

Zvaigžņotā DEBESS

2020/2021
ZIEMA

250. numurs

PIELIKUMS: ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 2021

NASA

atzinīgi novērtē
latviešu projektu

ALĢES no RTU
tēmē uz kosmosu

Ieskats
kosmosa stacijas
“ISTABĀS”

Astronomija
medaļās

Izdevējs



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Vai uz Veneras tiešām
varētu būt dzīvība?

12. lpp.



Zvaigžņotās
Debess
250 gadalaiki

32. lpp.

Tagad var "šaut"
pa Marsu ar
lāzeru

2. lpp.



Laika osta
Klaipēdā

39. lpp.

Meklējam Vēršu
Dzinēja vēršus

56. lpp.



Kā pašam
nofotografēt Saules
virsmu?

46. lpp.

ZVAIŽŅOTĀ DEBESS

2020./2021. GADA ZIEMA (250)

Izdevējs:



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Dibinātājs: Latvijas Zinātņu akadēmijas
Astrofizikas laboratorija (1958).

Zvaigžnotā Debess ir populārzinātnisks izdevums par astronomiju. Iznāk četras reizes gadā. Žurnālā tiek sniegta informācija par astronomijas un kosmonautikas sasniegumiem, tas piedāvā jaunākās ziņas par Saules sistēmu un citplanētām, par zvaigznēm, galaktikām un Visuma uzbūvi, kā arī stāsta par orbitālajiem un virszemes teleskopiem un kosmiskajiem aparātiem.

Redakcijas kolēģija:

Galvenais redaktors
Dr. paed. Ilgonis Vilks,
galvenā redaktora vietnieks
Dr. sc. comp. Mārtiņš Gills,
Anna Gintere,
Dr. sc. ing. Jānis Kaminskis,
Mg. sc. comp. Raitis Misa,
PhD Artūrs Vrublevskis,
Mg. paed. Ieva Žarāne,
Vents Zvaigzne.

Maketētāja: Baiba Lazdiņa

Literārais redaktors: Oskars Lapsiņš

Žurnāls sagatavots:

Latvijas Universitātes
Akadēmiskajā apgādā
Tālrunis: 67034889
E-pasts: apgads@lu.lv

Iespiests: SIA Latgales drukā

Interneta resursi: www.lu.lv/zvd

Digitālais arhivs: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1171>

Uz 1. vāka. Galaktikai UGC 1810 izveidojies iespaidīgs jaunu zvaigžņu gredzens, jo tā aktīvi mijiedarbojas ar nelielu blakus galaktiku Arp 273 (attēlā nav parādīta). Avots: NASA, ESA, Hubble, HLA; Domingo Pestana

Uz 4. vāka. Habla kosmiskais teleskops reizēm pievēršas pavisam tuviem objektiem, piemēram, 2019. gada janvārī ar to novēroja pilnu Mēness aptumsumu. Mākslinieka kolāža. Avots: ESA/Hubble, M. Kornmesser

SATURS

AKTUĀLI

- Jaunami īsumā.** *Ilgonis Vilks, Anna Gintere, Raitis Misa, Kalvis Salmiņš, Artūrs Vrublevskis* 2
- Latviešu piedāvājums Veneras izpētei.** *Mārtiņš Gills* 6
- Pārsteigums Veneras atmosfērā.** *Ilgonis Vilks, Jānis Liepiņš* 12

SAULES SISTĒMA

- Saules sistēmas izpētes jaunumi.** *Anna Gintere* 19

250. NUMURS

- Zvaigžnotās Debess 250 numuros.** *Ilgonis Vilks* 24
- Tests. Pārlapo Zvaigžnoto Debesei!** *Mārtiņš Gills* 32

ZINĀTNES SASNIEGUMI

- Bioreaktors ar domu par kosmosu.** *Raitis Misa* 34

OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

- Nevienādību pierādīšana, atdalot pilno kvadrātu** *Maruta Avotiņa* 38

ASTROVIETA

- Pulksteņu pasaule Klaipēdā** *Mārtiņš Gills* 39

KOSMISKIE LIDOJUMI

- Starptautiskās kosmosa stacijas "istabas"** *Māris Gertāns* 40

AMATIERU ASTRONOMIJA

- Saules virsmas detaļu fotografēšana.** *Ilgonis Vilks* 46

MOBILĀ LIETOTNE

- Saules kompass.** *Mārtiņš Gills* 47

FOTOSTĀSTS

- Pegazs, Andromeda un meteors.** *Juris Seņņikovs* 48

INTERESANTI

- Astronomijas tēma tēlnieka Jāņa Strupuļa medaļās** *Vineta Skalberga* 50

ATSKATS VĒSTURĒ

- Vēršu Dzinējs bez vēršiem** *Vents Zvaigzne* 56

DEBESS APSKATS

- Debess spīdekļi 2020./2021. gada ziemā** *Juris Kauliņš* 60

Jaunumi īsumā

ESO/M. Kommeser, CC BY 4.0

Zvaigznes vielas spagetifikācija pirms iekrišanas melnajā caurumā.
Mākslinieka zīmējums

PĀRSTIEPĀS UN PĀRPLĪSA

Īsināti no portāla *StarSpace*

Eiropas Dienvidu observatorijai sadarbībā ar vairākām citām pasaules observatorijām sešu mēnešu laikā ir izdevies detalizēti izsekot, kā supermasīvs melnais caurums, kas atrodas galaktikā Eridānas zvaigznājā 215 miljonu gaismas gadu attālumā, sarauj gabalos zvaigzni. Aprēķini liecina, ka gabalos

sarautās zvaigznes masa bija līdzīga Saules masai un melnais caurums, kura masa miljoniem reižu pārsniedza zvaigznes masu, aprija aptuveni pusi no zvaigznes vielas. Kad zvaigzne pielido bīstami tuvu supermasīvam melnajam caurumam galaktikas centrā, spēcīgā gravitācija deformē zvaigzni, un tās viela veido tievas plūsmas (šo procesu sauc par spagetifikāciju), kas pamazām tiek

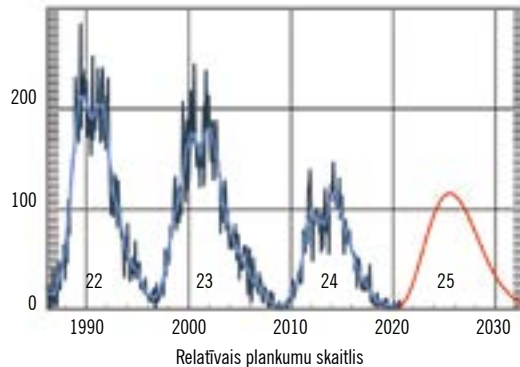
vilkta melnā cauruma virzienā. Kad viela tuvojas melnā cauruma notikumu horizontam, tā uzkarst, un atbrīvotā enerģija novērojama kā gaismas uzplaisnījums. Tad, kad daļa zvaigznes vielas tiek aprīta, veidojas ne tikai uzliesmojums, bet arī sprādziena vilnis, kas aizpūš prom melno caurumu aptverošo vielu. Šajā gadījumā vielas aizlidošanas ātrums bija 10 000 kilometru sekundē. 🚀

KOSMISKOS STARUS JUTĪSIM VAIRĀK

Galaktiskie kosmiskie stari, kas rodas pārnovu uzliesmumos un citos augstas enerģijas procesos mūsu Galaktikā, nonāk arī Zemes tuvumā. To daudzumu regulē Saules aktivitāte. Saules magnētiskais lauks ietin Saules sistēmu sava veida aizsargājošā burbulī. Pēdējos gadu desmitos šis vairogs kļūst vājāks. Līdz 20. gadsimta beigām Saules aktivitātes maksimumi bija spēcīgi, bet turpmāk aktivitāte samazinājās, arī gaidāmo aktivitātes ciklu prognozē vāju. Uz Zemes virsmas par kosmiskajiem stariem nav īpaši jāraizējas, jo mūs pasargā atmosfēra. To ietekme jāņem vērā tikai tiem, kas bieži lido ar lidmašīnu. Taču astronautiem situācija ir pavisam cita. Kosmiskie

stari ir jonizējošās radiācijas veids, un no lielas enerģijas kosmiskajiem stariem nepasargā arī kosmosa kuģa apvalks. 20. gadsimta deviņdesmitajos gados astronauti varēja uzturēties kosmosā pat 1000 diennaktis, līdz tika sasniegta NASA noteiktā pieļaujamā radiācijas doza. Pēc Ņūhempšīras Universitātes

pētnieka Fatemeha Rahmanifarda (*Rahmanifard*) aprēķiniem, turpmāk droša kosmiskā lidojuma ilgums saīsināsies līdz 290 dienām vīriešiem un 204 dienām sievietēm. Tas var radīt problēmas pilotējamajos lidojumos ne tikai Zemes tuvumā, bet arī lidojumos uz Marsu, kas neizbēgami būs ilgāki. 🚀



NOAA/Space Weather Prediction Center

Saules plankumu skaits 21. gadsimtā būtiski samazinās

LĀZERATSTAROTĀJI UZ MARSA

Uz NASA kosmiskā aparāta *Perseverance*, kas pašlaik ir ceļā uz Marsu, uzstādīts lāzeratstarotāju komplekts, kurš darbojas tā, ka uz to raidīto lāzera staru atstaro tieši atpakaļ. Atstarotāji ir izvietoti nelielā puslodē, kas pēc izmēriem salīdzināma ar cilvēka plaukstu. Tas ļaus izmantot *Perseverance* pašgājēju kā lāzerlokācijas mērķi, lai veiktu eksperimentus lāzera sakaros un lāzerlokācijā (attāluma un koordinātu precīzā noteikšanā). Lāzeratstarotāji ir arī uz nolaižamā aparāta *InSight*, kas nolaidās uz Marsa virsmas 2018. gadā, taču tie pēc

izmēriem ir nedaudz mazāki. Atstarotāji uzlabos koordinātu noteikšanu uz Marsa virsmas un kalpos par orientieri nākamajiem kosmiskajiem

aparātiem, kuri mēģinās nosēsties uz sarkanās planētas. Lāzeratstarotāji tiks uzstādīti arī uz Eiropas Kosmosa aģentūras *ExoMars* nolaižamā



NASA/JPL

Lāzeratstarotāju puslode uz pašgājēja *Perseverance*

aparāta, kuru plānots palaist 2022. gadā. Tie atradās arī uz iepriekšējā *ExoMars* nolaižamā aparāta *Schiaparelli*, bet tas avarēja, nolaižoties

uz Marsa. Atstarotājus ESA un NASA misijām izgatavojis Itālijas Nacionālais kodolfizikas institūts. Lāzerlokācija tiks veikta nevis no Zemes, bet gan

no kosmiskajiem aparātiem orbītā ap Marsu. Atstarotāji būs izmantojami vēl ilgi pēc tam, kad paši kosmiskie aparāti būs beiguši darboties. 🚀

AMERIKĀŅI SAVĀC, EIROPIEŠI ATVED

Eiropas Kosmosa aģentūra noslēgusi līgumu ar Eiropas aerokosmiskās industrijas milzi *Airbus* par Marsa grunts paraugu nogādāšanu uz Zemes. *Airbus* uzdevums ir izstrādāt kosmisko aparātu *Earth Return Orbiter*, kas spētu sasniegt Marsa orbītu, paņemt tur

riņķojošu kapsulu ar Marsa grunts paraugiem un nogādāt to uz Zemes. Paraugus uz Marsa ievāks NASA visurgājējs *Perseverance*, kas sasnies Marsu 2021. gada 18. februārī. Ievāktos paraugus *Perseverance* izbērs noteiktā vietā, kur tie gaidīs citu visurgājēju, kas tos savāks un ar nelielu raķeti nogādās Marsa orbītā. *Airbus*

piedalīsies arī šā visurgājēja izstrādē. Plānots, ka misija, kas nogādās paraugus uz Zemes, startēs 2026. gadā un kosmosā to nogādās jaunā *Ariane 6* raķete. Kosmiskā aparāta svars būs apmēram 6 tonnas, augstums – 6 metri. Tas būs aprīkots ar saules bateriju paneļiem, kuru laukums būs ļoti liels – 144 kvadrātmetri. 🚀



Kosmiskais aparāts *Earth Return Orbiter* mākslinieka skatījumā

PAR ZEMI LABĀKAS PLANĒTAS

Eksoplanētu meklējumos uzsvars tiek likts uz Zemei līdzīgām planētām, starp citām meklējot arī Zemes dvīņumāsu. Taču Vašingtonas štata Universitātes pētnieki Dirka

