne, bet Oziriss bija aizkapa pasaules valdnieks un atdzimšanas simbols. Izida bija arī Ozirisa māsa un sieva.

10. panno. Senajiem romiešiem bija ļoti rūpīgi jāsargā arī svētā dievietes Vestas uguns. Ja tā nodziest, tad briesmas ir klāt. Ticīgais romietis to ļoti labi zināja. Ciļņa sižets par to īpaši atgādina. Cilni redzam, kā divas dievības (puscilvēki–pusaugi) veic svētāko no rituā-



liem. Viena dievība rokās tur degošu kandelabru, bet otra tajā ieļļo, lai mūžīgā dievietes Vestas uguns neapdzistu. Uguns ir šķīstīšanās un atklāsmes simbols, bet eļļa liecina par garīgo spēku un gaismu.

11. panno. Kad visus pateicības un lūgumu rituālus dievi ir pieņēmuši ar patiku, viņi dod zīmes, padomus un prāta apskaidrību katram no saviem lūdzējiem. Arī abiem dvīņu brāļiem Romulam un Remam dievi liek saprast, kāds liktenis katru no viņiem sagaida nākotnē. Par to liecina arī cilņa stāsts. Tajā ir attēlotas divas dievības. Starp viņām ir Atlants – gēnijs, kurš uz saviem pleciem tur Zemeslodi. Dievība pa kreisi no viņa tur rokās atvērtu grāmatu un sveic Atlantu. Atvērtā grāmata simbolizē gudrību un prātu. No labās puses



dievība Atlantam pienes trauku ar ziedojumu, kurš ir šīs dievības galvenā balva, jo aizvērtu grāmatu viņa tur savā padusē.

12. panno. Dievu dāvanu – prātu, gudrību un mīlestību uz mākslu – no dieviem saņēma Rems. To apliecina arī cilņa attēls. Remam rokā ir lira – mūzikas un dejas, saskaņas un dievišķas harmonijas simbols. Viņš, tērpies vieglā apmetnī, sēž uz ozola un lauru zaru vītnes, kas simbolizē nemirstību, sasniegumus zinātnē un mākslā. Vienu vītnes galu tur ēzēlis – romiešiem tas simbolizēja auglību. Ēzēlis



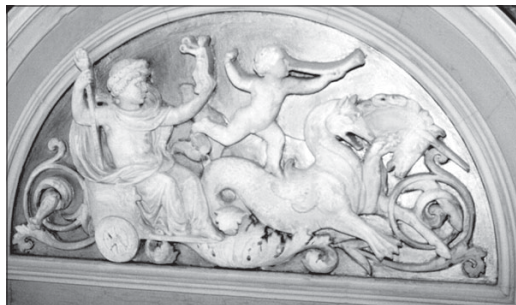
sniedz ozolzaru vainagu – vīrišķības un nelokāmības zīmi Remam. Tādā veidā ēzēlis pagodina Remu kā mākslinieku. Otru vītnes galu tur zilonis – apdomības, savaldības, spēka un laimes zīme. Zilonis ar snuķi dod savu svētību Remam. Ap Remu rotājumā savijušās akanta un vinstīgu lapas, kas simbolizē pilnību un dzīvību.

13. panno. Citu likteni dievi bija nolēmuši otrajam dvīņu brālim Romulam. Viņam bija lemts kļūt par valdnieku. Romuls bija pirmais seno romiešu valdnieks, kurš savā valstī izveidoja un nostiprināja pārvaldes kārtību. Romuls nodibināja senātu, bet romiešus sadalīja pēc sociālā stāvokļa kārtās – patriciešos, plebejos un vergos. Visas valsts lietas valdnieks bija nolīcis dievu ziņā, kuru gribu uzzināja auspicijās. Ne veltī arī senāko romiešu tiesību vēsturei piemīt īpatnēja nokrāsa, kuru tai piešķir seno romiešu dzīves teokrātiskā uzbūve. Tādēļ īpaši abus pirmos ro-



miešu tiesību vēstures laikmetus raksturo dievišķo tiesību pārākums pār laicīgajām. Tām raksturīgs duālisms: no vienas puses – sakrālās tiesības, no otras puses – cilvēku tiesības. Par to liecina arī tas, kā cilni ir atveidotas dievības, kuras tur zizli ar uzrakstu latīņu valodā: “S. P. Q. R.” (*Senatus populusque Romanus* – Senāts un romiešu tauta). Vienai dievībai ir atklāta seja, kas nozīmē to, ka dievi zina un redz visu, kas notiek visapkārt pasaulē. Otrā dievība savu seju ir aizsegusi ar plaukstām, kas nozīmē to, ka dievi savu svētību dod visiem bez izšķirības un tiesā, neuzlūkodami tiesājamo. Virs zižla ar uzrakstu, vareni izplētis spārnus, sēž ērglis – valdnieka zīme, autoritātes, spēka, izturības, lepnuma un atziņas simbols.

14. panno. Senajiem romiešiem bija valdnieks Romuls, kurš savās rokās turēja valsts pārvaldi. Viņš bija arī pirmais valsts priesteris. Par valdnieka Romula slavas triumfu, kaislibām un saprātu liecina arī cilnī attēlotais sižets. Cilnī attēlots Romuls, kurš sēž ratos. Tajos iejūgti onagrs (vienradzis jeb savvaļas ēzelis) un hipokamps (zirgs ar zivs ķermeni). Onagrs simbolizē valdnieka tikumus, bet hipokamps nozīmē ūdens un zemes vienotību. Romulam vienā rokā ir zizlis ar plaukstu attēlu galā, bet uz otras rokas sev priekšā viņš tur dievību ar vainagiem rokā. Vainags ir godināšanas simbols. Rokas attēls zizli simbo-



lizē valdnieka aktivitāti, varu un spēku. Romula braucieni pavada taurētājs, kurš ziņo tautai par valdnieka ierašanos. Romuls un Rems nevēlējās palikt dzīvot savā dzimtajā pusē Albālongā pie valdnieka un sava vectēva.

15. panno. Romuls kopā ar savu dvīņu brāli Remu nolēma dibināt jaunu pilsētu tajā vietā, kur zidaiņu vecumā viņus krastā ar grozu bija iznesuši Tibras upes viļņi. Brāļi sastridējās par to, kurā vietā un kurš tiks pamatus jaunajai pilsētai. Lai atrisinātu konfliktu, viņi nolēma uzzināt dievu gribu ar auspiciju palīdzību. Abi brāļi naktī notupās katrs savā pakalnā, lai vērotu putnu lidojumu. Rems pirmais ieraudzīja lidojam sešus vanagus, bet nepaguva iesaukties, kad Romulam pārlidoja pāri vesels ducis šo putnu. Visi atzina, ka dievi izraudzījuši Romulu par pilsētas dibinātāju. Pēc leģendas, pilsēta tika celta 753. gadā pirms Kristus uz viena no septiņiem tuvumā esošajiem pakalniem, kurus jau 11.–10. gs. pirms Kristus apdzivoja latīņi un sabiņi. Pilsētas celtniecībai tika izraudzīts Apenīnu pussalas Palatina pakalns Tibras upes kreisajā



krastā, iezīmējot kvadrātveida formas plati-
bu vietā, kura atradās apmēram 16 romiešu
jūdzes jeb aptuveni 24 km no tās ietekas Tirē-
nu jūrā. Cilni attēlotais vēstījums rāda, kā Ro-
muls būvē jauno pilsētu, bet Remu interesē
vairāk garīgās lietas un māksla. Pār pilsētas
vārtiem pretim Romulam pārliecies lācis ar
rakstu tistokli ķepā, kas apliecina pilsētas
dibinātāja varu un palīdzību viņam. Lācis bija
dievietes Artemīdas pavadonis. Artemīda bija
žēlsirdīga pret cilvēkiem un palīdzēja viņiem
visos darbos. Otrais brālis Rems tikmēr veic
ziedošanas rituālu par godu dieviem, lai no
viņiem izlūgtos veiksmi topošās pilsētas iedzī-
votājiem. Viņam priekšā ziedkausā guļ bulla
jeb sens romiešu bērnu tērps, kas līdzinājās
kapsulai. Tajā parasti glabājās burvestības
lidzekļi, kas pildīja amuleta funkcijas. Remam
rokā pacelts mazulis, virs kura lido divi tau-
reņi – laulības laimes un nemirstīgas dvēseles
simboli.

16. panno. Arvien vairāk abu dviņu brāļu
darbībā parādās nesaskaņas, jo Romuls ir ļoti
lietišķs, bet Rems vairāk ir noskaņots uz filo-
zofiju, kuru senie romieši ne sevišķi mīlēja.
Cilni tas ir ļoti labi atspoguļots. Brāļi jau ir
attēloti ar mugurām viens pret otru. Starp
viņiem redzams kaula formas zizlis ar tītavām
un labības vārpu rotājumu. Vārpas liecina par
seno romiešu solījumu, zvērestu un uzticības,
auglības un druvu svētītās dievietes Ceceras
klātbūtni. Seno romiešu dēli uzskatīja mirušo
tēvu par dievu. Dēls, paceļot kaulu no tēva
apbedīšanas ugunsкура, pasludināja aizgājēju



par dievu. Romuls no tītavām, kuras atrodas
uz paceltā kaula, padod pavedienu diviem
zirnekļiem, kuri auž tiklu. Ar sejām pret zir-
nekļu tiklu zem Romula rokas stāv divi cilvē-
ki. Romulam rokā ziedošanu trauks, virs kura
savijušās efejas. Romula rokā esošais pave-
diens simbolizē šīs pasaules savienību ar viņ-
pasauli, kurā darbojas zirnekļi – sajūtu pasau-
les audēji, kuru priekšā atrodas divi mirušie
cilvēki. Efeju stīgas liecina par to, ka šo cilvē-
ku gars būs nemirstīgs. Pa to laiku Rems
nodarbojas ar glezniecību. Viņa darbu vēro
divi baloži – dvēseles miera un maiguma lie-
cinieki. Remam nākotnē atkal sagaidāms kaut
kas draudīgs. Par to liecina viņam pie kājām
saritinājies upurdzīvnieks – cūka, kurai pie-
ķērusies muša – ļauns un samaitāts radījums.