Šulces-Makuča (*Schulze-Makuch*) vadībā jautājumu aplūkoja plašāk, no zināmajām eksoplanētām atlasot planētas, kas ir vēl labāk piemērotas dzīvības pastāvēšanai nekā Zeme. Viņi izvēlējās

planētas, kas ir vecākas, lielākas, siltākas un, iespējams, mitrākas nekā Zeme. Vēlamā saimniekzvaigzne pieder pie K spektra tipa klases, tā ir nedaudz vēsāka par Sauli, ar garāku galvenās secības

stadiju, kas nodrošina planētai stabilu enerģijas plūsmu. No kataloga atlasija 5–8 miljardus gadu vecas planētas. Vēl vecākas planētas varētu būt zaudējušas sākotnējo iekšējo siltumu, un tām nebūtu magnētiskā lauka. Par piemērotām tika uzskatītas planētas, kuru izmēri ir līdz 10% lielāki un masa līdz 1,5 reizes lielāka nekā Zemei, jo tajās turpinās radioaktīvās sabrukšanas radītā sasilšana, kā arī to gravitācijas spēks spēj ilgāk saglabāt atmosfēru. Un, visbeidzot, izvēlējās apmēram par 5 grādiem

siltākas planētas, uz kurām ir šķidra ūdens pazīmes. Pētnieki atrada 24 kandidātes, kas gan ne visiem

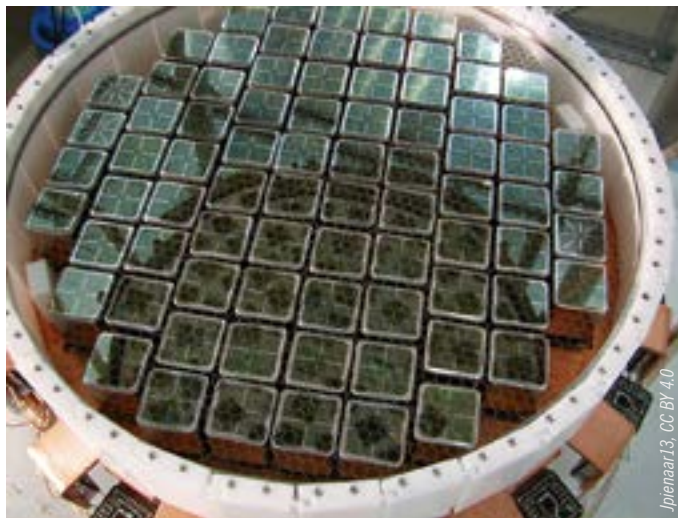
kritērijiem atbilst vienlaikus, taču šie rezultāti noderēs, izvēloties eksoplanētas turpmākai detalizētai izpētei. 🚀



Apmēram tā varētu izskatīties superapdzīvojama eksoplanēta

TUMŠĀ MATĒRIJA UZ ZEMES?

Viens no mūsdienu fizikas nozīmīgākajiem neatbildētajiem jautājumiem ir tumšās matērijas patiesā daba. Daudz fizikas eksperimentu ir veltīti, lai novērotu tumšās matērijas daļiņu sadursmes detektoros tepat uz Zemes, bet līdz šim neveiksmīgi. 2020. gada 17. jūnijā XENON eksperimenta komanda izplatīja paziņojumu, ka savā XENON1T iekārtā, kas sastāv no divām tonnām īpaši tīra ksenona, vairāk nekā gada laikā viņi ir novērojuši vairāk sadursmju, nekā būtu sagaidāms no dažādiem fona avotiem, – novērotas 285 sadursmes, bet gaidītas bija tikai 232 sadursmes. Par atklājumu to vēl nevar nosaukt, jo 53 papildu sadursmes statistiski nav pietiekami nozīmīgas un komanda arī nevar nešaubīgi izslēgt citus avotus, konkrētāk, iespējamu nelielu



XENON eksperimenta detektorī, kas uztver sadursmju radīto gaismas signālu

tritija piejaukumu eksperimentā, kas bēta sabrukšanas procesā varētu radīt “lieko” signālu. Tomēr sagaidāms, ka jau tuvākajā laikā papildu novērojumi, ko veiks gan ar šo iekārtu, gan ar citām, ieviešis skaidrību. Publicētie novērojumi jau tagad ir likuši

teorētiķiem nākt klajā ar daudzām jaunām, novērojumiem pielāgotām teorijām, kas papildu sadursmes skaidro ar pagaidām nenovērotām daļiņām, piemēram, tumšās matērijas aksioniem, “tumšajiem” fotoniem vai arī ar jaunu neitrīno veidu. 🚀



Latviešu piedāvājums VENERAS IZPĒTEI

Venera, otrā planēta no Saules, izmēru ziņā ir ļoti līdzīga Zemei, tai pat ir atmosfēra, un tur nevalda stindzinošs aukstums. Gluži pretēji – sērskābes mākoņiem bagātīgā atmosfēra planētas virsmas tuvumā kļūst teju vai

par aktīvo vielu reaktoru ar simtiem grādu augstu temperatūru un desmitiem atmosfēru lielu spiedienu. Jau pirmajos gados pēc kosmiskās ēras sākuma abas kosmiskās lielvalstis ASV un PSRS kā vienu no soļiem kosmosa iekarošanā veica lidojumus

Veneras virzienā. Nebija mazsvarīgi, kura pirmā iegūs tiešos mērījumus, mākoņu attēlus un veiks pirmo nosēšanos. Pirmā gājienu veica PSRS, 1961. gada februārī mēģinot uz Veneru nosūtīt divus kosmiskos aparātus. Viens no tiem palika Zemes orbītā, bet



KOB ART attēli, izņemot Veneras virsmas foto

otrs – *Venera 1* – pārstāja atbildēt uz signāliem no Zemes vēl ceļā uz karsto planētu.

Nākamajā izdevīgajā planētu novietojuma periodā 1962. gada jūlijā – septembrī startēja divi ASV un trīs PSRS aparāti, no kuriem veiksmīgi izrādījās amerikāņu

Mariner 2, kas pārlidoja Veneru 34,8 tūkstošu kilometru attālumā. Pārējiem aparātiem radās problēmas ar nesējraķetēm. Lai gan PSRS izmantoja arī 1964. un 1965. gada starta logus, katrā veicot pa trim startiem, misijas neizdevās. 1967. gada starta logs bija veiksmīgāks, un abu valstu kosmiskajiem aparātiem *Venera 4* un *Mariner 5* izdevās veikt tiešos planētas novērojumus. Turpmākajā Veneras apgūvē īpaši intensīvi darbojās PSRS. 1970. gada 15. decembrī pienāca vēsturisks mirklis – pirmā darba kārtībā esoša aparāta nolaišanās uz citas planētas. *Venera 7* no planētas virsmas 20 minūšu laikā paspēja nosūtīt datus par apkārtējās vides temperatūru.

PSRS saglabāja interesi par Veneru līdz pat savam noriektam. Pirmos virsmas attēlus 1975. gadā ieguva *Venera 9*, 1978.–1980. gadā ASV zonde *Pioneer Venus 1* ar radara palīdzību izpētīja planētas reljefu. Desmit gadus vēlāk ASV veidotais *Magellan* ar radaru ieguva detalizētus virsmas attēlus, kas deva iespēju izveidot telpiskus virsmas modeļus. 1985. gadā PSRS misijas *Vega 1* un *Vega 2* nolaida Veneras atmosfērā piepūšamos balonus ar zondi, kas tur dreifēja divas diennaktis.

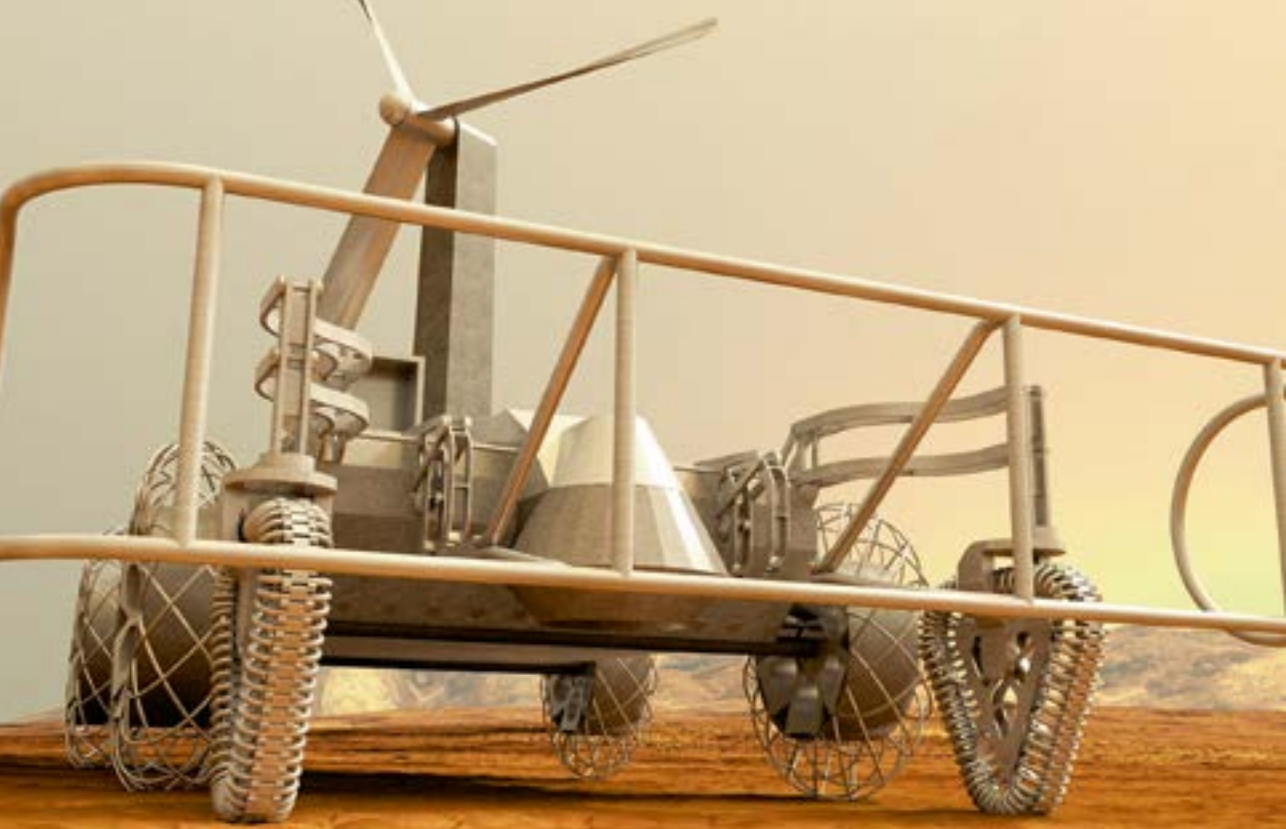
Vairāk par Veneras izpētes pirmajām trim desmitgadēm: *Zvaigžņotās Debess* 1995. gada vasaras numurā Ilgoņa Vilka rakstā *Venera – Saules sistēmas karstākā planēta*.

Taču mobīla, kas pārvietotos pa Veneras virsmu, pagaidām nav bijis. Galvenais šķērslis ir tur valdošie skarbie apstākļi. Tomēr daudzi ir pārliecināti, ka šķēršļi pastāv tādēļ, lai tos kādreiz pārvarētu. Tieši ar tādu domu 2020. gadā NASA izsludināja konkursu *Veneras mobīla izaicinājums (Venus Rover Challenge)*. Tas bija ideju meklēšanas konkurss, un ne jau tradicionāla tipa mobilim, bet gan mehānismam, kas nācis gluži vai no 500 gadu vecām Leonardo da Vinči smalko mehānismu skicēm. Jā, tieši tā – vismodernāko mobīli, kas kādreiz nākotnē pārvietosies pa Veneras virsmu, darbinās vējš, un tas gandrīz viscaur būs mehānisks. NASA konkursā piedalījās 572 komandas no 82 valstīm. Latvijas komanda KOB ART bija starp piecām komandām, kuru risinājumi tika apbalvoti kā labākie, turklāt uzvarēja kategorijā *Labākais prototips*. Žurnāls *Zvaigžņotās Debess* izjautāja SIA KOB ART pārstāvjus Kristīni Bērzu un Oskaru Bērzu par dalību NASA konkursā.



Zondes *Venera 9* uzņemtā virsmas panorāma

PSRS, apstrāde:
Don P. Mitchell



Šķēršļu sensors (bamperis) un bedru sensors tuvplānā

Šķiet, liela daļa Zvaigžņotās Debess lasītāju par SIA KOB ART vēl nav dzirdējuši. Kas ir jūsu komanda, un ar ko jūs nodarbojaties?

SIA KOB ART ir dizaina kompānija, kas nodarbojas ar produktu dizainu, vides un gaismas instalāciju izveidi, kā arī izstrādā speciālus projektus un risinājumus atbilstoši pasūtītāju vēlmēm. SIA KOB ART komanda ir Kristīne Bērza un Oskars Bērzs. Mēs esam atbildīgi par projektiem no idejas un pieņemumiem līdz pat realizēšanai, uzstādīšanai un mārketingam. Mūsu uzņēmums ir daudzkārt piedalījies dažādos festivālos, tostarp *Staro Rīga* un *Ziemassvētku Egļu ceļš*, kā arī izstrādājis dažādas

vides instalācijas un produktu dizainu. Ar NASA konkursā izstrādāto piedāvājumu, uzņēmuma darbību, citiem projektiem un produktiem var iepazīties mūsu mājaslapā www.kobartdesign.com.

Kā radās doma piedalīties NASA konkursā? Kāds no jums pārļapoja tīmekli un iesaucās: “Klau, piedāvājam NASA Veneras mobili”?

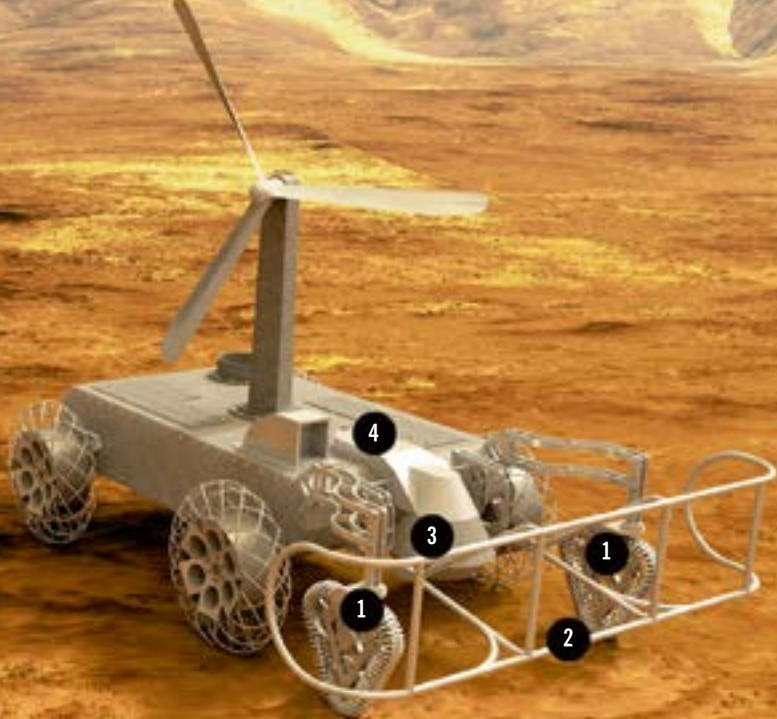
Savā ziņā tā arī bija. Par kosmosu līdz šim esam tikai interesējušies, bet kādu dienu NASA mājaslapā ieraudzījām aicinājumu piedalīties konkursā. Mūs uzrunāja tas, ka tiek meklēta palīdzība no visas pasaules, ka tiek meklēts nestandarta un tieši mehāniskais risinājums. Tā kā esam

vienmēr bijuši atvērti dažādiem izaicinājumiem, arī šoreiz nolēmām izmēģināt spēkus jaunā nozarē, bet kopumā tā bija diezgan spontāna ideja.

Kas bija uzdevumā dots, un kas bija jāizgudro?

Mērķis bija izstrādāt pilnībā mehānisku šķēršļu pārvarēšanas sensoru visurgājējam AREE (šobrīd HAR-V), ko nākotnē plānots sūtīt uz Veneru. Tas nozīmē, ka bija jāizgudro veids, kā mehāniski noteikt bedres, klintis un slīpumus, neizmantojot elektroniku. Jāizstrādā bija gan tehniskā, gan vizuālā puse, viss risinājums kopā. Papildus tehniskajiem rasējumiem un izstrādātajam 3D digitālajam modelim

- 1 Bedru sensors
- 2 Šķēršļu sensors
- 3 Slīpuma sensors
- 4 Pogas nospiešanas bloks



Veneras mobīļa elementi, kuru tehniskos risinājumus KOB ART piedāvāja NASA konkursā

mēs izlēmām veidot arī fizisku prototipu izmērā 1:1, lai labāk saprastu un notestētu sensoru darbības principu.

Droši vien jums bija priekšzināšanas par klasiskajiem mobiljiem uz Marsa vai Mēness. Ar ko tie atšķiras no Veneras mobīļa koncepcijas?

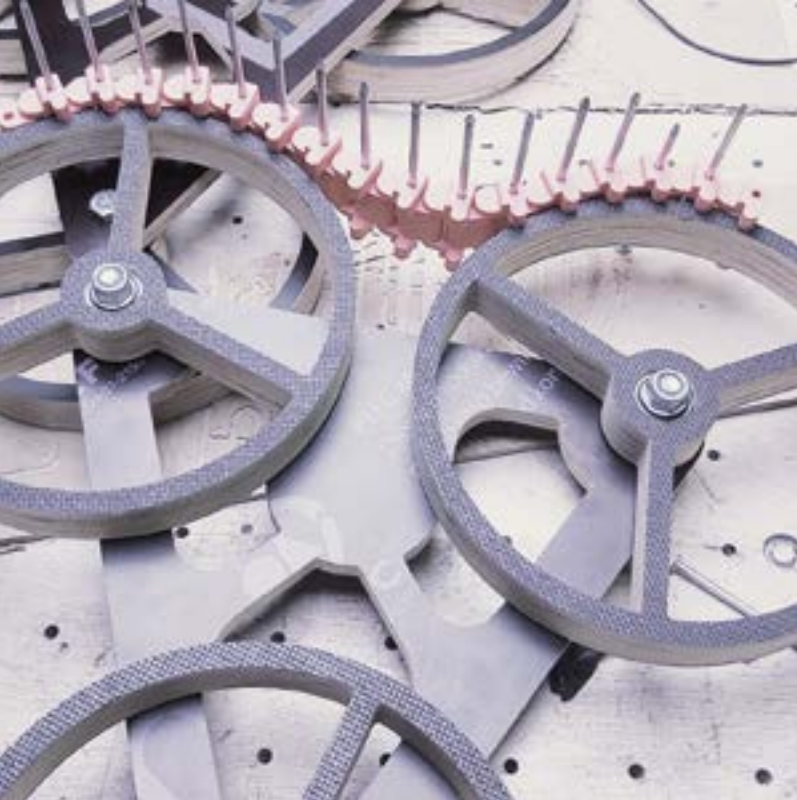
Priekšzināšanas bija, bet vairāk aizrautības līmenī. Atšķirības starp visurgājējiem ir ļoti lielas, un tās saistītas galvenokārt ar skarbajiem Veneras laikapstākļiem. Pirmkārt, atmosfēras spiediens uz Veneras ir 92 reizes lielāks par Zemes atmosfēras spiedienu. Šis aspekts ir ļoti nozīmīgs, visas visurgājēja komponentes burtiski jāizgudro no jauna, piemēram,

tajā nevar būt hermētiski nodalījumi, vai arī, nosēdinot visurgājēju uz Veneras virsmas, to nevar ievietot noslēgtā aizsargčaulā. Otrkārt, gaisa temperatūra uz Veneras virsmas ir 464 °C, tāpēc ir rūpīgi jāizvērtē visurgājēja uzbūve un materiāli. Karstums ļoti sarežģī jebkādas elektronikas izmantošanu, pat militāras klases elektronika pārstāj darboties 120 °C temperatūrā. Vēl viena atšķirība saistīta ar enerģijas iegūšanu. Uz Marsa var izmantot Saules enerģiju, taču uz Veneras Saules gaisma ir ļoti ierobežots resurss, jo viena diennakts uz Veneras ilgst 116 Zemes diennaktis un nakts ir 58 diennaktis gara. Tas nozīmē, ka

visurgājējs ļoti ilgu laiku paliktu bez enerģijas, jo rastos elektroenerģijas uzkrāšanas problēma. Arī elektromotori augstā temperatūrā patērētu par 90% vairāk elektroenerģijas nekā normālos Zemes vai Marsa apstākļos. Tieši tāpēc ir paredzēts, ka Veneras visurgājēju darbinās vēja enerģija, kas uz šīs planētas ir diezgan stabils resurss, un tam būs mehāniska piedziņa.

Kuri tehniskie ierobežojumi radīja vislielākās grūtības?

Viens no svarīgākajiem principiem, ko mēs ievērojām, bija – maksimāli vienkāršs un robusts risinājums. Izstrādes procesā strādājām pie dažādiem variantiem, bet



Top bedru sensora ritenų prototips

bija brīži, kad tie kļuva pārāk sarežģīti, ar pārāk lielu detaļu skaitu. Sapratām, ka jāmeklē vienkāršāks risinājums. Visvairāk laika patērējām, veidojot bedru sensoru, kas varētu "sajust" bedres izmērus. Pamatdoma bija veidot sensorriteni, kas izvietots priekšā visurgājēja ritenim un nosaka bedres, pirms visurgājējs tajās iebruc. Kopumā izveidojām pat piecus dažādus risinājumus, bet beigu beigās bija "jāizgudro ritenis no jauna".

Vai bija jāpiedāvā arī materiālu izvēle un jāiekļaujas svāra ierobežojumos?

Viens no parametriem, kas bija jāievēro, bija kopējais sensoru svārs, kas nedrīkstēja pārsniegt 25 kilogramus. Mēs izmantojām mākslīgā intelekta

ģenerētas strukturētas detaļas, kas samazināja komponentu svaru, vienlaikus saglabājot un pat uzlabojot to izturību. Bija jāpiedāvā un jāapraksta materiāli, kas spētu saglabāt savu stiprību arī 464 °C karstumā un augstajā spiedienā. Kā galvenos materiālus izvēlējāmies titāna sakausējumus un inkoneļa detaļas. Inkoneļu tika paredzēti izmantot galvenokārt atsperēm. Ritošajā daļā plānojām arī izmantot keramikos slēgtos gultņus, kas spēj izturēt pat vairāk nekā 1000 °C temperatūru.

Vai mobila vienīgais enerģijas avots būtu vējš?

Jā, kā vienīgais enerģijas avots ir paredzēts vējš. Lai šis enerģijas avots būtu pastāvīgs

un nemainīgs, plānots, ka vēja enerģija, griežot vēja ģeneratoru, uzvilks lielu atsperi, kas uzkrās kinētisko enerģiju un ļaus visurgājējam darboties bez pārtraukumiem. Lai elektronikai būtu pieejama elektrība, paredzēts, ka uzvelkamā atspera griezis arī nelielu ģeneratoru. Elektronika iecerēta ļoti primitīva, ko izmantos, tikai lai analizētu un nosūtītu zinātniskos datus. Jāņem vērā, ka pat šī primitīvā elektronika taps no komponentēm, kuras konkursa izsludināšanas brīdī vēl nebija izgudrotas.

Aprakstā ir minēts *Magic pin box*. Kas tas īsti ir?

Šis nosaukums radās kā iekšējais joks, jo konkursa nosacījumos bija lūgums neveidot maģiskās kastes *magic box*, kas veic tādu darbību, kura projektā nav atrisināta. Bija jāpanāk, lai piedāvājumā būtu atrisinātas visas problēmas un būtu skaidrs darbības princips. Mums šis nosaukums likās saistošs, un tāpēc speciāli izveidojām "maģisko kastīti", bet pilnībā funkcionējošu. Konkursā bija prasīts šķēršļu konstatēšanas gadījumā nospiegt uz visurgājēja korpusa izvietotu pogu 6 centimetru diametrā un iespiest to 3 centimetru dziļumā ar 25 ņūtonu spēku. Svarīgi bija arī tas, ka pogu nepieciešams nospiegt un uzreiz atlaist, turēt to nedrīkstēja. Tiklīdz šķērslis bija noteikts, *Magic pin box* saņēma mehānisku signālu no sensoriem un uzreiz nospieda un atlaida pogu. Tas dod laiku sensoriem atgriezties miera

pozīcijā, visurgājējam apstāties un veikt atkāpšanās manevru, kā arī mainīt braukšanas trajektoriju.

Nav noslēpums, ka daudzas kosmiskās misijas tiek gatavotas desmit un pat vairāk gadu. Vai ir zināms, kad uz Veneru varētu doties pirmais mobilis?