17. panno. Čiļņa attēls jau vēsti par to,
ka starp brāļiem pretrunas arvien vēl turpina
saasināties, lai gan starp viņiem joprojām
spārnus izplētis sēž balodis. Romuls brieža



ragiem rotātā vairoga aizsegā niknā un karei-
vīgā noskaņojumā darina valdnieka zizli, bet
Rems, pagriezis brālim muguru, mierīgi pūš
tauri. Pilsēta bija uzcelta, bet tai nebija vārda.
Romuls strādāja, bet Rems visu šo laiku svil-
podams staigāja pa lauku. Tā vietā, lai palī-
dzētu savam brālim, Rems vēl atļāvās pajokot
un pārlēca pāri pilsētas mūrim, ko bija uzcēlis
viņa dviņu brālis. Romuls šajā laikā vairs
nebija gans un Faustula audzēknis, bet gan
Romas valdnieks un visu tās nākamo valdnie-
ku, vadoņu un diktatoru ciltstēvs.

18. panno. Par to, kas notika tālāk, vēsti traģiskais cilņa attēls. Romuls paķēra zobenu (kara un negaisa dievu atribūtu) un nogalināja savu dvīņu brāli Remu, jo viņš bija pārkāpis pilsētas sakrālo robežu. Atjēdzies, ka vēsture kopš šā brīža gatava pierakstīt katru Romula vārdu, viņš, visiem dzirdot, sacija: *“Lai tā iet bojā katrs, kurš uzdrošināsies varmācīgi pārkāpt manas valsts robežas!”* Cilni redzam, ka zemē, apkampis podu (sievietes klēpja simbolu), guļ nogalinātais Rems. No poda baismīga Mānija (aizkapa valstības būtne un vājprāta cēlonis) ar čūskveida matiem



un čūsku jostu ap vidukli varmācīgi rauj ārā nobendētā Rema dvēseli. Ļaunos spēkus romieši savā iztēlē redzēja ļoti materiāli. Viņi pazina vietas, lietas un laiku, kas bija nelaimes pilni (kapa priekšmeti, kur mājāja mirušie, dienas, kurās kādreiz bija notikusi liela nelaime, u. c.). Senajiem romiešiem vajadzēja izvairīties iet uz šādām vietām vai arī stingri ievērot noteikumus, kas ļautu atraidīt no sevis šo bīstamo vietu spēku iedarbību. Romuls, šausmu pārņemts, ar čūskveida pātagu pār plecu un zobenu rokās metās bēgt no baigās vietas.

19. panno. Dievības, protams, pārzināja visu, ko tik vien senais romietis uzsāka un darīja. Doma, ka dievu darbi ir tādi paši kā cilvēku darbi, bija viena no seno romiešu reliģijas specifiskajām pazīmēm. Ļoti ticīgi romieši ne mirkli nešaubījās par dievu eksistenci un viņu pastāvīgo klātbūtni. Dievi bija atzinuši Romula rīcību par pareizu. To apliecina arī cilņa attēls. Izaugusi no efeju un akanta



lapu vijuma, dievība vienā rokā paceltu aizastes tur sermuliņu, bet ar otru roku norāda uz ligzdā sēdošu ērgli. Blakus sermuliņam lido divas spāres, zem kurām savijusies čūska. Sermuliņš simbolizē dižciltīgas izcelsmes cilvēku, kurš tiek ziedots, lai valdītu tikai viens valdnieks, dievu izredzētais – ērglis. Divi valdnieki Romai nevarēja būt. To, ka arī nogalinātā valdnieka brāļa Rema dvēsele ir nemirstīga, apliecina čūskas, divu spāru un efejistīgu simboliskā klātbūtne.

20. panno. To, ka ir notikusi dievu griba, apliecina cilņa tēlainais stāsts. Bija uzvarējis valdnieks, apveltīts ar asu prātu, kas neveicina filozofiju jeb gudrības mīlestību, bet reizēm noved pie tumšajiem darbiem. Protams, kad valda stipra vara un pastāv pārmērīga valdnieku dievināšana, savu jēgu sāk zaudēt senās morālās vērtības, tikumi un tradīcijas. No akanta vitnēm izaugusi dievība virs galvas



ir pacēlusi sikspārni – nāves un reizē arī nemirstības simbolu. No dievības uz abām pusēm bēg pūces – gudrības un zinību simboli. Tā tad spēks un varaskāre ir uzvarējusi, tāpēc īpašu gudrību nevajag, jo tā romiešiem derēja tikai izklaidēs brīžos.

21. panno. Romuls savu dievu doto uzdevumu arī bija izpildījis. Reiz Romuls, būdams jau ļoti vecs, rikoja karaspēka parādi. Pēkšņi sacēlās vētra, nogranda pērkonis un bieza migla noslēpa no ļaužu acīm to vietu, kur sēdēja Romuls. Pēc kāda laika mākoņi izkļūda, un visi klātesošie ieraudzīja, ka tronis ir tukšs, bet valdnieks pazudis bez pēdām. Romas iedzīvotāji nespēja saprast, kas noticis. Viss noskaidrojās nākamajā dienā, kad tautas



sapulcē ieradās viens no senatoriem un pavēstīja, ka Romuls viņam esot parādījis dieva izskatā. Paši dievi Romulu esot paņēmuši no ļaužu vidus un ierādījuši viņam vietu debesīs. Tauta šo ziņu uzņēma ar gavilēm un izkļūda pa mājām. No tā laika Romulu godināja ar viņam doto dievu vārdu Kvirīns. Tā tika likti pamati Romas valsts imperatoru pasludināšanai par dievišķām būtnēm. Viņi kļuva zemes un debesu valdnieki, kuru vārdi un darbi tika pielīdzināti dieva vārdiem un darbiem. Šis dievu lēmums ir attēlots arī cilnī. Tajā mēs redzam trīs dievības. Centrā, balstoties uz nemitīgi mainīgā riteņa, sēž romiešu laimes dieviete Fortūna. Pa labi uz apgāztajiem ziedojuma traukiem domīgi sēž otra dieviete. Pa

kreisi no Fortūnas jauneklis jeb ģēnijs ar vainagu galvā un aizsietām acīm dzēš lāpu, kas simboliski nozīmē kārtējo kāda slavena un ievērojama cilvēka dzīvības izdzišanu.

22. un 23. panno. Nākotnē Romula troņa daudzie mantinieki turpināja karot ar saviem tuvākajiem un tālākajiem kaimiņiem. Romas



impērijas jūgā nokļuva daudzas tautas, kuru dievus romieši uzņēma savā Panteonā. Arvien vairāk pašu seno romiešu radītā reliģija sāka pārvērsties par lielvalsts politiku, sāka izjukt ierastā senču dzīves harmonija un likumi, zuda tikumi un pagrima morāle. Oficiālā Romas vara vēl periodiski mēģināja reanimēt savu senču dievbijību, taču tas vairs nebija iespējams, jo visas zemes ap Vidusjūru, kas bija varmācīgi



iekļautas milzīgās impērijas sastāvā, bija ļoti daudzveidīgas pēc sava etniskā sastāva un reliģijām.

24. panno. Pazemotie vergi un Romas impērijas pakļautās tautas nepārtraukto karu un vardarbības dēļ ilgojās pēc miera un saska-



ņas. Cilņa centrā redzam valdnieku ar kara cirvi rokās. Viņa priekšā klanās un lūdz brīvību un labvēlību divi kaili vergi. Valdnieks liedz viņiem savu žēlastību, norādot ar rokas īkšķi uz leju. Aiz muguras valdniekam sēž divi ar zobeniem bruņoti karavīri, kuri dedzina lāpu – šķīstīšanās, atklāsmes un auglības simbolu. Viņi vēlas mieru.

25. panno. Senie jūdi bija romiešu pavalstnieki. Atšķirībā no citām Romas pakļautajām tautām jūdi savā ticībā gaidīja dzīvo mesiju – dievu no dieva, nevis pielūdza cilvēku iedo-



mātos un radītos tēlus. Jēzus piedzima šajā jūdaisma mesijas gaidu pilnajā pasaulē. Jēzus un senās kristietības vēstis nonāca arī Romas impērijas vidē un ietvaros. Visā šā telainā stāsta galvenā cilņa centrā ir atveidots krusts ar ērkšķu kroni – kristietības ciešanu un uzvaras triumfa liecība. Krusta lejasdaļā savijušās divas čūskas, kuras noliekušās pār cilvēka galvaskausu – iznīcības zīmi. Romiešu pasaule vilcinājās pieņemt šo simbolu, jo nāvi pie krusta uzskatīja par galīgi apkaunojošu. Par to liecina arī cilnī attēlotais skats, kur no akantu un ziedu vijām izaugušās divas bruņotas romiešu dievības atvairās no ieraudzītās krusta zīmes.

26., 27. un 28. panno. Lai cik stipri romieši respektētu savas idejas, likumus, sasnie-



gumus, senču tikumus un morāli, līdz ar kristietības dzimšanu pasaule kļuva citāda. Virs, kurš Jēzu notiesāja uz nāvi, bija romiešu viet-





Visu ciļņu attēli A. Dzeņa foto

valdis jūdu zemē Poncijs Pilāts. Romieši sita Jēzu krustā, bet varenā ciņa starp Jēzu Kristu un Romas cēzariem vēl ilga trīs gadu simtus,

kamēr ķeizars Juliāns pateica vārdus: “*Un tu tomēr esi uzvarējis, Galilieti!*” Kristīgā baznīca bija stipra jau tad, kad gruva drupās seno laiku pasaules varenākā impērija – Senā Roma. Šī lielvalsts palika cilvēces vēsturē un leģendās. Kristietība ir jau 2000 gadu veca, un tā dzīvo. Mūsdienās kristīgās baznīcas pamatlinija ir ekumenisms. Kristietība stāv nenojaustu perspektīvu priekšā. Ciļņu stāsts vēsta par senās pasaules cilvēces vērtībām, bet cik pamācošs tas ir mūsu laika un vēl nākamajām cilvēku paaudzēm. Ne velti šis stāsts attēlots mūsu valsts visvecākās augstskolu ēkas, kura pieder Latvijas Universitātei, mūsu *Alma Mater*, mūsu Gaismas pilij, Mazās aulās ciļņos.