Šobrīd šādas informācijas nav, jo Veneras misija ir tikai konceptuālajā fāzē. Ar šo konkursu noslēdzās viens posms, un tiks pieprasīts finansējums nākamajam posmam, kad jau plānots padziļināti attīstīt visurgājēja mehāniku, testēt materiālus un rotējošo mehānismu darbību Venerai atbilstošā

spiedienā un temperatūrā, kā arī tiks izpētīts Veneras apvidus, kas būtu vispiemērotākais šādas misijas veikšanai.

Kāda bija konkursa norises secība?

Noteiktajā termiņā bija jānosūta pieteikuma faili un jāaizpilda pieteikuma forma. Ja bija jautājumi vai neskaidrības, tos varēja uzdot kopējā forumā, taču mēs šo iespēju neizmantojām, jo visā pilnībā nodevāmies darbam.

Ko varētu ieteikt citiem, kuri no Latvijas vēlas startēt NASA vai līdzīgos konkursos?

Pilnīgi noteikti vajag piedalīties un nevajag baidīties, jo procesā var iegūt pieredzi,

jaunas zināšanas, kontaktus un, iespējams, pat kaut ko vairāk. Latvieši ir ļoti gudri, taču bieži baidās riskēt vai izmēģināt spēkus plašākā mērogā. Mēs pat necerējām, ka iekļūsim labāko simts risinājumu sarakstā, mēs piedalījāmies intereses un iegūstamās pieredzes dēļ. Bijām ļoti pārsteigti, kad uzzinājām, ka esam iekļuvuši uzvarētāju piecniekā. Šādu rezultātu nebijām gaidījuši, mums pat nespējiet, ka esam izdarījuši kaut ko ļoti vērtīgu, bet tā jau vairāk ir tāda latviešu paškritika nekā neticība saviem spēkiem. Tāpēc aicinām visus izkāpt no savas komforta zonas un riskēt. 🍷



KOB ART 2020. gada pavasarī uzbūvēja prototipu un izmēģināja tehniskos mezglus dabā



IESPĒJAMS, KA
VENERAS ATMOSFĒRĀ
ATRASTAS LIECĪBAS
PAR FOSFĪNA
KLĀTBŪTNI. KO TAS
VARĒTU NOZĪMĒT,
DOMĀJOT PAR
DZĪVĪBU VENERAS
MĀKOŅOS?

PĀRSTEIGUMS

Veneras atmosfērā

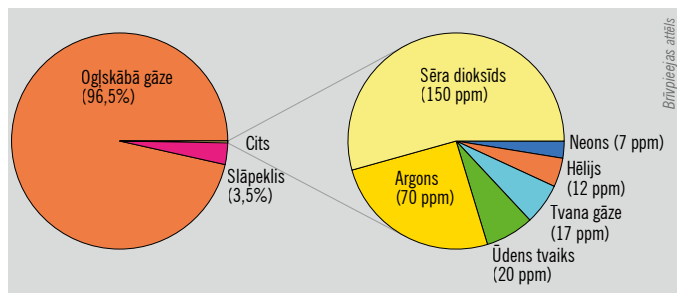
Veneras mākoņu sega 1974. gada
Mariner-10 starpplanētu zondes
uzņēmumā. Kontrasts pastiprināts

NASA, brīvpieejas attēls

*Raksts tapis uz Latvijas Radio 1 raidījuma "Zināmais nezināmajā" bāzes ar raidījuma veidotāju
Iaipnu atļauju. 2020. gada 12. oktobra raidījuma ieraksts, kurā žurnāliste Sandra Kropa
sarunājas ar LU Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūta vadošo pētnieku Jāni Liepiņu un
LU Astronomijas institūta pētnieku Ilgoni Vilku, pieejams Latvijas Radio 1 arhīvā.*

Pētnieku grupa 2020. gada septembrī Kārdifas Universitātes astronomes Džeinas

Grīvzas (*Greaves*) vadībā žurnālā *Nature* publicēja rakstu, ka ar Maksvela submilimetru teleskopu Havaju salās un Atakamas Lielo milimetru/submilimetru režģi Veneras atmosfērā izdevies atrast vienkāršu savienojumu – fosfīnu. Fosfīns jau samērā sen atklāts Jupitera un Saturna atmosfērā, taču tur tas veidojas ķīmiskos procesos, kas notiek augstā temperatūrā un lielā spiedienā. Raksta autori izanalizēja visus iespējamus fosfīna avotus uz Veneras un nonāca pie secinājuma, ka tas “var rasties nezināmās fotoķīmiskās vai ģeoķīmiskās reakcijās vai pēc analogijas ar fosfīna bioloģisko producēšanu uz Zemes torada dzīvībā”. Tas bija kā bumbas sprādziens. Par Marsu kā iespējamo ārpuszemes dzīvības pastāvēšanas vietu runā jau sen, tagad visi metās apspriest Veneru. Taču faktiski



Veneras atmosfēras sastāvs

ZINĀTNIEKU SECINĀJUMS, KA FOSFĪNU VENERAS ATMOSFĒRĀ VAR RADĪT DZĪVAS BŪTNES, BIJA KĀ BUMBAS SPRĀDZIENS

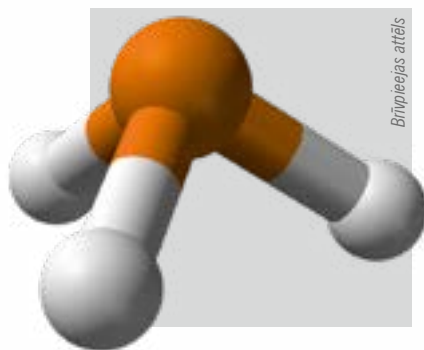
pirmie, kas izanalizēja dzīvības pastāvēšanas iespējas Veneras atmosfērā, balstoties uz pirmajiem planētas pētījumiem ar kosmiskajiem aparātiem, bija amerikāņu zinātnieki Karls Seigans (*Sagan*) un Harolds Morovics (*Morowitz*) 1967. gadā.

IESKATS VENERAS ATMOSFĒRĀ

Veneras blīvā atmosfēra pamatā sastāv no ogļskābās gāzes (96,5%) un slāpekļa (3,5%), pārējās vielas atrodas tikai kā niecīgi piemaisījumi (sk. zīmējumu), kuru koncentrācija ir daži desmiti miljono daļu. No piemaisījumiem nozīmīgākais ir sēra dioksīds. Ogļskābā gāze rada spēcīgu siltumnīcas efektu, tāpēc uz virsmas temperatūra ir ap 467 °C. Atmosfēras spiediens lielā blīvuma dēļ sasniedz 93 atmosfēras, gluži kā Zemes okeānos 900 metru dziļumā, kur nevar nolaisties

parastās zemūdenes. Taču augstāk atmosfērā apstākļi ir mērenāki. Fosfīns PH_3 ir ļoti vienkāršs savienojums, kas sastāv no viena fosfora atoma un trim ūdeņraža atomiem. To atklāja, analizējot Veneras atmosfēras absorbcijas spektru, kurā konstatēja spektrālīniju ar viļņa garumu 1,123 milimetri. Fosfīns Veneras atmosfērā varētu atrasties aptuveni 50 kilometru augstumā, un tā ir ļoti maz, tikai 20 miljardās daļas, vēl 1000 reiz mazāk nekā citu zināmo piemaisījumu.

Piecdesmit kilometru augstumā atmosfēras spiediens ir tāds kā uz Zemes virsmas, bet temperatūra ir +75 °C. Piecdesmit piecu kilometru augstumā spiediens ir divas reizes mazāks un temperatūra ir patīkami +27 °C. Sešdesmit kilometru augstumā spiediens ir četras reizes mazāks nekā uz Zemes



Fosfīna molekula sastāv no viena fosfora atoma un trim ūdeņraža atomiem

virsmas, temperatūra – vairs tikai $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tieši šajā augstumu diapazonā atrodas necaurspīdīgi mākoņi, kas sastāv no sērskābes pilieniem (75–96% sērskābes). No Zemes teleskopā redzami balti mākoņi, kas apņem visu planētas virsmu. Virs un zem mākoņiem atrodas migla, kas sastāv no pavisam sīkiem sērskābes pilieniņiem. Sērskābe rodas fotoķīmiskās reakcijās Saules ultravioletā starojuma iedarbībā no oglekļa dioksīda, sēra dioksīda un ūdens tvaikiem. Saules ultravioletais starojums sadala arī fosfīna molekulas, līdz ar to jābūt kādam fosfīna avotam, kas ražo šīs molekulas un papildina tā krājumus atmosfērā. Pēc *Nature* raksta autoru domām, šis avots nevar būt nesen konstatētā vulkānu

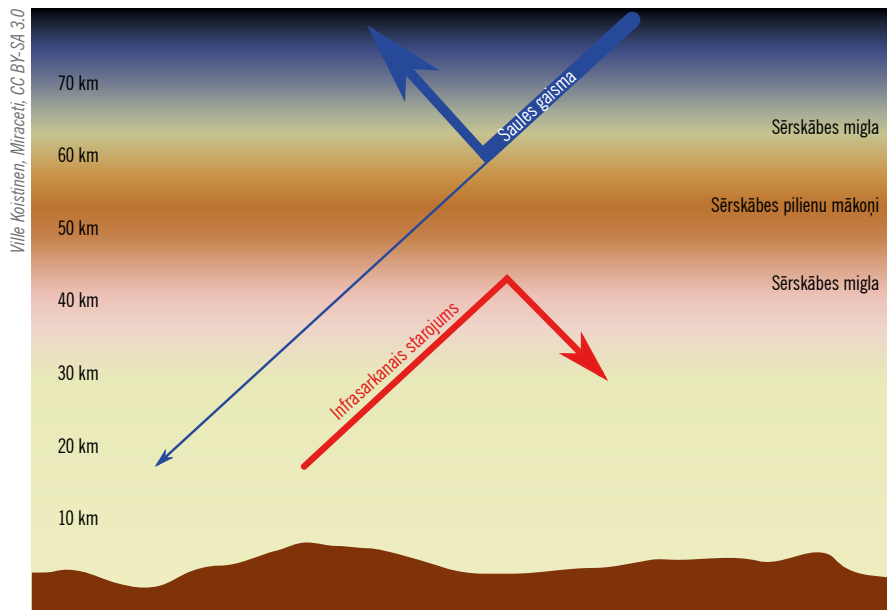
VENERAS MĀKOŅI BŪTU ĻOTI PATĪKAMA VIDE, JA VIEN TIE NESASTĀVĒTU NO SĒRSKĀBES PILIENIEM

darbība, zibeņi Veneras atmosfērā un meteorītu krišanas efekti, tāpēc radās ideja par mikroorganismu pastāvēšanu Veneras mākoņos.

FOSFĪNS UZ ZEMES

Fosfīns ir atrodams Zemes atmosfērā, un tā koncentrācija ir lielāka, nekā novērots uz Veneras, jo uz Zemes ir daudz dažādu fosfora avotu. Fosfīns rodas galvenokārt bioloģiskā ceļā, to ražo baktērijas, kas atrodas anaerobā (bezskābekļa) vidē, jo skābekļa klātbūtnē fosfīns strauji oksidējas

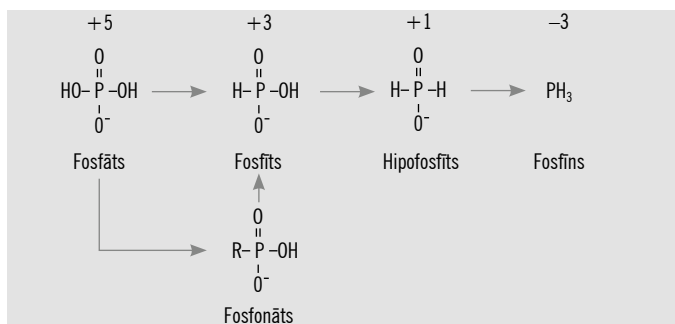
un pārvēršas par fosforskābi. Uz Zemes šādu vietu, kur nav skābekļa, ir daudz, un tur dzīvo dažādas baktērijas, ja vien ir tām ir barības avots – organiskās vielas, ko sadalīt. Fosfīns ir terminālā fosfātu forma, kurā fosfora atoms ir savācis tik daudz elektronu, cik iespējams. Tomēr nav izslēgts, ka fosfīns uz Zemes rodas arī neorganiskā ceļā. Jo vairāk zinātnieki iepazīstas ar lēnu procesu ķīmiju, jo vairāk saprot, ka dažas vielas, piemēram, organiskās skābes un aminoskābes, var veidoties



Mākoņi Veneras atmosfērā

arī ļoti lēnās ķīmiskās reakcijās. Īpaši nozīmīgi tas bija Zemes pirmsākumos, kad bezskābekļa vidē uzkrājās organiskās vielas, līdz pat cukuriem un nukleotīdiem. Šajā pirmsdzīvības laikmetā Zemes okeānos ir uzkrājušies arī fosfīns. Šajā pateicīgajā vidē izveidojās dzīvība.