*Kas mūs vieno, nāk no Dieva,
Kas mūs šķir, nāk no cilvēkiem.*

(Maksis Metzgers) 🐦

JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ 🐦 JAUNUMI ĪSUMĀ

Jāns Einasto pirmajā simtņiekā. Igaunijas enciklopēdijas izdevēji ar preses palīdzību aptauju ceļā ir noskaidrojuši 20. gadsimta ievērojamākās Igaunijas personības. No šā simta Latvijā vairāk pazīstamie ir rakstnieks Antons Tamsāre, šahists Pauls Keress, diriģents un komponists Gustavs Ernesakss, karavadonis ģenerālis Johans Laidoners, politiķi valsts prezidenti Lenarts Meri un Konstantīns Petss. Šajā izcilo personu skaitā ir 15 zinātnieku. Viņu vidū arī valodnieks Pauls Ariste un mums labi pazīstamais astronoms Jāns Einasto, ar kuru Latvijas astronomiem cieša sadarbība aizsākusies jau pirms pusgadsimta, kad viņš 1950. gadā, vēl students būdams, bija ieradies Rīgā, lai kopīgi ar Tartu astronomu grupu piedalītos PSRS ZA Astronomijas padomes izbraukuma sesijā (konferencē).

Jāns Einasto pasaules ievēribu ir izpelnījies ar “slēptās masas” pētījumiem Visuma telpā, konstatēdams, ka izkļiedētā, visai retinātā starpzvaigžņu vides matērija kvantitatē ir samērojama ar redzamo debess objektu kopīgo visu elementu masu un ievērojami papildina Visuma summāro masu.

Igaņu astrofizika Jāna Einasto krusttēvs bija latviešu dabaszinātnieks, botāniķis profesors Pauls Galenīks (1891–1962).

(Informācija par 100 ievērojamākajām Igaunijas personībām no J. Stradiņa raksta “*Zinātnes Vēstnesi*” Nr. 9., 2000. gada 8. maijā.)

L. R.

ARTURS BALKLAVS

“ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS” – “ZVAIGŽŅOTĀS DEBESS” PIELIKUMS

Iepriekšējā “Zvaigžņotās Debess” (“ZvD”) laidienā jau bija informācija, ka a/s “Aldaris” ir laipni piekritis atbalstīt mūsu žurnāla izdošanu (sk. ZvD, 2000. g. pavasaris, nr. 167, 80. lpp.). Šādas sponsoru nepieciešamības iemesls ir daudzkārt pieminētais līdzekļu trūkums, kādu neizbēgami piedzīvo uz fundamentālo zinātņu popularizēšanu orientēti izdevumi, jo tie, neraugoties uz lielas sabiedrības daļas interesi par dabas zinātnēm un tajās gūtajiem sasniegumiem, Latvijas apstākļos nevar sasniegt tādas tirāžas, kādas nepieciešamas, lai šādi izdevumi pašapmaksātos. Diemžēl, kā to savā redakcijas kolēģijas sēdē nācās konstatēt tās dalībniekiem, šī liksta ir skārusi arī kādreiz populāro “Astronomisko kalendāru” (“AK”), un turpmāka šā kalendāra izdošana tā tradicionālajā, jau kopš pirmā numura (1953. gads) iedibinātajā un uzturētajā veidolā vairs nav iespējama.

Protams, samierināties ar šāda solida, jau 47 gadus veca un, galvenais, dažādām praktiskām vajadzībām nepieciešama kalendāra zaudējumu būtu ļoti grūti, tādēļ tika izteikti dažādi “AK” saglabāšanas priekšlikumi. Starp tiem bija arī priekšlikums (to izvirzīja “Astroloģiskā kalendāra” pārstāvis) “AK” kalendāro, respektīvi, tabulas, daļu ievietot “Astroloģiskajā kalendārā”, izdodot apvienotu “Astronomisko un astroloģisko kalendāru”. Astronomi šo priekšlikumu, protams, noraidīja kā galīgi nepieņemamu un nolēma lūgt “Zvaigžņotās Debess” (“ZvD”) redakcijas kolēģijai apsvērt iespēju “AK” izdot kā “ZvD” pielikumu, saglabājot tikai

“AK” tabulu daļu un atsakoties no literārās sadaļas, kurā faktiski visu laiku ir tikuši publicēti “ZvD” populārzinātniskiem rakstiem līdzīga satura raksti.

Šis priekšlikums tika izskatīts “ZvD” redakcijas kolēģijas kārtējā sēdē 2000. gada 6. janvārī. Neraugoties uz visai nestabilo finansiālo situāciju, kādā visu laiku atrodas arī “ZvD”, tomēr tika pieņemts lēmums censties saglabāt “AK”, nedaudz paplašinot “ZvD” publicēto astronomisko datu daļu (nodaļā par zvaigžņotās debess apskatu attiecīgajā gadalaikā) un izdodot “AK” kā “ZvD” nelielu, tikai tabulas saturu pielikumu “ZvD” rudens laidienam.

Tātad turpmāk “AK” tiks izdots kā “ZvD” rudens laidiena pielikums atsevišķā nelielā brošūrīnā. Pirmo šāda kalendāra numuru, proti, nākamā, jaunā gadsimta un gadu tūkstoša pirmā gada, t. i., 2001. gada “Astronomisko kalendāru”, mūsu žurnāla abonētāji saņems jau ar “ZvD” 2000. gada rudens laidieni kā šā laidiena bezmaksas pielikumu. Pārējiem “ZvD” lasītājiem, kas šo izdevumu ir parādūši iegādāties veikalos, “ZvD” 2000. gada rudens numurs būs jāpērk par paaugstinātu cenu, lai daļēji tiktu segtas ar “AK” izdošanu saistītās papildu izmaksas. Tā kā “AK” turpinās iznākt kā “ZvD” pielikums, to atsevišķi iegādāties nebūs iespējams un diemžēl ar 2001. gadu nedaudz pieaugs arī “ZvD” gan abonēšanas, gan pārdošanas cena veikalos, tomēr “ZvD” redakcijas kolēģija cer, ka tas neatbaidīs “ZvD” pastāvīgos lasītājus, bet piesaistīs mūsu žurnālam arī ne vienu vien līdzšinējo “AK” lietotāju. 🐦

KRISTĪTĪBA UN LATVISKĀ DIEVESTĪBA

IRENA PUNDURE

VISUR MAN SAULE SPĪD...

(Par DZĪVOŠANAS TIKUMIEM KRISTĪTĪBĀ un LATVJU DAINĀS)

Dieva baušļu ir *desmit*. **Tev nebūs citus Dievus turēt līdzās man!** Pirmais Dieva baušlis mums pavēl godināt tikai vienu patieso Dievu, debesu un Zemes Radītāju. Ar pirmo baušli Dievs mums aizliedz kalpot *elkiem*⁹, ticēt sapņiem, gaišreģiem, pūšļotājiem, burvībām. /1*, 29. lpp./

Būt dievbijīgam aicina arī Dainas. Dieva bijāšana izpaužas godbijībā pret visu labo un tikumīgo, kā arī Dieva iestādīto tikumisko likumu ievērošanā. Dievišķos tikumus neturot, sarielj Dievam un ļaudīm. Ļaunums un pārestības, ko nodara citiem, pa lielākai daļai atmaksājas, jau dzīvojot Šajā Saulē, taču tur – Viņā Saulē – ļauno darbu sekas atriebjoties vēl stiprāk. Dievbijība ir tikums, kuru apzinīgi piekopj tikai cilvēks, ar to atšķirdamies nost no kustoņiem. /2*, 76. lpp./

*Bisties Dievu, sveša māte,
Nenicini bārenītes:
Bārenītes asariņas
Maksā zelta gabaliņu.* LD 3969, 2

⁹ *Elki* ir radītas lietas, kuras cilvēki pielīdzina Dievam. Cilvēkus, kuri kalpo elkiem, mēs saucam par *pagāņiem*. Kristietībā godina svētos, jo viņi ir Dieva draugi, godina svēto relikvijas un gleznas, jo tās atgādina svētos pašus /1*, 29., 30. lpp./ Ja senlatvietis, kas ir atturējies no Dieva tēlošanas kokā vai akmenī /2*, 19. lpp./, ar lielu cieņu ir izturējies pret visu – *Isumīti Dieva laistu, i uguns pagalīti* – Dieva laistajā Pasaulē, turējis svētus un godinājis Dieva radītos kokus, svētbirzis un daudz ko citu, kas atgādina Dieva darītos darbus, vai uz viņu parastajā nozīmē var attiecināt vārdu *pagāns*? – tāds rodas jautājums.

*Bajārs mani kājām spēra,
Šķiet, Dieviņš neredzēja;
Tāpat mani Dieviņš redz,
Kā redz tevi, bajāriņu.* LD 31185, 1

*Ne to dienu Dievs sodīja,
Kad otram ļaunu vēļ;
Soda Dievs Mūžiņā,
Soda Mūža galiņā.* LD 9120

*Es nesīšu sausu malku,
Es sakuršu uguntiņu;
Dieviņam ziedu došu,
Dievs dos man arājiņu.* LD 9798

Tev būs svēto dienu svētīt. *Trešajā* baušli Dievs mums pavēl svētīt svētdienu un aizliedz svētdienās strādāt grūtus darbus. /1*, 31. lpp./

Katras darba nedēļas beigās ir viena tīra jeb balta diena – svētdiena, kas no Dieva nolikta atpūtai un izpriecai. /2*, 78. lpp./ Dainas liecina, ka jau svētdienas priekšvakars – Gregora kalendāra septiņdienu nedēļā (ieviešoties kristīgai ticībai) sestdienas vakars – pazīstams kā *svētvakars*.