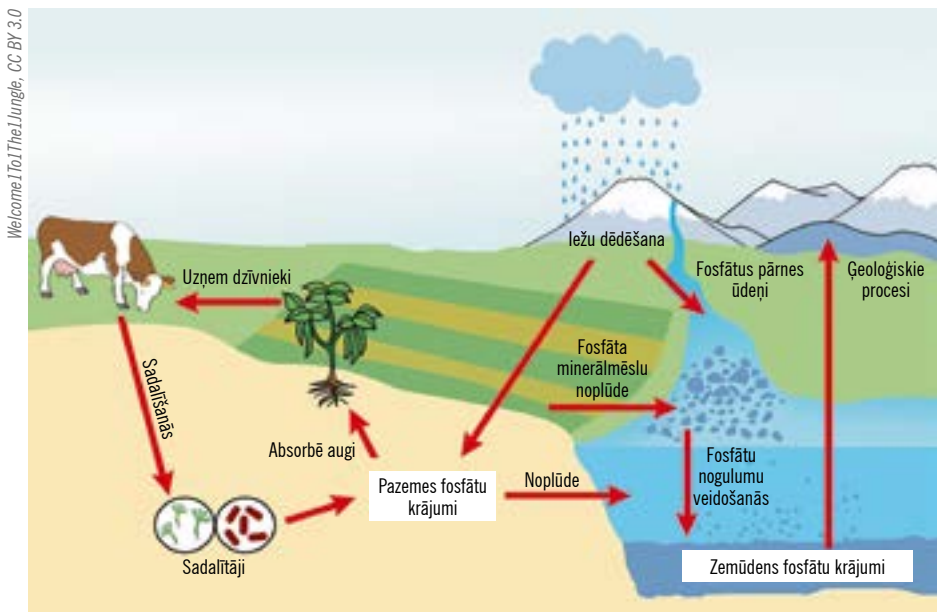
Fosfors uz Zemes sastopams vairākās formās, kas secīgi pāriet cita citā. Ikviens dzīvais organisms satur fosforu, kas ir neatņemama ģenētiskā materiāla un enerģijas pārnese molekulas ATP sastāvdaļa. Tāpat fosfors sastopams kaulos, zobos u. tml. Ikvienam organismam ejot bojā, tā atliekas mikroorganismi sadala līdz pat neorganiskām vielām un to sāļiem. Fosfora sāļi un fosfīns ir šā procesa



Dabā sastopamie fosfora sāļi un to savstarpējās pārvērtības

blakusprodukti. Fosfīns ir bezkrāsaina, toksiska gāze, kas strauji oksidējas ar gaisa skābekli un savienojumā ar gaisā esošo ūdeni kā fosforskābes sāļi (fosfāti) nonāk atkal uz sauszemes vai Pasaules okeānā. Fosfāti var reaģēt ar citām neorganiskām vielām un veidot nešķīstošus savienojumus, vai arī šķīstošos fosfora sāļus uzņem sauszemes

augi vai citi fotosintezējoši jūras organismi un veido savu biomasu. Dzīvniekiem apēdot augus, fosfors turpina savu "bioloģisko ciklu". Organismam ejot bojā, tā sastāvā esošais fosfors fosfīna vai fosfātu veidā nonāk vidē un var tikt noglabāts vai ar fotosintezējošu organismu palīdzību atkal iesaistīties fosfora ciklā (sk. attēlu).



Fosfora cikls

DZĪVĪBA MĀKOŅOS?

Ja domājam par potenciāliem mikroorganismiem Veneras mākoņos, visiem dzīvajiem organismiem prasības pret vidi patiesībā ir ļoti līdzīgas – nepieciešami ķīmiskie savienojumi, no kā būvēt sev raksturīgās organiskās vielas, enerģijas avots un šķīdinātājs, kura vidē notiek ķīmiskās reakcijas. Tā kā Veneras mākoņos ir ogļskābē gāze un Saules gaisma, principā ir iespējama fotosintēze. Varētu būt problēma ar pietiekamu šķīdinātāja klātbūtni. Mums pazīstamie Zemes organismi kā šķīdinātāju izmanto ūdeni, turklāt, lai organismi varētu izmantot

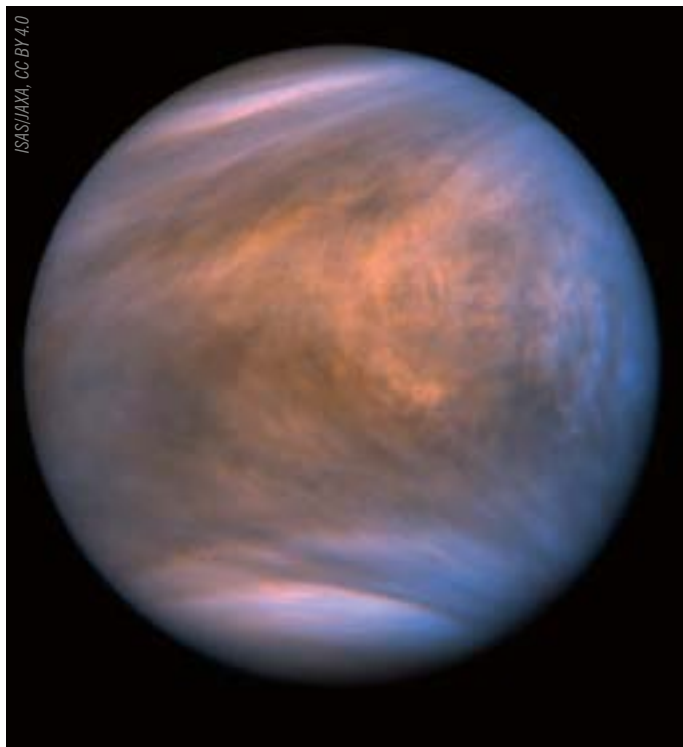
ūdeni savām vajadzībām, tas nedrīkst būt pārāk sāļš un tam jābūt pieejamam šķidrā veidā.

Organismu vielmaiņa darbojas, pateicoties “brīvo elektronu” iegūšanai no organiskām vai neorganiskām vielām. Pakāpeniska šo elektronu pārnese no vienas vielas uz citu palīdz realizēt bioķīmiskās reakcijas. Beigās, kad tālākas reakcijas vairs nav iespējamas, elektronus nepieciešams “izvadīt” ar kāda elektronu akceptora palīdzību. Uz Zemes mums labi pazīstams elektronu akceptors ir skābeklis, savukārt, kur tas nav pieejams, šim mērķim var kalpot citi savienojumi,

piemēram sulfāti, un izdalīties sulfīti un sērūdeņradis. Var būt, ka Veneras fosfīns ir zīme, ka organisms izmanto fosfātu kā elektronu akceptoru, un rodas fosfīts un fosfīns. Nav izslēgta arī neorganiska fosfīna veidošanās, kā tā notika uz Zemes pirms dzīvības un skābekļa rašanās.

Venera griežas ļoti lēni, diena ilgst 58 Zemes diennaktis, un nakts tikpat. Taču atmosfēra griežas daudz straujāk, tā veic vienu apgrieztienu četrās diennaktis. Saules pusē atmosfēra sasilst un izplešas, gāzes plūst uz nakts pusi, kur ir vēsāks. Kombinācijā ar planētas griešanos rodas globāla atmosfēras cirkulācija. Tas nozīmē, ka divas diennaktis no četrām konkrēta vieta Veneras mākoņos ir Saules apgaismota. Par potenciālo mikroorganismu enerģijas avotu varētu kalpot arī Saules ultravioletais starojums. Ja aplūko Veneras attēlus ultravioletajā diapazonā, mākoņos redzamas tumšas joslas, ko rada nezināms absorbētājs. K. Seigans jau 1963. gadā izteica domu, ka šajās joslās atrodas mikroorganismi, kas absorbē ultravioleto starojumu.

Šādā vidē tiešām varētu dzīvot vienkārši organismi, neraugoties uz to, ka mākoņos ir sērskābi saturoši pilieni. Uz Zemes zināmi daudzi piemēri, kad organismi pielāgojušies ļoti skābai videi. Uz Zemes skābes koncentrācija tajā vidē, kurā mikroorganismi vēl spēj vairoties, ir daži procenti. Tādos apstākļos organismi neaug ātri, šūnu



Japāņu zondes *Akatsuki* 2018. gadā iegūtais Veneras uzņēmums ultravioletajā diapazonā. Redzamas “nezināmā absorbētāja” tumšās joslas

dalīšanās laiks var būt vairākas dienas, gadi vai pat gadu desmiti, tomēr dzīvība pastāv. Šādiem organismiem ir īpaši veidoti šūnapvalki, kas iztur paaugstinātu skābumu. Arī vielmaiņa ir tāda, kas uztur iekšējo vidi ne ļoti skābu, jo jārēķinās ar to, ka skābes joni nemitīgi ieplūst šūnās. Tieši ļoti augstā sērskābes koncentrācija Veneras atmosfērā, kas var sasniegt pat 98%, varētu būt lielākā problēma dzīvības pastāvēšanai. Līdz šim uzkrātās zināšanas par organismu izdzīvošanas spējam augstas koncentrācijas stipras skābes klātbūtnē neatbalsta dzīvības eksistenci Veneras atmosfērā.

Uz brīdi aizmirsīsim šo "nepatīkamo atziņu" un padomāsim par dzīvību gāzu vidē. Zemes atmosfērā cirkulē milzum daudz sporu, baktēriju un sēņu, kuras augšup uznes vēji, tomēr, atrodoties gaisā, tās neairojas, tas notiek tikai tad, kad ar nokrišņiem tās nonāk atpakaļ uz Zemes virsmas. Uz Zemes bieži ir gadījumi, kad lietus mākoņi "transportē" baktērijas vai aļģes ļoti lielā attālumā, un tad nolīst, piemēram, sarkans vai zaļš lietus. Varbūt kaut kas līdzīgs var notikt arī uz Veneras, kur kādā atmosfēras slānī ir atbilstoši apstākļi, lai tur varētu vairoties vienkārši organismi? Veneras mākoņi sastāv no dažādu izmēru daļiņām, tuvāk Veneras virsmas daļiņas ir mazākas, bet "istabas temperatūras" zonā daļiņu izmēri ir "aizdomīgi" tuvi tipiskajam baktēriju lielumam. Varam iedomāties, ka

JEBKURA DZĪVĀ BŪTNE IR PAKĻAUTA ĶĪMIJAS LIKUMSAKARĪBĀM, TĀPĒC ŠĶIET, KA DZĪVĪBAS TAPŠANAI NAV PĀRĀK DAUDZ VARIANTU

baktērijas aug un dalās augšējā mākoņu zonā, tad iekapsulējas (pieaug to blīvums), un tās gravitācijas iedarbībā pakāpeniski krīt lejā. Pateicoties valdošajiem vējiem, daļa (sporu) atkal tiek uznestas augšējā, dzīvībai labvēlīgākā zonā, kur tās atkal pavairojas.

Sprīžot par potenciālu dzīvību ārpus Zemes, saprotams, ka pētnieki raugās no jau pazīstamas perspektīvas un meklē dzīvību, kādu to pazīstam mēs, kam ir līdzīga vielmaiņa un darbības principi. Tā kā ogleklis pēc ūdeņraža, hēlija un skābekļa ir ceturtais izplatītākais elements Visumā, tomēr šķiet, ka dzīvības tapšanai nav pārāk daudz variantu, un tai ir jābūt būvētai uz oglekļa bāzes, jo ogleklis veido ļoti daudz dažādu savienojumu. Turklāt jebkura dzīva būtne ir pakļauta ķīmijas likumsakarībām. Lai sevi atražotu, organismam vajag enerģiju, vajadzīgas vielas, no kā sevi uzbūvēt, jāspēj reaģēt uz izmaiņām vidē. Lai realizētu šīs funkcijas, dzīvie organismi darbojas saskaņā ar organiskās un neorganiskās ķīmijas likumiem. Piemēram, visi fotosintezējošie organismi izmanto ogļskābo gāzi, lai

būvētu organiskās vielas, organismi izmanto ķīmisko vielu elektronus, lai darbinātu elektronu transporta ķēdes, kas rada protonu gradientu, un iegūtu ATP. Tāpat visiem organismiem ir nepieciešamas vielas, kas varētu saistīt izmantotos elektronus.

Zemes dzīvība mūs noteikti vēl pārsteigs ar dažādiem "tehniskiem risinājumiem", kā pielāgoties videi, kur šķiet, ka izdzīvot nav iespējams. Jau tagad ir zināms, ka dzīvība var eksistēt augsta spiediena apstākļos karstajos avotos, vidē bez skābekļa, līdz pat 30% sāls šķīdumā u. c. Varbūt ar laiku uzzināsim, ka arī ļoti augsta sērskābes koncentrācija nav šķērslis dzīvības eksistencei.

TURPMĀKIE PĒTĪJUMI

Nature raksta autori atzīmē, ka viņu rezultātus nepieciešams pārbaudīt ar citiem teleskopiem, jo nevar izslēgt iespēju, ka radusies kāda kļūda novērojumu datos vai datu apstrādē. Oktobra beigās cita pētnieku grupa Džeronimo Vilanuevas (*Villanueva*) vadībā vēlreiz izanalizēja iegūtos datus, un, pēc viņu domām, fosfīns Veneras atmosfērā nav atklāts. Ar Maksvela



Dirižablis un centrālā bāze virs Veneras mākoņiem. NASA zīmējums

submilimetru teleskopu iegūtajos datos saskatāma sēra dioksīda, nevis fosfina klātbūtne, bet Atakamas Lielā milimetru/submilimetru režģa novērojumiem, viņuprāt, veikta nepareiza kalibrēšana. Līdz ar to jautājums par fosfinu uz kaimiņu planētas paliek neatbildēts.

Protams, vislabāk būtu veikt novērojumus Veneras tiešā tuvumā vai meklēt

fosfinu pašā planētas atmosfērā. Šīs iespējas ir ierobežotas. Šobrīd ap Veneru riņķo tikai viena japāņu zonde *Akatsuki*, kas pēta atmosfēras vertikālo dalījumu, kustību un fizikālos apstākļus mākoņos. 2020. gada 15. oktobrī ceļā uz Merkuru garām Venerai palidoja starplanētu zonde *BepiColombo*. Tās instrumenti bija pavērsti pret planētu, taču nebija

gana jutīgi, lai konstatētu fosfinu vai noliegtu tā klātbūtni.

Nevienas pietiekami gata Veneras zondes, kam jau būtu noteikts starta datums, pagaidām nav, kaut arī ideju ir daudz. Tālākā nākotnē uz Veneru varētu doties kosmiskie aparāti, kas palaisītu balonus vai dirižabļus. Tie ilgstoši lidotu planētas atmosfērā un kalpotu kā bāze arī virsmas pētījumiem. 🦋

IN MEMORIAM: EGONS ZABLOVSKIS

2020. gada 5. augustā Rīgā mūžībā devies latviešu fiziķis **Egons Zablovskis** (dzimis 1926. gada 2. martā), viens no Rīgas Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacijas dibinātājiem (1957). Par viņa dzīves gājumu lasiet *Zvaigžņotās Debess* 2011. gada pavasara numurā Jāņa Jansona rakstā *LU fizikas docentam Egonam Zablovskim – 85*.

SAULES SISTĒMAS izpētes jaunumi

2020. GADA NOTIKUMUS SAULES SISTĒMAS IZPĒTES JOMĀ LĪDZ ŠIM VARĒTU RAKSTUROT ĪSI UN KODOLĪGI – “NEKĀ SENSACIONĀLA”, JA NESKAITA FOSFĪNA GĀZES PĒDAS VENERAS ATMOSFĒRĀ, KAS KĀRTĒJO REIZI UZJUNDĪJA CILVĒCES ALKAS ATRAST DZĪVĪBU ĀRPUS ZEMES. TOMĒR NEVAR TEIKT, KA JAUNUMU NAV. IR, UN DAŽI NO TIEM PAT ĻOTI AIZRAUJOŠI.

SARŪSĒJUSĀIS MĒNESS

Apskatu sāksim ar Zemei tuvu objektu – Mēnesi. Analizējot Indijas Kosmosa izpētes organizācijas (ISRO) zondes *Chandrayaan-1* datus,

Havaju salu Universitātes pētnieka Šuai Lī (*Shuai Li*) vadītā zinātnieku grupa atklāja, ka uz Mēness virsmas ir atrodams hematīts. Šis minerāls veidojas,

dzelzij reaģējot ar skābekli un ūdeni. Lai arī Zemes dabiskā pavadoņa virsma ir nosēta ar dzelzi saturošiem iežiem, šķidrums ūdens un skābeklis tur nav sastopams.

Seklā zibējošana Jupitera atmosfērā
NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS, G. Eichstädt, H. N. Becker, K. Kuramira

Tomēr nevar teikt, ka ūdens uz Mēness nav atrodamams vispār. Minētā Indijas zonde 2008. gadā, veidojot iezu karti, atklāja ūdens ledu Zemes pavadoņa polārajos krāteros, kur valda mūžīga nakts un līdz ar to stindzinošs aukstums, kas neļauj ledum izkust un iztvaikot. Interesanti, ka hematīta klātbūtnes spektrālās pēdas arī ir saistītas ar Mēness polārajiem reģioniem, turklāt pret Zemi vērstajā pusē hematīta signāls liecināja par augstāku minerāla koncentrāciju nekā Mēness neredzamajā pusē.

Hematīta veidošanos uz Mēness apgrūtinā Saules vējš, kas bombardē pavadoņa virsmu ar ūdeņraža joniem, kuri darbojas kā oksidēšanās procesa bremsētājs, jo iesaistītajiem reaģentiem piesaista elektronus. Zemi no ūdeņraža joniem sargā spēcīgais magnētiskais lauks. Kā hematīts uz Mēness var izveidoties? Atrisinājums meklējams Zemes magnētiskā lauka formā. Saules virzienā tas

MASA/Daniel Rutter



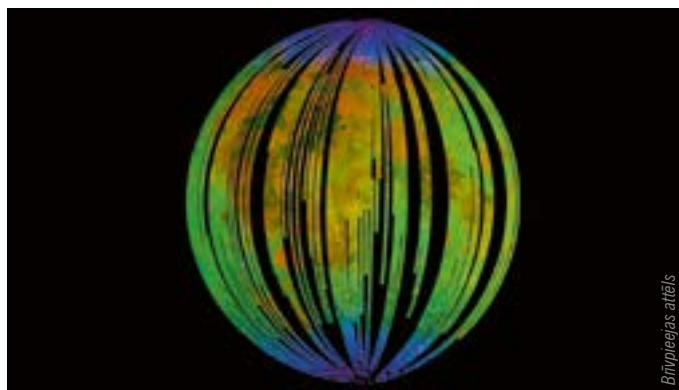
Lidojošā observatorija SOFIA un tās atklātās ūdens molekulas

ir saspīests, bet no spīdekļa prom vērstajā jeb nakts pusē magnētiskā lauka līnijas stiepjas tālu prom no planētas. Mēness ar zināmu regularitāti nonāk šajā zonā, un šajos periodos tā virsmu no ūdeņraža iedarbības aizsargā Zemes magnetosfēra,

radot labvēlīgus apstākļus hematīta izveidei.

Savukārt skābekļa avots ir mūsu planētas atmosfēra, no kuras šis elements lēnām plūst prom un, kā liecina Japānas zondes *Kaguya* dati, var sasniegt Mēness virsmu, virzoties pa magnetosfēras asti. Tā kā Zemes pavadoņi savulaik ir atradies tuvāk planētai, iespējams, ka tā virsmu ir sasniedzis lielāks skābekļa daudzums.

Trešā oksidēšanās sastāvdaļa ir ūdens, un ne velti hematīts augstākā koncentrācijā atrodams tuvāk polārajiem reģioniem, kur ir ūdens ledus. Zinātnieki spriež, ka putekļu daļiņas, saduroties ar ledu, izsīst no krāteriem ūdens molekulas, sajaucot tās ar Mēness regolīta dzelzi saturošajiem minerāliem. Mikrosadursmēs



Britniejas attēls

Chandrayaan-1 veiktā Mēness apskate infrasarkanajā diapazonā. Ar zilu parādīts ūdens, ar oranžu – minerāls piroksēns

rodas karstums, kas veicina oksidēšanās procesus.

2020. gada oktobrī tika publiskoti lidojošās observatorijas SOFIA iegūtie dati, kas liecina, ka niecīgos daudzumos ūdens molekulas atrodas arī Saules apspīdētajos apgabalos. Klāvija krāterī, kas ir viens no lielākajiem Mēness redzamās puses krāteriem, ūdens molekulu koncentrācija svārstās no 100 līdz 412 ppm. Protams, tas ir ārkārtīgi niecīgs daudzums. Piemēram, Sahāras tuksnesī ūdens koncentrācija ir vismaz 100 reižu lielāka. Ūdens klātbūtne polārajos krāteros ir salīdzinoši viegli izskaidrojama, turpretī vielas esamība Saules apspīdētajos apgabalos rada daudz jautājumu.

60 GRAMI ASTEROĪDA

Ne mazāk interesanti notikumi 2020. gadā norisinājās asteroīda Bennu apkaimē. 2016. gadā startējušais NASA kosmiskais aparāts OSIRIS-REx asteroīdu 101955 Bennu sasniedza 2018. gada

decembrī un turpmākos divus gadus pavadīja, kartējot aptuveni 500 metru lielā objekta virsmu, lai 2020. gada oktobrī varētu veikt īpašu manevru – pietuvoties asteroīda virsmai un paņemt iežu paraugus, kurus pēc tam plānots nogādāt uz Zemi.

Parauga paņemšana 2020. gada 20. oktobrī notikusi veiksmīgi, un sākotnējā datu analīze liecina, ka ir izdevies savākt vairāk nekā minimāli plānotos 60 gramus. Lai arī šis manevrs viennozīmīgi uzskatāms par misijas kulmināciju, zonde gandrīz divus gadus ir palīdzējusi zinātniekiem labāk izprast konkrēto asteroīdu, kas pieder pie Zemei tuvu objektu (NEO) grupas.

Bennu ir B tipa asteroīds, kas ietilpst C tipa asteroīdu apakšgrupā. Tas satur daudz oglekļa, un tāpēc tā virsma atstaro tikai 4% no saņemtās gaismas. OSIRIS-REx misijas laikā ir izdevies noskaidrot, ka asteroīds ir ļoti primitīvs. Uz virsmas konstatēti

ūdeni un organiskās vielas saturoši ieži, kas liek cerēt, ka tie būs atrodami arī savāktajā paraugā. Parauga savākšanas vietas detalizēta izpēte ir devusi vēl kādu pārsteigumu. Lakstīgalas (*Nightingale*) krāteris ir salīdzinoši jauns veidojums. Tajā savāktie iežu paraugi varētu būt salīdzinoši īsu laiku mijiedarbojušies ar Saules vēju un kosmisko vidi, kas tos vērš vēl interesantākus.

2020. gada septembrī tika paziņots, ka uz Bennu virsmas ir atrasti gaišāki bluķi, kuru minerālu sastāvs norāda, ka tie varētu būt asteroīda Vestas fragmenti. Visticamāk, tie sākotnēji nokļuvuši uz Bennu priekšteča – daudz lielāka asteroīda, kas atradies asteroīdu joslā starp Marsu un Jupiteru. Priekštecim sadaloties, iespējams, pēc sadursmes, Bennu izveidojās no atlūzām, un daļa asteroīda Vestas fragmentu tādējādi nokļuva uz jaunveidotā asteroīda virsmas.