*Tec, Saulīte, driz pie Dieva,
Dod man svētu vakariņu;
Nikna mana sveša māte,
Nedod svēta vakariņa.* LD 4399

*Dievs aizliedza bitītei
Sarkano āboliņu;
Kam bitīte nesvinēja
Svētas dienas launadziņu.* LD 30299

*Svētdien, gani, nedzeniet
Tāļajās ganībās:
Svētdien Dievis baznīcā,
Dieva suņi medībās. LD 29441*

Tev būs godāt savu tēvu un māti. *Cetur-
tajā* bausli Dievs pavēl bērniem savus vecā-
kus godināt, milēt un tiem paklausīt. Bērni
godā savus vecākus, kad viņus mil, viņiem
paklausa (kad viņi māca labu), vecumdienās
viņiem palīdz un viņus uztur. /1*, 32. lpp./

*Ai, bērniņi, ai, bērniņi,
Klausāt tēvu, māmuliņu!
Mūžam Saule debesīs,
Ne mūžam tēvs, māmiņa. LD 3055*

*Sēdies, mana māmuliņa,
Zemajā krēslīnā:
Zema tava sēdēšana,
Augsta tava valodiņa. LD 3241*

*Iet Saulīte zemumā,
Iet māmiņa vecumā,
Vēl es teku tecēdama
Pie māmiņas padomiņa. LD 3165*

*Labi mani māte māca,
Kā pašai izdarīt:
Ciemā ilgi nedzīvot,
Sētā bargi nerunāt. LD 3195*

*Kas vecā vārda klausā,
Pilnu cepli maizes cepa;
Kas vecā neklausīja,
Pa pēlniem rušināja. LD 3070*

Tev nebūs zagst. *Septītais* Dieva bauslis
aizliedz zagšanu un netaisnu tuvākā mantas
paturēšanu. /1*, 34. lpp./

*Sargi, Dievs, manu bērnu
No trijām nelaimēm:
No zagšanas, melošanas,
No dzērāja tēva dēla. LD 41204*

*Pūra dēļ zagst negāju,
Naudas dēļ nabagot;
Dariš' pūru uzaugdama,
Pelniš' naudu dzīvodama. LD 7795*

*Zagta nauda, krāpta manta
Neguļ pūra dibenā;
Zagšus zagts kumeliņš
Garu ceļu netecēja. F. 263, 352*

**Tev nebūs nepatiesu liecību dot pret
savu tuvāko.** *Astotais* Dieva bauslis aizliedz
netaisnu liecību, melošanu, aprunāšanu un
goda laupīšanu. Aprunāt ir bez vajadzības
stāstīt citiem par tuvākā padarītiem ļauniem
darbiem un vājībām. Godu laupīt ir par tuvā-
ko stāstīt tāds ļaunus darbus, kurus viņš nav
darījis. /1*, 35. lpp./

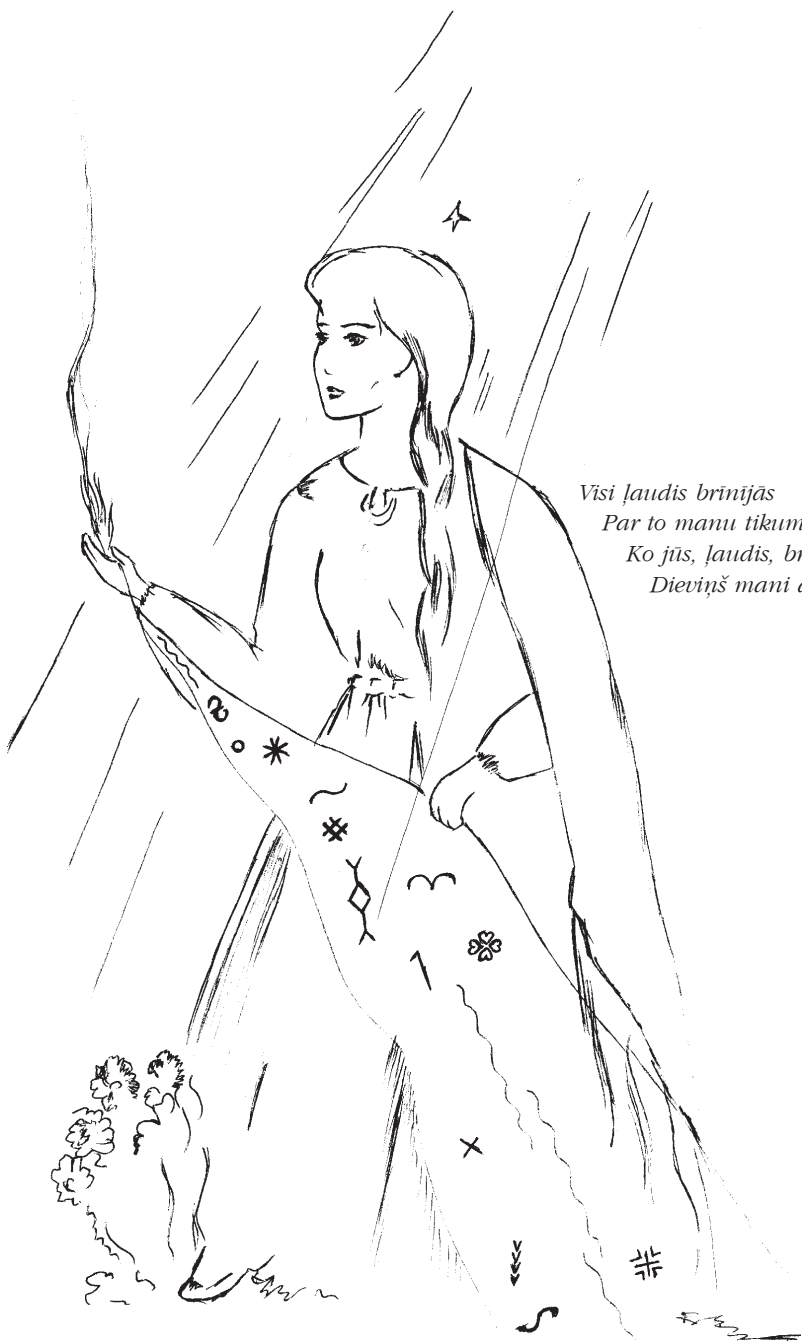
*Ko peldami nenopeļ,
Ko celdami neuzceļ!
Nopeļ labu ļaužu bērnu,
Uzteic kūtru kumeliņu. LD 8542*

*Ej projām, ciema sieva,
Nekavē darbu manu;
Es jau tevi sen zināju
Runātāju cilvēciņu. LD 6932*

*Nestaigāju neceliņu,
Nepieder staigājot;
Nerunāju nevalodas,
Nepieder runājot. LD 8747*

*Ej, bāliņ, taisnu ceļu,
Runā taisnu valodiņu,
Tad ij Dievs palīdzēs
Taisnu ceļu nostaiģāt. LD 34199*

**Tev būs Dievu, savu Kungu, milēt no
visas savas sirds, no visas savas dvēseles,
no visa sava prāta un no visa sava spēka.
Tev būs savu tuvāko milēt kā sevi pašu.**
Vislielākie Dieva baušļi kristietībā. Dievu mēs
milam visiem spēkiem, kad labprāt pildām
Viņa baušļus. /1*, 28. lpp./



*Visi ļaudis brīnījās
Par to manu tikumiņu.
Ko jūs, ļaudis, brīnāties,
Dieviņš mani audzināja.*
LD 5073

Guntas Jakobsones zīmējums.

Dievam devu labu rītu,
Dievam labu vakariņu,
Dievpalīgu i gribēju,
Kur tedamīs, tecēdamīs. LD 3031

Kad es gāju maltuvē,
Es Dieviņu pieminēju;
Man Dieviņš palīdzēja
Tai visā dienīnā. LD 8037

Paēduši, padzēruši,
Pateicami Dieviņam:
I Dievam pa prātam,
Ka mēs viņu daudzīnām. LD 19460, 3

Mūsu tuvākais ir ikviens cilvēks vai draugs,
vai ienaidnieks. Tuvāko mēs milam kā sevi
pašu, kad citiem darām to, ko gribam, lai citi
mums darītu; un citiem nedarām to, ko negri-
bam, lai citi mums darītu. /1*, 29. lpp./

Dainas brīdina – kas otram kaitē, tas pats
labu neredz:

Kurš kociņīs ziemu zeļ,
Tas vasaru nelapoja;
Kas otram ļaunu vēļ,
Tas pats labu neredzēja. LD 9106

Skauģis man kapu raka
Diža ceļa malīnā.
Pats, skauģīti, iekritīsi,
Tumšu nakti staigādams. LD 9132

Cieši jozu cela jostu,
Pieder, cieši valkājot;
Mīļi saucu svešas mātes,
Pieder, mīļi pasaucot. LD 23175

Nidarīju mazam pāri,
Ni vecam cilvēkam:
Grūt' mazam bērniņam,
Grūt' vecam cilvēkam. LD 34269

Dar', bāliņ, ļautiņiem
Kā Saulīte visiem līdz,

Līdzī šam, līdzī tam,
Līdzī savam naidniekam. LD 34181

Cieši blakām **mīlestībai** mūsu tautasdzies-
mās turas **saderība**. Pēc savas nozīmes tas ir
visplašāk tverošais tikums, jo saista kopā apzi-
nīgi to, ko uz jūtām balstītā mīlestība neiespēj.
Mīlestības uzdevums ir kārtot attiecības tuvi-
nieku un radu starpā, bet saderībai jāpanāk
saticība ar svešiniekiem. /3*, 177. lpp./ Saderī-
bai jākopj savstarpīga piekāpība un atsacišanās
no pašlabumiem vispārības dēļ. /2*, 73. lpp./

Tautas tura lielu naidu
Ar maniem bāliņiem.
Laidiet mani ar tautām,
Es to naidu saderēju. LD 10765

Saderēja man dziesmiņa
Ar visiem ļautiņiem;
Dieviņš dod saderēt
Ar vaiņaga ņemājiņu. LD 24363, 1

Nevarēju, nevarēju
Ar tautieti saderēt:
Ko ar muļķi saderēšu,
Kad nav gudra padomiņa? LD 26889

Bez **gudrības** paliktu nesaprasti un nepie-
pildīti visi pārējie labie tikumi, tamdēļ gudrība
jauzlūko par pašu *pirmo tikumu*. Negudrā
prātā tikumi var pārvērsties ačgārnības un pat
netikumus. Neviens cilvēks nepiedzimst
gudrs. Gudrība pieņemams, prātam attīstoties
un pašam mācoties. /2*, 68. lpp./

Ja, Dieviņ, mantu dodī,
Dodi gudru padomiņu:
Manta vien maz der lieti,
Ja nav gudra padomiņa. LTdz 17678

Auklē mani, māmuliņe,
Auklē mani, gudru vīru;
Tikpat tevīm diena gaisa,
I nelieti auklējot. LD 1873, 1

*Māte lika nerunāt,
Nebārstīt valodiņas;
Gudru ļaužu bērniņš biju,
Nebārstīju valodiņas.* LD 3206, 1

*Protošam, mākošam,
Tam turēt tēva zemi;
Neprašam, nemākuļam
Otra durvis virināt.* LD 3815

*Kur bij man prātu ņemt,
Kur gudrāju padomiņu?
Dieviņš man prātu deva,
Laimīt' gudru padomiņu.* LD 5039

Esī labs – tāds ir dainās izteiktais *dzīvošanas pamattikums*, jo, visiem labiem esot, ļaužu ļaunumam vairs dzīvē nevarētu būt vietas – tā ir skaidra un gudra atziņa. Labuma jēdzienā ietilpst pareiza izturēšanās pret sevi pašu, pret ļaudīm un Dievu. Labums tiek turēts par augstāko sasniedzamo mērķi kā mārīgās, tā dvēselīgās vērtībās, labuma aizbildnis un devējs ir pats Dievs. Cilvēkus, kas visvairāk bija iekrājušies lietišķos un garīgos labumus, senāk dēvēja par *labiešiem*, kas nozīmēja to pašu, ko *aristokrāts* savā pirmnozīmē. /2*, 67. lpp./

*Visur man Saule spīd,
Kad Saulīte uzlēkuse;
Visur man labi ļaudis,
Kad es pate laba biju.* F. 387, 492

*Visi man labi ļaudis,
Kad es pati laba biju;
Visi mani ienaidnieki,
Kad es naida cēlējīņa.* LD 23906

Mums tuvējā kristīgā reliģija savā ētikā nav uzņēmusi pasaulīgo *prieku*, tāpat kā pasaulīgo *daiļumu*. Tomēr visos laikos pastāvējušas prātnieciskas morāles, kas raudzījušās uz prieku jeb liksmi kā uz dzīves galveno mērķi. Bēdas un sirdēsti nobeidz cilvēku, tas ir galvenais

bēdu ļaunums. Labākais paņēmieni bēdu remdēšanai no laika gala latviešos bijusi *dziesma*. Pricīgā dzīvošanā, roku rokā ar pārējiem tikumiem meklējams latvieša dzīves pareizais ritms. Pricīgi dzīvot tas apņemas paša Dieva priekšā un priecigs mirst. /3*, 143., 144. lpp./

*Kas piebira man raudot,
Kas, bēdīgi dzīvojot?
Ļaudis smēja, man raudot,
Dievs – bēdīgi dzīvojot.* LD 111

*Jo tie ļaudis daudz runāja,
Jo es nieka nebēdāju;
Dzīvoj', Dievu pielūgdama,
Zemē kāju piesperdama.* LD 8476

“Cilvēks var dzīvot bez kompjūtera vai angļu valodas, bet nevar iztikt bez vērtību sistēmas un tikumiem,” – nevar nepiekrīst Evaņģēliski luteriskās Baznīcas arhibīskapam Jānim Vanagam, ka šobrīd šie jēdzieni ir ierindoti nepiedodami zemu. “*Islama valstīs televīzijā rāda fragmentus no Amerikas telesiēriāliem, lai demonstrētu, cik deģenerēta ir Rietumu pasaule. Mēs tos masveidīgi rādām saviem bērniem un pusaudžiem, lai viņi mācītos, kā dzīvot un veidot attiecības, kā pārkāpt laulību un vērtēt intrigas. Demokrātija dod cilvēkam lielu brīvību un jo brīvāks cilvēks, jo lielāka ir vajadzīga paškontrolē. Bet tā nerodas pati no sevis. To iegūst, dzīvojot vidē, kurā ir vērtības, tikumi un Dievs.*” (“*Bērnu tiesības uz garīgo dimensiju*” – starpkonfesionāls laikraksts “*Pērle*”, 26. V. 2000., 5. lpp.)

Vēres:

1* “Īss katehisms”. Sakopojis Dek. A. Piebalgs – Rīgas Metropolijas kūrīja, 1999.

2* *Brastiņu Ernests*. “Dievtuŗu Cerokslis jeb Teoforu Katķisms tas ir senlatvieŗu dievestības apcerējums” – Latvijas Dievturu sadraudzes izdevums, Rīga, “Grāmatu Draugs”, 1932.

3* *Brastiņu Ernests*. “Latvju tikumu dziesmas” – “Zvaigzne ABC”, 1996. 🐦

KRUSTVĀRDU MĪKLA

Līmeniski: **1.** Kalnu grēda Eirāzijas kontinentā. **6.** Krievijas sakaru pavadoņi. **9.** Altāra zvaigznāja latīniskais nosaukums (*saisināti*). **10.** Grieķu alfabēta burts. **11.** Oriona zvaigznāja latīniskais nosaukums. **12.** Ierīces optiskās izšķirtspējas noteikšanai. **13.** Sarkanā planēta. **16.** Galda zvaigznāja latīniskais nosaukums. **19.** Sauszemes izvirkums jūrā. **20.** Latvijas novads. **23.** Lielā suņa ē. **26.** Kosmiskā observatorija. **29.** Alpu kalnu grēdas latīniskais nosaukums. **30.** Telegrāfa valodas izgudrotājs (1791–1872). **31.** Magnētiskā lauka intensitātes mērvienība. **32.** Palīgā sauciens (*signāls*). **33.** Neliels pavasara zvaigznājs. **34.** Magnētiskās indukcijas mērvienība.

Stateniski: **2.** Pirmā amerikāņu kosmonaute. **3.** Debess ķermeņa redzamā diska mala. **4.** Mežāža β. **5.** Neptūna pavadoņi. **7.** Jupitera pavadoņi. **8.** Viens no elektrodiem. **13.** Urāna pavadoņi. **14.** Saskaņā. **15.** Karsts Saules veidojums. **16.** Slavena automātiskā starpplanētu stacija. **17.** Saules sistēmas astotā planēta. **18.** Arābu sakaru pavadoņi. **21.** Sengrieķu domātājs, astronoms (625.–547. g. p. m. ē.). **22.** Punkts, kura virzienā kustas Saule. **24.** Saturna pavadoņi. **25.** Smaržīgas puķes. **27.** Grieķu alfabēta pēdējais burts. **28.** ASV nesējraķete.

Sastādījis **Normunds Bite**

1	2		3			4		5		6	7		8	
						9								
10										11				
					12									
13		14		15						16		17		18
				19										
				20		21		22						
23	24		25							26	27		28	
						29								
30										31				
						32								
33										34				

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2000. GADA RUDENĪ

2000. gadā Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♋) 22. septembrī plkst. 19^h28^m, kad arī sāksies astronomiskais rudens. Šis ir rudens ekvinokcijas brīdis, Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Savukārt Mežāža zodiaka zīmē (♐) Saule ieies 21. decembrī plkst. 15^h38^m, kad arī beigsies astronomiskais rudens un sāksies astronomiskā ziema.

No zvaigžnotās debess novērošanas vienkārša, 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, ja netraucē pilsētu ugunis un Mēness gaismas. Ogļmelnajās debesis tad ir redzamas praktiski visas vājās zvaigznes. Ļoti skaidri izdalās Piena Ceļa josla. Vēl šis laiks ir 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.

Interesanti ir pavērot savdabīgo Valzivs zvaigznāju. Mira (Valzivs α) periodiski maina spožumu, līdz ar to mainot zvaigznāja izskatu. Brīžiem tā ir pati spožākā Valzivs zvaigzne, brīžiem tā vispār nav redzama. Šoruden Mira būs ļoti redzama, jo 23. septembrī sasniegs maksimālo spožumu – +2^m.

No debess dziļu objektiem jāmin 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 Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā.

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

Zvaigžnotās debess izskats šoruden kopā ar planētām parādīsies *1. un 2. attēlā*.

PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkurs** atradīsies diezgan lielā leņķiskā attālumā no Saules, jo 6. oktobrī tas nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (25°). Tomēr šajā laikā tas nebūs redzams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli.

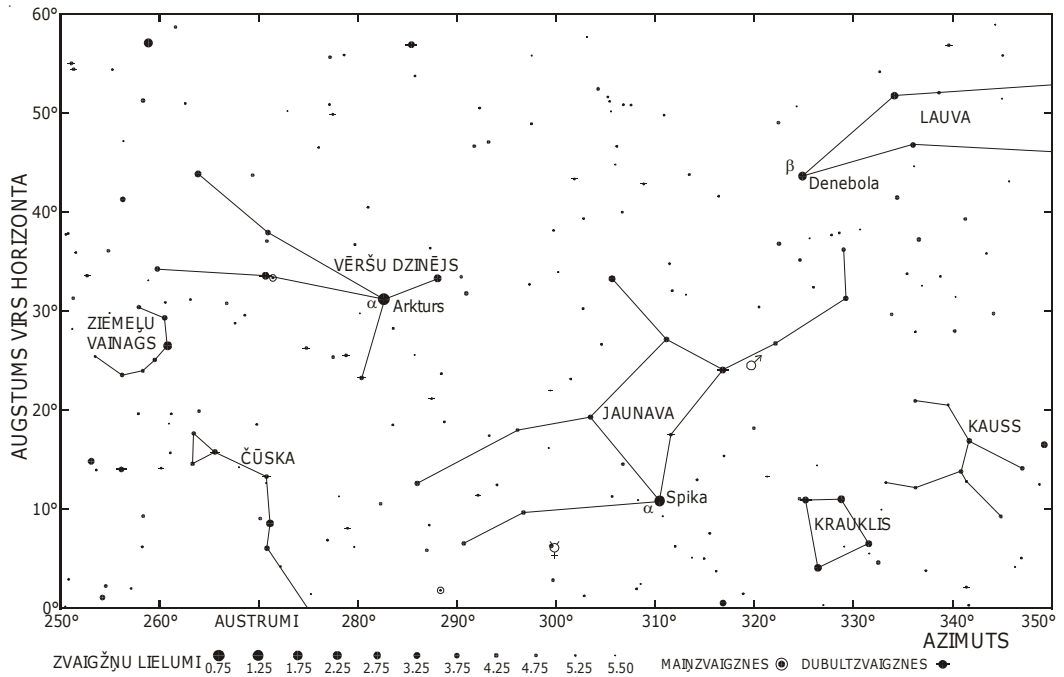
Tāpat tas nebūs novērojams arī oktobra otrajā pusē un novembra sākumā, jo 30. oktobrī Merkurs atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Savukārt jau 15. novembrī tas būs maksimālajā rietumu elongācijā (19°). Tāpēc novembrī (izņemot sākumu) to varēs novērot no rītiem neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē (*sk. 1. att.*). Merkura spožums šajā laikā būs apmēram –0^m,5.