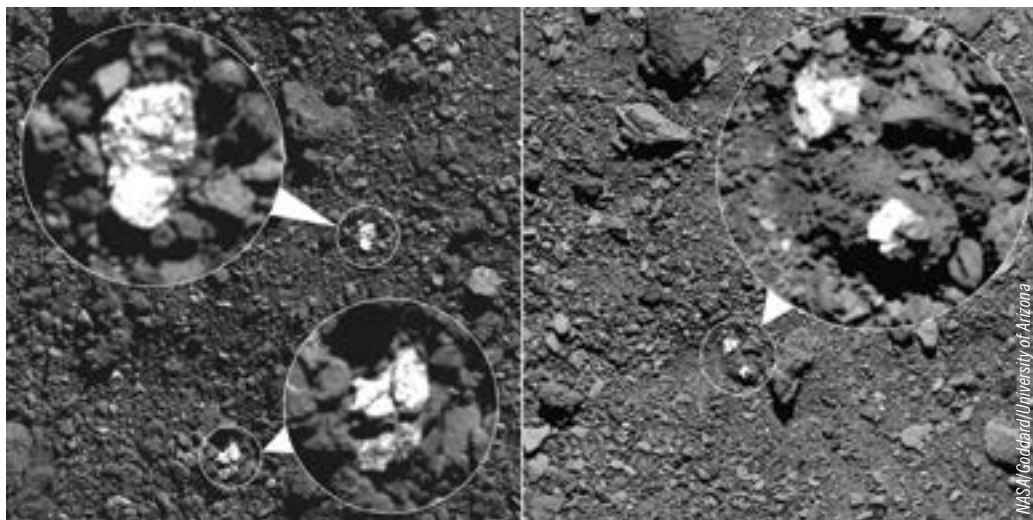
JUNO MISIJA TURPINĀS

Savu ceļojumu apkārt Jupiteram turpina kosmiskais aparāts *JUNO*. Tā datu analīze 2020. gada sākumā palīdzēja precizēt ūdens daudzumu Jupitera atmosfērā, kas veido aptuveni 0,25% no atmosfēras masas. Šī informācija ir svarīga, lai precizētu milzu planētas rašanās detaļas, kā arī palīdzēs labāk izprast tās meteoroloģiju.

JUNO zinātnisko instrumentu dati nav plašākai publikai saistoši un vizuāli



Asteroīda Bennu virsmu gandrīz viscaur klāj dažādu lielumu klintsbluķi



Gaišie akmeņi uz Benu virsmas, domājams, nākuši no asteroīda Vesta

pievilcīgi, bet to nevar teikt par joprojām lielu interesi izraisošajiem, ar *JunoCam* iegūtajiem attēliem. Entuziasti turpina izvirzīt interesantākos objektus jaunām fotosesijām un apstrādāt izejmateriālus, radot skaistus un vienlaikus zinātniski vērtīgus attēlus, kā, piemēram, Taņas Oļeksjukas (*Oleksiuk*) apstrādātais attēls, kurā redzama divu lielu vētru saplūšana netālu no Jupitera otra lielākā anticiklona – Ovāla AB. Apmēram mēnesi iepriekš šīs divas vētras jau bija tuvojušās viena otrai, bet tad attālinājušās. Lielākajai vētrai zinātnieki sekoja vairākus gadus, un jau iepriekš bija izdevies novērot šīs vētras apvienošanos ar citām, mazākām struktūrām.

2020. gada augustā *JUNO* misijas rezultātu analīze atklāja neparastus procesus gāzu milža atmosfērā. Uz Zemes zibens izlādes esam pieraduši redzēt atmosfēras

slānī, kur ūdens sastopams visos trijos agregātstāvokļos. Jupitera gadījumā tas nozīmētu, ka negaisiem un ar tiem saistītajām zibens izlādēm būtu jāveidojas apmēram 40–60 kilometru zem mākoņu virskārtas. Šā tipa zibeņošana ir novērota agrāko misiju laikā. Savukārt *JUNO*, veicot pārlidojumus pār planētas nakts pusi, gāzu milža atmosfērā atklāja “seklo zibeņošanu”. Šīs izlādes novērotas augstu atmosfērā, kur temperatūra pazeminās zem $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tas nozīmē, ka šķidrums ūdens šajos slāņos nevar pastāvēt, bet, pateicoties amonjaka klātbūtnei, kas darbojas kā antifrīzs, veidojas ūdens-amonjaka mākoņi. Šā maisījuma pilieni līst lejup atmosfērā un mijiedarbojas ar augšup planējošajiem ūdens ledus kristāliem, uzlādējot mākoņus.

Pilieni, kuros ir divas trešdaļas ūdens un viena trešdaļa amonjaka, kļūst par

Jupitera krusas graudu aizmetņiem. Tiem nonākot dziļāk planētas atmosfērā, ap pilieniem sāk veidoties ledus slānis, kas kļūst arvien biežāks. Augšupejošās plūsmas nespēj pacelt šos smagos graudus augšup. Vēl dziļākos slāņos, kur temperatūra sasniedz $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ un vairāk, ūdens ledus slānis izkūst. Visbeidzot ūdens-amonjaka piliens iztvaiko. Šis process, kā uzskata zinātnieki, varētu izskaidrot, kādēļ nedz ūdens, nedz amonjaks Jupitera atmosfēras augšējos slāņos nav sastopams augstā koncentrācijā.

NEKĀDU CITPLANĒTIEŠŪ PILSĒTU!

Lai arī NASA *Dawn* misija ir noslēgusies pirms vairāk nekā diviem gadiem, datu analīze turpinās. Viens no nervus kutinošākajiem mirkljiem *Dawn* lidojumā bija tuvošanās pundurplanētai



Divu lielu vētru saplūšana netālu no Jupitera otra lielākā anticiklona – Ovāla AB



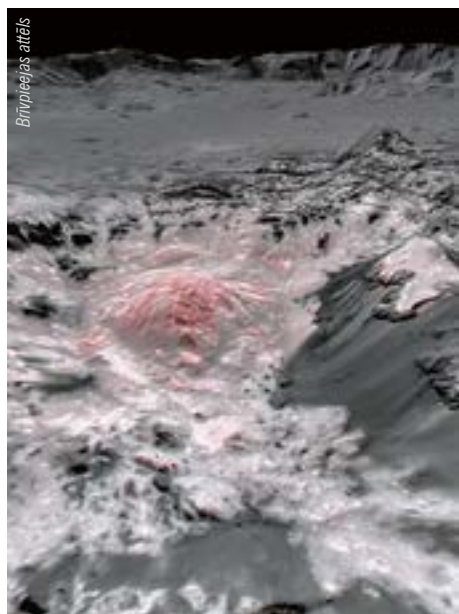
Pētnieki domā, ka mazie gaišie mākoņi ir negaisa zonu virsotnes, seklo zibeņu veidošanās vieta

Cererai, kas atrodas asteroīdu joslā starp Marsu un Jupiteru. Fotoattēlos bija pamanāmi ļoti spilgti, balti plankumi. NASA nelaida garām iespēju piesaistīt šai misijai plašāku publikas interesi un izveidoja aptauju, kurā katrs interesents varēja nobalsot par kādu no balto plankumu izcelsmes versijām, tika piedāvāti gan parasti ģeoloģiski veidojumi, gan eksotiskas idejas, piemēram, labi apgaismota citplanētiešu pilsēta.

Kad *Dawn* jau bija pielidojusi pietiekami tuvu Cererai, cerības uz citplanētiešiem sabruka, un atlika tikai precizēt ģeoloģisko veidojumu izcelsmi. Tie izrādījās sāļu izgulsnējumi. Vēlāk noskaidroja, ka šādi objekti ir arī citos Cereras apgabalos, ne tikai Okatora krāterī, kur bija atrodami lielākie nātrija karbonāta izgulsnējumi. Misijas noslēgumā *Dawn* nolidoja garām pundurplanētas virsmai 22 kilometru attālumā, iegūstot

vērtīgu papildu informāciju par sāļiem Okatora krāterī.

Domājams, ka zem Cereras virsmas ir ar sālsūdeni bagāts ūdens rezervuārs, kas ir vismaz 40 kilometru dziļš un simtiem kilometru plats. Fakts, ka šie izgulsnējumi ir tik gaiši, norāda, ka veidojumi ir ļoti jauni. Daži pauguri ir jaunāki par diviem miljoniem gadu, un, kā uzskata projektā iesaistītie zinātnieki, sāļu izgulsnējumu veidošanās process notiek joprojām. Par to liecina ūdens klātbūtne šajos veidojumos, jo uz Cereras virsmas sāļi mazāk nekā 100 gadu laikā zaudē piesaistīto ūdeni. Taču saskaņā ar *Dawn* datiem atsevišķās vietās sāļi joprojām satur ūdeni, tāpat uz pundurplanētas virsmas tie ir izplūduši nesēn. 🌪



Gaišie apgabali Okatora krāterī uz Cereras redzamajā infrasarkanajā diapazonā

Zvaigžņotās Debess 250 numuros

LASĪTĀJ! TAVĀS
ROKĀS IR
ZVAIGŽŅOTĀS DEBESS
250. NUMURS!
JUBILEJAS REIZĒ
ATSKATĪSIMIES, KĀ
LĪDZ AR ŽURNĀLU
DZIMA UN ATTĪSTĪJĀS
PRIEKŠSTATI PAR
JAUDĪGAJIEM
STAROTĀJIEM –
KVAZĀRIEM.

Šis ir *Zvaigžņotās Debess* jubilejas izdevums. Par to, lai 62 gadu garumā taptu 250 žurnāla numuri, ir rūpējušies daudzi cilvēki. Milzīgs paldies viņiem! Par žurnāla pirmsākumiem un vēsturi iespējams izlasīt, piemēram, 2008. gada rudens un

2018. gada rudens numuros. Visi žurnāla laidieni līdz pat 2018. gada vasarai atrodami Latvijas Universitātes e-rezursu repozitorijā (<https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1171>). Taču šoreiz palūkosimies uz žurnāla vēsturi citā rakursā. *Zvaigžņotā Debess* ir attīstījusies un

mainījusies gan formas, gan satura ziņā, taču nemainīgs bijis princips informēt lasītājus par astronomijas jaunākajiem sasniegumiem. Šajā rakstā atskatīsimies, kā laika gaitā mainījušies zinātnes priekšstati par aktīvajām galaktikām – kvazāriem – un kā tie atspoguļoti žurnālā.



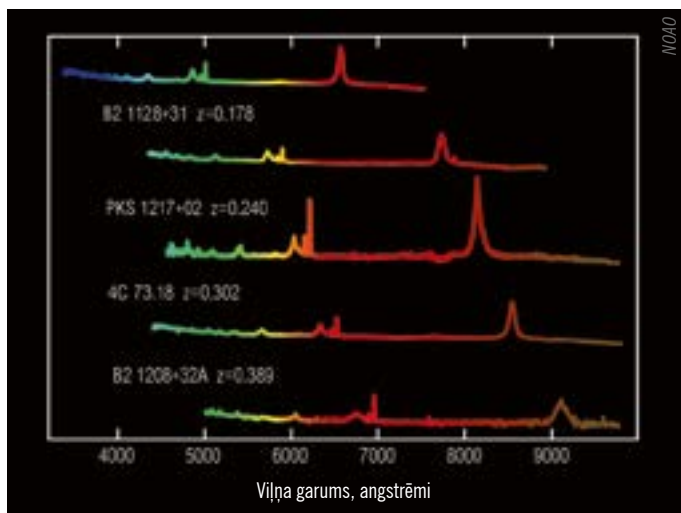
PIRMĀS ZINAS PAR RADIOZVAIGZNĒM

Kvazāri Zvaigžņotajā

Debess pirmo reizi pieminēti 1961. gada rudenī, kad U. Dzērvītis raksta par radiozvaigzni 3C 48, kuru izdevies nofotografēt arī ar Palomara kalna observatorijas piecu metru teleskopu un kurai ir ļoti īpatnējs spektrs, kurā nav ūdeņraža spektrālīniju, toties ir intensīvas neitrālā un jonizētā hēlija līnijas. Minēts arī, ka objektu ietver vājš, spīdošs mākonis. Radionovērojumos kvazāru 3C 48 atklāja 1960. gadā, un tajā pašā gadā ieraudzīja tā optisko sastāvdaļu, taču tikai krietni vēlāk izdevās apstiprināt, ka spīdošais mākonis patiesībā ir galaktika, kas apņem kvazāru un atrodas tādā pašā attālumā kā radioavots. Nākamā norāde ir 1962. gada rudenī, kad A. Alksnis raksta, ka aizklāšana ar Mēnesi palīdzēja precizēt radioavota 3C 212 (kas patiesībā ir kvazārs) koordinātas. Šajā laikā ne Latvijas, ne pasaules astronomiem vēl nebija priekšstata, kas tie patiesībā ir par objektiem. Domāja, ka tās ir tuvas zvaigznes, kas staro arī radiodiapazonā.

Turpmākie notikumi norisinājās ļoti strauji. 1959. gadā bija publicēts un 1962. gadā papildināts Kembridžas radioavotu katalogs 3C. Astronomi intensīvi meklēja radioavotu optiskās komponentes. 1964. gada ziemā I. Zīlītis raksta: "Radio un optiskie pētījumi parādīja, ka šie radioavoti jāuzskata par ārkārtīgi tālām galaktikām."