Decembrī tas vairs nebūs novērojams, jo leņķiskais attālums no Saules visu laiku samazināsies.

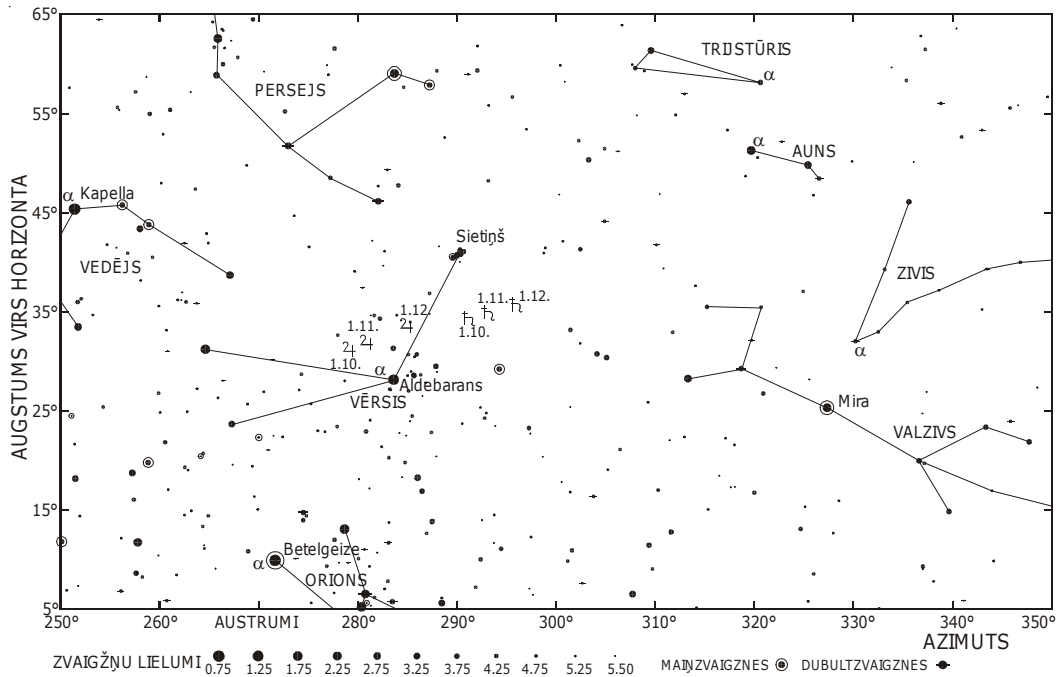
29. septembrī plkst. 15^h Mēness paies garām 8° uz augšu, 27. oktobrī plkst. 17^h 7° uz augšu un 24. novembrī plkst. 13^h 3° uz augšu no Merkura.

Rudens pirmajā pusē **Venēra** nebūs novērojama, lai arī tās austrumu elongācija būs visai liela.

Tikai sākot ar novembra otro pusē, to varēs sākt novērot vakaros drīz pēc Saules rieta ļoti zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tās spožums šajā laikā būs –4^m,1.



1. att. Merkurs un Marss 15. novembrī plkst. 6^h50^m.



2. att. Jūpiters un Saturns 1. oktobrī plkst. 24^h00^m, 1. novembrī plkst. 22^h00^m un 1. decembrī plkst. 20^h00^m.

Ari decembrī tās novērošanas apstākļi būs līdzīgi kā iepriekš. Vienīgi redzamais spožums būs nedaudz palielinājies ($-4^m, 2$), pieaugs arī redzamības ilgums un augstums virs horizonta.

30. septembrī plkst. 2^h Mēness paies garām 5° uz augšu, 30. oktobrī plkst. $11^h 4^\circ$ uz augšu un 29. novembrī plkst. $20^h 2^\circ$ uz augšu no Venēras.

Rudens sākumā un oktobrī **Marss** atradīsies Lauvas zvaigznājā. Šajā laikā tas būs novērojams neilgi pirms Saules lēkta zemu pie horizonta austrumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs $+1^m, 8$.

Novembrī un decembrī Marss atradīsies Jaunavas zvaigznājā. Šajā laikā tā redzamības apstākļi uzlabosies – pieaugs redzamības ilgums pirms Saules lēkta un augstums virs horizonta (*sk. 1. att.*).

Pašas rudens beigās Marss jau būs redzams vairāk nekā piecas stundas pirms Saules lēkta, un tā spožums būs $+1^m, 5$.

25. septembrī plkst. 19^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 24. oktobrī plkst. $8^h 3^\circ$ uz augšu, 21. novembrī plkst. $20^h 4^\circ$ uz augšu un 20. decembrī plkst. $9^h 4^\circ$ uz augšu no Marsa.

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiters** būs novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas, kā $-2^m, 6$ spožuma spideklis (*sk. 2. att.*).

28. novembrī Jupiters atradīsies opozīcijā. Tāpēc novembrī un decembrī tas būs ļoti labi novērojams visu nakti. Tā redzamais spožums sasniegs pat $-2^m, 9$ un leņķiskais diametrs $49''$.

Visu šo laiku Jupiters atradīsies Vērša zvaigznājā, netālu no Aldebarana.

17. oktobrī plkst. 2^h Mēness paies garām 2° uz leju, 13. novembrī plkst. $6^h 2^\circ$ uz leju un 10. decembrī plkst. $10^h 3^\circ$ uz leju no Jupitera.

Rudens sākumā un oktobrī **Saturns** būs labi novērojams gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas (*sk. 2. att.*).

19. novembrī Saturns atradīsies opozīcijā ar Sauli. Tāpēc novembrī un decembrī tas būs ļoti labi redzams visu nakti kā $-0^m, 4$ spožuma spideklis.

Visu rudeni Saturns atradīsies Vērša zvaigznājā.

16. oktobrī plkst. 8^h Mēness paies garām 2° uz leju, 12. novembrī plkst. $13^h 2^\circ$ uz leju un 9. decembrī plkst. $20^h 2^\circ$ uz leju no Saturna.

Rudens sākumā un oktobrī **Urāns** būs novērojams nakts pirmajā pusē kā $+5^m, 7$ spožuma objekts. Novembrī un decembrī tā redzamības ilgums vakaros un spožums arvien samazināsies.

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

8. oktobrī plkst. 10^h , 4. novembrī plkst. 18^h un 2. decembrī plkst. 3^h Mēness paies garām 2° uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs *sk. 3. attēlā.*

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 24. septembrī plkst. 10^h ; 20. oktobrī plkst. 1^h ; 15. novembrī plkst. 1^h ; 13. decembrī plkst. 1^h .

Apogejā: 6. oktobrī plkst. 8^h ; 3. novembrī plkst. 5^h ; 1. decembrī plkst. 2^h .

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

23. septembrī $9^h 01^m$ Lauvā (δ)

25. septembrī $11^h 02^m$ Jaunavā (\mathfrak{M})

27. septembrī $13^h 22^m$ Svaros (φ)

29. septembrī $17^h 30^m$ Skorpionā (\mathfrak{M})

2. oktobrī $0^h 50^m$ Strēlniekā (\mathfrak{S})

4. oktobrī $11^h 43^m$ Mežāzī (\mathfrak{Y})

7. oktobrī $0^h 34^m$ Ūdensvirā (\mathfrak{Z})

9. oktobrī $12^h 36^m$ Zivīs (\mathfrak{F})

11. oktobrī $21^h 52^m$ Aunā (\mathfrak{A})

14. oktobrī $4^h 06^m$ Vērsī (\mathfrak{T})

16. oktobrī $8^h 19^m$ Dviņos (\mathfrak{C})

18. oktobrī $11^h 37^m$ Vēzī (\mathfrak{E})

20. oktobrī $14^h 43^m$ Lauvā

22. oktobrī $17^h 53^m$ Jaunavā

24. oktobrī $21^h 30^m$ Svaros

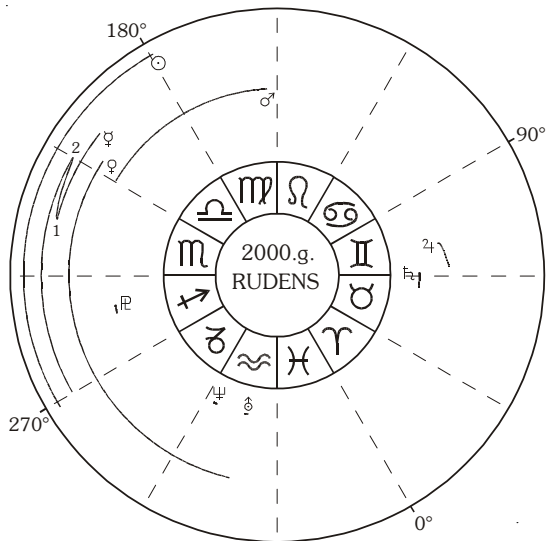
27. oktobrī $2^h 24^m$ Skorpionā

29. oktobrī $9^h 41^m$ Strēlniekā

31. oktobrī $20^h 02^m$ Mežāzī

3. novembrī $8^h 41^m$ Ūdensvirā

5. novembrī $21^h 13^m$ Zivīs



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 27. septembrī plkst. 21^h53^m; 27. oktobrī plkst. 9^h58^m; 26. novembrī plkst. 1^h12^m.
- ⋔ Pirmais ceturksnis: 5. oktobrī plkst. 12^h59^m; 4. novembrī plkst. 9^h26^m; 4. decembrī plkst. 5^h55^m.
- Pilns Mēness: 13. oktobrī plkst. 10^h53^m; 11. novembrī plkst. 23^h14^m; 11. decembrī plkst. 11^h03^m.
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 20. oktobrī plkst. 9^h59^m; 18. novembrī plkst. 17^h25^m; 18. decembrī plkst. 2^h42^m.

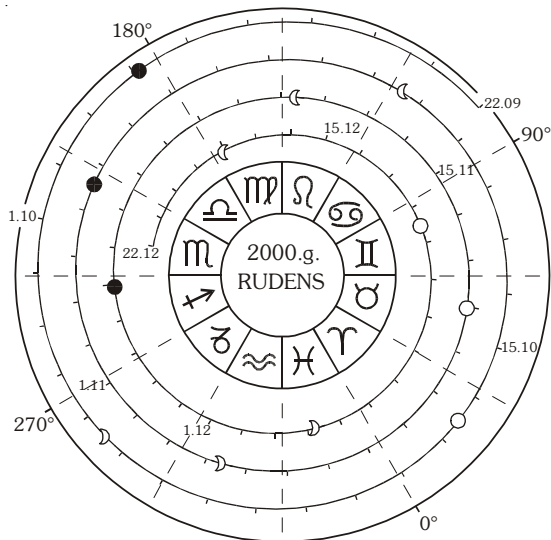
- 8. novembrī 7^h03^m Aunā
- 10. novembrī 13^h12^m Vērsī
- 12. novembrī 16^h28^m Dvīņos
- 14. novembrī 18^h21^m Vēzī
- 16. novembrī 20^h19^m Lauvā
- 18. novembrī 23^h16^m Jaunavā
- 21. novembrī 3^h35^m Svaros
- 23. novembrī 9^h33^m Skorpionā
- 25. novembrī 17^h33^m Strēlniekā
- 28. novembrī 3^h57^m Mežāzī

3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

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

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

1 – 18. oktobris 16^h; 2 – 8. novembris 4^h.



- 30. novembrī 16^h27^m Ūdensvirā
- 3. decembrī 5^h23^m Zivīs
- 5. decembrī 16^h18^m Aunā
- 7. decembrī 23^h27^m Vērsī
- 10. decembrī 2^h51^m Dvīņos
- 12. decembrī 3^h49^m Vēzī
- 14. decembrī 4^h09^m Lauvā
- 16. decembrī 5^h30^m Jaunavā
- 18. decembrī 9^h01^m Svaros
- 20. decembrī 15^h12^m Skorpionā

METEORI

1. Orionīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums gaidāms 2000. gada 21. oktobrī plkst. 4^h, kad stundas laikā var būt novērojami līdz 20 meteoru.

2. Leonīdas. Šis plūsmas aktivitātes periods ir no 14. līdz 21. novembrim. 2000. gadā maksimums gaidāms 17. novembrī plkst. 10^h.

Plūsmas intensitāte tad var pārsniegt 100 meteoru stundā.

3. Geminīdas. Pieskaitāma pie pašām aktivākajām plūsmām. Tās meteoru novērojami laikā no 7. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 13. decembrī, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteoru stundā. 🦉

JAUNUMI ĪSUMĀ 🦉 JAUNUMI ĪSUMĀ 🦉 JAUNUMI ĪSUMĀ 🦉 JAUNUMI ĪSUMĀ

Atklāta vistālākā nova. Izmantojot Eiropas Dienvidu observatorijas ļoti lielo teleskopu (VLT), tālā galaktikā NGC1316 dienvidu puslodes Krāsns (*Fornax*) zvaigznajā atklāta vistālākā līdz šim zināmā nova. Atgādināsim, ka ar novas jeb “jaunās zvaigznes” fenomenu astronomijā saprot strauju zvaigznes spožuma palielināšanos, ko izraisa udeņraža bumbai līdzīgs sprādzienis zvaigžņu dubultsistēmā, kurā notiek vielas “pārtēcēšana” no vienas komponentes uz otru. Šāda sprādziena enerģija ir līdzvērtīga tai enerģijai, ko Saule izstaro 10 000 gados. Jaunatklātā nova atrodas apmēram 70 miljonu gaismas gadu attālumā, tātad kodoltermiskā eksplozija tur notikusi tajos tālajos laikos, kad uz Zemes vēl ganījās dinozauri. Novu, kā arī vēl “jaudīgāko” pārnovu novērojumi ir ļoti nozīmīgi, jo eksplozijas brīdī Visuma telpā tās ir tālu saskatāmas un kalpo par attāluma indikatoriem.

L. Z.

PIRMO REIZI “ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ”



Dmitrijs Docenko – Latvijas Universitātes (LU) Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas nodaļas 4. kursa students; beidzis Rīgas Purvciema ģimnāziju (1996), strādā LU Astronomijas institūtā. Šogad aizstāv bakalaura darbu par tēmu “*Radioteleskopa RT-32 iespējas lielmēroga koronālo veidojumu pētīšanā*”, plāno turpināt studijas astronomijas vai teorētiskās fizikas jomā.

Vjačeslavs Kaščejevs – Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes fizikas maģistratūras students. Latvijas un atklāto fizikas olimpiāžu daudzkārtējs uzvarētājs. Pēdējos gados aktīvi piedalās fizikas olimpiāžu rīkošanā.



Tams Zarniks (*Tamarack R. Czarnik, MD*) – Ohajo Marsa biedrības koordinators, aerokosmiskās medicīnas doktors; beidzis Ohajo štata Universitāti kā medicīnas doktors, praktizējis privātpraksē Vaiomingas štatā, bet 1998. gadā atgriezies Deitonā aviācijas medicīnas rezidentūrā. 2000. gada beigās dosies uz Hjūstonu, Teksasu, un strādās Starptautiskās orbitālās stacijas astronautu sagatavošanā.

CONTENTS

“ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO “Water Steam in the Venus Atmosphere” by *M. Zepe* (abridged). “Use of Solar Energy” by *B. Sala, L. Kondraševa* (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** Century Long Astrophysics. *A. Balklavs*. **NEWS** Plenty of Extrasolar Planets. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Unexpected Discovery of Spiral Structure in a Dwarf Elliptical Galaxy. *Z. Alksne, A. Alksnis*. Hunting for the Black Holes. *A. Balklavs*. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** Private Enterprise on *Mir*. *J. Jaunbergs*. Surviving Explosive Decompression. *T. Czarnik*. **IN FOREIGN COUNTRIES** Impressions about Rose Center for the Earth and Space. *M. Krastiņš*. **At SCHOOL** On Friendly Terms with Cosmology: Basic Principles and Models of the Universe (continuation). *K. Bērziņš*. Latvia 24th Open Olympiad of Physics. *V. Flerov, A. Cēbers, D. Docenko, V. Kaščejevs*. Great Festival of Mathematicians. *A. Andžāns*. Olympiad of Astronomy in Chernogolovka. *D. Docenko*. **MARS in the FOREGROUND** Martian Sand Dunes. *J. Jaunbergs*. Competition for Readers. *M. Gills*. **FOR AMATEURS** From Readers’ Letters. **SPACE THEME IN ART** Starry Universe in Contemporary Latvian Book-Plate (*Ex-Libris*) (continuation). *J. Štrauss*. **NEW BOOKS** A New Teaching Aid in Astronomy. *A. Balklavs*. **FLASHBACK** The Sun Stone or Aztec Calendar. *I. Loze*. The Story of the Reliefs of the Small Hall of the University of Latvia (concluded). *I. Ondzule*. **CHRONICLE** Astronomical Calendar – Supplement to “*Zvaigžņotā Debess*”. *A. Balklavs*. **CHRISTIANITY AND LATVIAN NATIONAL RELIGION** *Everywhere Sun Shines for Me...* (Habits of Living in Christianity and Latvian Dainas). *I. Pundure*. **The STARRY SKY in the AUTUMN of 2000**. *J. Kauliņš*.
Supplement: ASTRONOMICAL CALENDAR 2001.

СОДЕРЖАНИЕ

В “ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS” 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД “Водяной пар в атмосфере Венеры” (по статье *М. Зене*). “Использование Солнечной энергии” (по статье *Б. Салы, Л. Кондрашевой*). **ПОСТУПЬ НАУКИ** Астрофизика в течение века. *А. Балклавс*. **НОВОСТИ** Обилие планет вне Солнечной системы. *З. Алксне, А. Алкснис*. Неожиданное открытие спиральной структуры в карликовой эллиптической галактике. *З. Алксне, А. Алкснис*. Охотясь за чёрными дырами. *А. Балклавс*. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** Коммерческое оживление станции *Мир*. *Я. Яунбергс*. Как человек переносит глубокий вакуум? *Т. Зарник*. **В ДРУГИХ СТРАНАХ** В Нью-Йорке открыт современный планетарий. *М. Крастиньш*. **В ШКОЛЕ** Будем с космологией на ты: основные принципы и модели Вселенной (продолжение). *К. Берзиньш*. 24-ая Латвийская открытая олимпиада по физике. *В. Флеров, А. Цеберс, Д. Доценко, В. Кащеев*. Большой праздник математиков. *А. Анджанс*. В Черноголовке прошла астрономическая олимпиада. *Д. Доценко*. **МАРС ВБЛИЗИ** Истории Марсианских дюн. *Я. Яунбергс*. Конкурс для читателей. *М. Гиллс*. **ЛЮБИТЕЛЯМ** Из писем читателей. **КОСМИЧЕСКАЯ ТЕМА В ИСКУССТВЕ** Звёздная Вселенная в современном латышском экслибрисе (продолжение). *Е. Штраусс*. **НОВЫЕ КНИГИ** Новое учебное пособие по астрономии. *А. Балклавс*. **ОГЛЯДЫВАЯСЬ на ПРОШЛОЕ** Камень Солнца или календарь ацтеков. *И. Лозе*. Рельефы Малого зала (*Mazā aula*) Латвийского Университета рассказывают (окончание). *И. Ондзуле*. **ХРОНИКА** *Астрономический календарь* – приложение к *Zvaigžņotā Debess*. *А. Балклавс*. **ХРИСТИАНСТВО и ЛАТЫШСКАЯ РЕЛИГИЯ** *Всюду мне Солнце светит...* (о правилах нравственной жизни в христианстве и латышских дайнах). *И. Пундуре*. **ЗВЁЗДНОЕ НЕБО осенью 2000 года**. *Ю. Каулиньш*.
Приложение: АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ 2001.

THE STARRY SKY, AUTUMN 2000
Compiled by *Irena Pundure*
“Mācību grāmata”, Rīga, 2000
In Latvian

ZVAIGŽŅOTĀ DEBESS, 2000. GADA RUDENS
Sastādījusi *Irena Pundure*
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2000
Redaktore *Dzintra Auziņa*
Datortālis Jānis *Kuzmanis*



Elita Viliama, 1995, C3/col



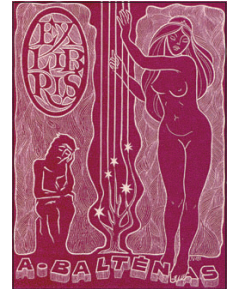
Elita Viliama, 1992, C3/col



Enns Kera, X2/2
(Igaunija)

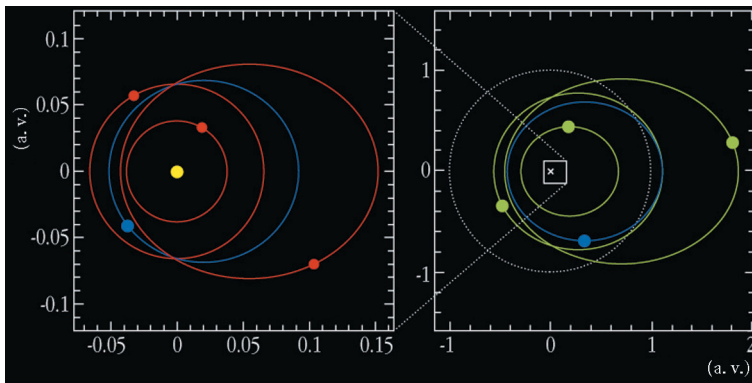


Bernhards Vircingers, P7/2
(Vācija)

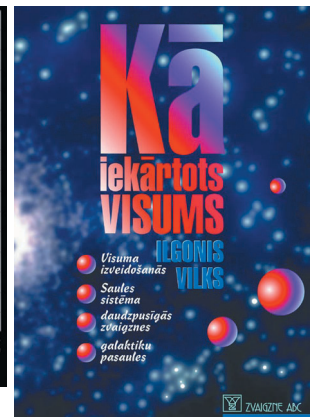


Vitas Jakštas, X5
(Lietuva)

Sk. J. Štrausa rakstu "Zvaigžņotais Visums mūsdienu latviešu ekslibri".



Pie Saulei līdzīgām zvaigznēm atklāto pavadoņu – planētu un brūno punduru – orbītu izmēri un forma. Krāsa raksturo pavadoņu minimālo masu: apmēram Saturna masa vai mazāka – sarkana, starp Jupiteru un trim Jupitera masām – zaļa, lielāka par 10 Jupitera masām – zila. Punktētā līnija norāda Zemes orbītu. ESO PR foto. Sk. Z. Alksnes, A. Alkšņa rakstu "Ārpus Saules sistēmas planētu jeb citplanētu birums".

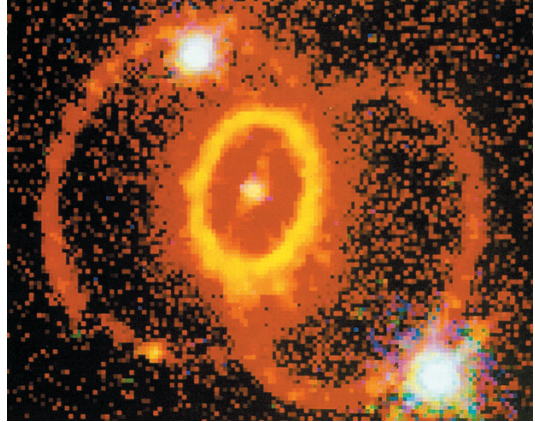


I. Vilka grāmatas "Kā iekārtots Visums" vāks.

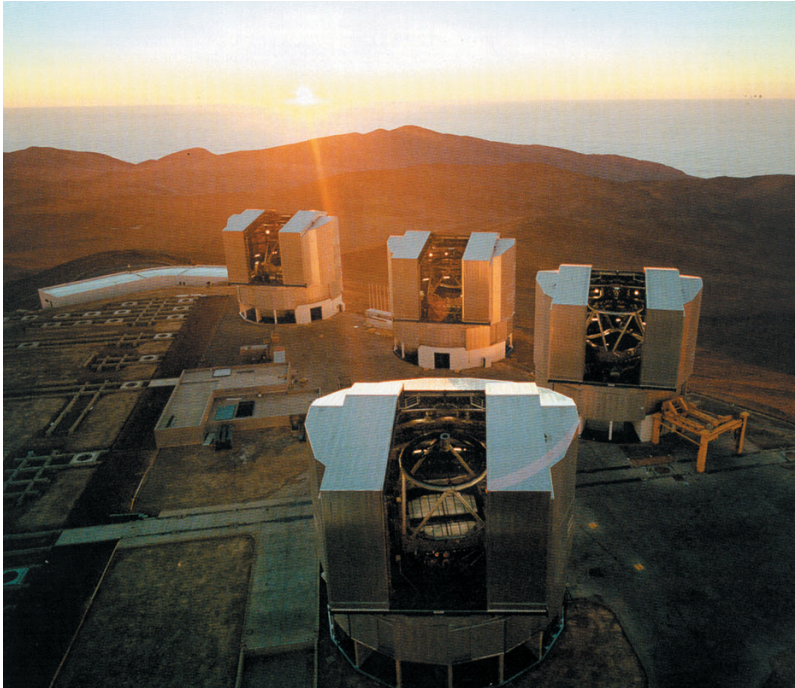
Sk. A. Balklava rakstu "Jauns mācību līdzeklis astronomijā".



Mūsu Galaktikā 1054. gada jūlijā uzliesmojušās pārnovas izveidotais miglājs M1, kas pazīstams arī kā Krabja miglājs. Pārnovu eksplozijas bagātina galaktisko vidi ar smagajiem elementiem, un to ģenerētie triecienviļņi, saspiežot starpzvaigžņu materiālu, ierosina jaunu zvaigžņu dzimšanu.



Lielajā Magelāna Mākonī 1987. gadā uzliesmojušās pārnovas (SN1987A) attēls, kas iegūts ar Habla kosmisko teleskopu un atklāj arī pirms eksplozijas nomesto gāzu–putekļu apvalku struktūru.



Saulriets ESO (*European Southern Observatory* – Eiropas Dienvidu observatorija) observatorijā Paranal kalnā (Čīle). Redzams VLT komplekss ar *Antū* teleskopu priekšplānā. Attēls no “*The ESO Messenger*”.

Sk. A. Balklava rakstu “Astrofizika gadsimta garumā”.



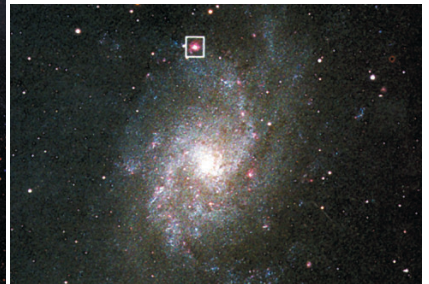
Mākslinieka vīzija par skatu uz ALMA – milimetru viļņu diapazona lielo radiointerferometru jeb režģi Atakamas augstkalnu tuksnesī.

Attēls no "The ESO Messenger".



NGC 604 – viens no lielākajiem zināmajiem emisijas miglājiem ap 1500 g. g. diametrā. Tas ir izvietots galaktikas M33 (Trijstūra zvaigznājā) spirāles zarā (*sk. att. apakšā*), atrodas ap 2,7 milj. g. g. attālumā no Zemes un ir jaunu zvaigžņu veidošanās vieta. Saskatāmas vairāk nekā 200 masīvas (ap 15–60 M_{\odot}) un karstas zvaigznes, kas ar savu intensīvo ultravioleto starojumu uzkaršē miglāja gāzes sienas līdz apmēram 10 000 K augstai temperatūrai un liek tām spīdēt arī redzamajā gaismā.

Sk. A. Balklava rakstu "Astrofizika gadsimta garumā".



Pretskats



Sānskats



Mātes Zemes dievība – Koatlikue (Coatlicue). Mehiko.

Pa kreisi – Saules akmens jeb acteku kalendārs pretskatā un sānskatā (zinātniska rekonstrukcija oriģinālās krāsās, autors meksikāņu mākslinieks R. S. Flandes). Zokalo. Mehiko.



Mehiko – Tenočtitlanas reliģisko ceremoniju izpildes teritorijas modelis.

Autores foto (1–3).



Saules simbolika grezna māla trauka darinājumā. Mehiko.

Sk. I. Lozes rakstu "Saules akmens jeb acteku kalendārs".



Daļa laureātu pēc apbalvošanas Latvijas Matemātikas biedrības sēdē Jelgavā 2000. gada 14. aprīli. *No kreisās:* prof. Džordžs Berzsenji (ASV), doc. Romualds Kašuba (Lietuva), prof. Andris Buiķis, doc. Alģirds Zabuļonis (Lietuva), dr. Benedikts Johannessons (Islande), LTA vadītājs Henriks Danusēvičs, prof. Agnis Andžāns, prof. Mati Lehtinens (Somija), doc. Andris Cibulis, prof. Jānis Mencis, prof. Uldis Raitums, prof. Teodors Ćirulis, doc. Mati Ābels (Igaunija). *J. Brenča foto.* *Sk. A. Andžāna rakstu "Lielie matemātiķu svētki".*

2000. gadā akciju sabiedrība "Aldaris" ir kļuvusi par populārzinātniskā gadalaiku izdevuma "Zvaigžņotā Debess" izdošanas finansiālu atbalstītāju. Izvēloties "Aldara" produkciju, arī Tu atbalstīsi Latvijas rūpniecību un kultūru!



ZVAIŽNOTĀ DEBĒS



Planetārais miglājs NGC 2392, pazīstams arī kā Eskimo miglājs, Dviņu (*Gemini*) zvaigznājā ap 5000 g. g. attālumā no Zemes. Attēls iegūts ar Habla kosmisko teleskopu.

Sk. A. Balklava rakstu "Astrofizika gadsimta garumā".