SĀKUMĀ NE LATVIJAS, NE PASAULES ASTRONOMIEM VĒL NEBIJA PRIEKŠSTATA, KAS PATIESĪBĀ IR KVAZĀRI. DOMĀJA, KA TĀS IR TUVAS ZVAIGZNES



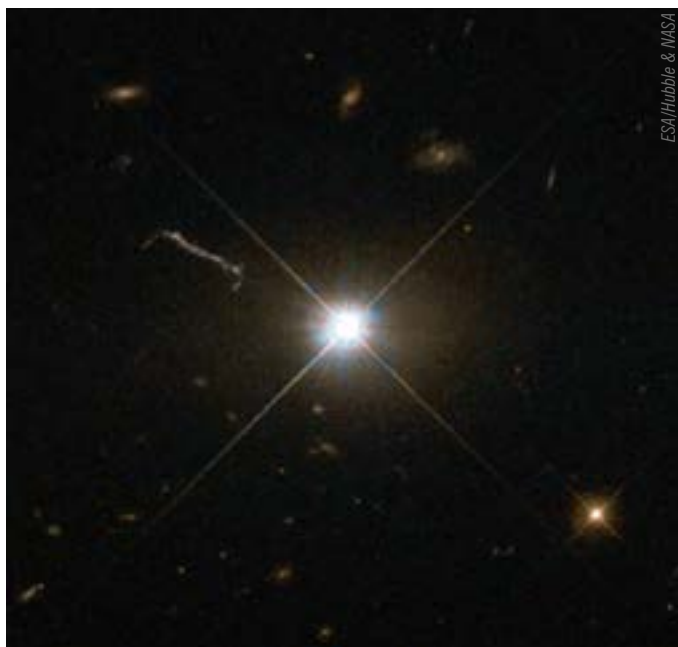
Jo tālāks kvazārs (lielāka sarkanā nobīde z), jo spektrālīnijas pārvietojušās tālāk uz spektra sarkano pusi

Nesenie pētījumi Palomāra kalna observatorijā liecināja, ka objekta 3C-273 (kurš ir spožākais no minētajiem) spektrā regulāri novietotās emisijas līnijas pieder ūdeņraža Balmera sērijas līnijām. Līnijas nobīdītas tālu uz spektra sarkano galu. Šāda milzīga sarkanā nobīde, kas rāda, ka objekts attālinās no mums apmēram ar gaismas ātruma sestdaļu, liek domāt, ka šis radioavots ir nevis zvaigzne, bet ļoti tāla galaktika. (..) Patiesībā šo galaktiku redzamā gaisma ir ultravioletie stari. Redzamās gaismas spektrs šīm galaktikām sarkanās nobīdes dēļ pilnīgi pārbīdīts infrasarkanajā spektra daļā. Galaktiku milzīgā attāluma dēļ tās redzamas tādas, kādas tās bijušas vairākus miljardus gadu atpakaļ. Novērojumi rāda, ka šo galaktiku spožums ir ļoti liels, bet izmēri mazi. (..) Zināmas

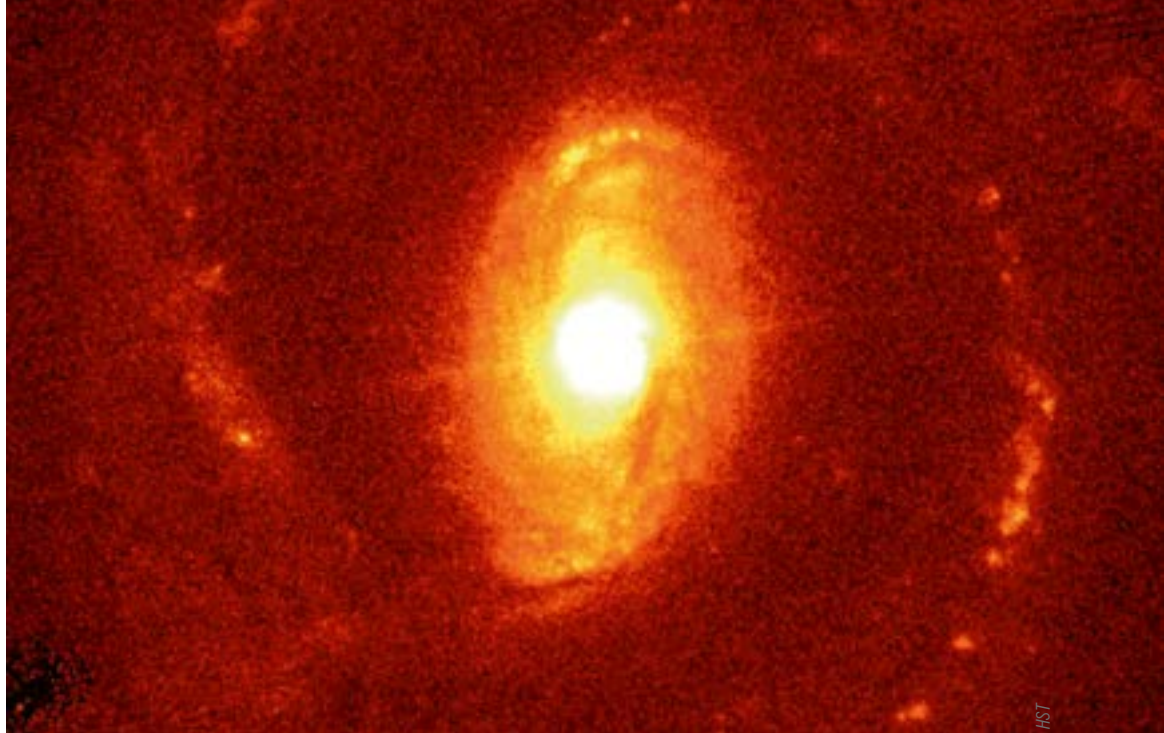
neskaidrības radījuši daži pētījumi, kas it kā apstiprina nelielas objekta 3C-273 neregulāras optiskā spožuma maiņas.

Ja objekts 3C-273 ir galaktika, tad tādas spožuma maiņas grūti izskaidrojamas.”

Kvazārs 3C 273 tika atklāts 1959. gadā kā pats pirmais. 1963. gadā nīderlandiešu astronoms Mārtens Šmits, kurš strādāja ASV, ar 5 metru teleskopu identificēja kvazāra optisko komponenti un pēc tās spektra secināja, ka ūdeņraža spektrālīnijas ir nobīdītas uz spektra sarkano galu par 16%. Viena iespēja bija, ka tas ir atsevišķs, salīdzinoši tuvs objekts, kas fantastiski strauji attālinās (47 000 km/s), taču tā nevarēja izskaidrot tā spēcīgo radioviļņu starojumu. Otrs skaidrojums, kas turpmāk izrādījās pareizs, bija – tā ir tāla galaktika, kas piedalās Visuma izplešanās procesā. Attālums līdz 3C 273 ir 2,4 miljardi



Kvazārs 3C 273 Habla teleskopa attēlā. Pa kreisi redzama no tā izviesiētā gāzu strūkļa



Kvazārs (centrā) un tā saimniegalaktika Habla kosmiskā teleskopa uzņēmumā

gaismas gadu. Pēc kvazāra spožuma izmaiņām secināja, ka starojums nāk nevis no visas galaktikas, bet no apgabala, kura izmēri ir mazāki par vienu gaismas gadu. Turpmākajos pāris gados vēl vairākiem kvazāriem konstatēja ļoti lielu sarkano nobīdi. Sākumā zinātniskā sabiedrība šo ideju uzņēma skeptiski.

VARBŪT TĀS IR SUPERZVAIGZNES?

Plašāk par superzvaigznēm 1964. gada rudenī ziņoja A. Balklavs. Viņš raksta par sensāciju – intensīvais radiostarojums nāk no apgabala, kura izmēri ir mazāki par dažām gaismas nedēļām, un piemin, ka starojums ir sinhrotrons, to rada relatīvistiskie elektroni, kas kustas ar lielu ātrumu un bremzējas magnētiskajā laukā. “Līdz ar

to kļuva skaidrs, ka Visumā bezgalīgajos plašumos atklāti kvalitatīvi jauni objekti – milzīgi zvaigžņveidīgi veidojumi, kuru masas ir miljoniem reižu lielākas par Saules masu. Gigantiskie objekti ieguva atbilstošu nosaukumu – superzvaigznes. (...) Superzvaigžņu ārkārtīgi spēcīgais radio un optiskais starojums jau pats par sevi vedināja uz domām saistīt ar tām neskaidro jautājumu par radiogalaktiku starojuma enerģijas avotu. Varbūt tieši superzvaigznes ir radiogalaktiku noslēpumainie kodoli un to kolosāli intensīvo procesu cēloņi, kuru gaitā pasaules telpā tik izšķērdīgi tiek izstaroti fantastiski enerģijas daudzumi?”

Ļoti intensīvais kvazāra radiostarojums nāk no salīdzinoši neliela telpas apgabala. Kā to izskaidrot?

Te izdarīts pareizs minējums, ka kvazāriem un radiogalaktiku aktīvajiem kodoliem ir kopīga fizikālā daba. Tālāk A. Balklavs apraksta tobrīd izteikto un vēlāk atmesto ideju, ka kvazāra starojumu rada milzīga kosmiskā ķermeņa – superzvaigznes – eksplozija, kas notikusi pirms vairākiem desmitiem vai simtiem tūkstošu gadu. Tajā pašā laikā te jau tiek minēts melnā cauruma gravitācijas rādiuss, kas turpmāk izrādījās atslēga uz kvazāru mīklas atminējumu: “Eksplozijas laikā superzvaigznes ārējie slāņi – tās gāzu apvalks tiek aizsviests projām ar ātrumu ap 1000 km sek. Superzvaigznes iekšējās daļas – tās kodols, atbrīvojies no milzīgiem enerģijas daudzumiem, sāk sarauzties. Saraušanās notiek ļoti strauji, t. i., tai ir katastrofāls

KVAZĀRS SPĪD SPOŽĀK PAR LIELU GALAKTIKU JEB KĀ 100 TŪKSTOŠI MILJARDU SAUĻU!

raksturs. Šī kolapsveidīgā saraušanās procesa rezultātā izdalās milzīgi gravitācijas enerģijas daudzumi un kodola rādiusa izmēri tuvojas t. s. gravitācijas rādiusam.”

A. Balklavs turpina: “Kā redzējām, veikti tikai pirmie apņēmīgi un gūtas tikai pirmās atziņas. Uz to pamata izveidojies pirmais priekšstats par superzvaigznēm un to lomu radiogalaktilu enerģētiskajos procesos. Šis priekšstats, droši vien, vāji atspoguļo īstenību, un tālākie pētījumi liks to pamatīgi izmainīt un papildināt. Par to nav jābrīnās, jo superzvaigznes ir jauni zinātnes objekti. Vēl 1962. gadā par to eksistenci neviens nebija ne jausmas. (...) Novērotājiem un teorētiķiem būs vēl daudz jāstrādā, lai galīgi izprastu superzvaigžņu parādību – vienu no grandiozākajām un komplicētākajām parādībām Visumā. Bet pirmie veiksmīgie soļi, kas sperti šajā virzienā tik neilgā laika sprīdī, neļauj šaubīties par iznākumu. Superzvaigžņu mīkla tiks atminēta!”

Vārdu “kvazārs” 1965. gada ziemas numurā pirmais pieņēma A. Alksnis, aprakstot Visuma tālākos objektus. Viņš ziņo, ka ir atklāts kvazārs 3C 9, kas attālinās ar ātrumu 240 tūkstoši km/s,

un tā attālums ir 8 miljardi gaismas gadu. Angļu vārds *quasar* ir saīsinājums no *quasi-stellar object* (kva-zi-zvaigžņveida objekts), jo optiskajā diapazonā kvazāri bija punktveida objekti, tos nevarēja atšķirt no zvaigznēm, vienīgi kvazāriem reizēm bija redzamas izvīstas gāzu strūklas.

1966. gada ziemā A. Alksnis rakstīja par amerikāņu astronoma Haltona Arpa viedokli, ka, iespējams, daudzi kvazāri nemaz nav kosmoloģiski tāli objekti, bet lielo sarkano nobīdi varētu izskaidrot ar ārkārtīgi spēcīgu gravitācijas lauku vai strauju vielas kustību. H. Arps neticēja Lielā Sprādziena teorijai un tam, ka Visums izplešas. Ideju par kvazāriem kā tuviem objektiem ilgstoši atbalstīja arī stacionārā Visuma teorijas piekritēji – angļu astronoms Freds Hoils un britu-amerikāņu astronome Mārgareta Bērbidža.

KVAZĀRI TOMĒR IR TĀLI OBJEKTI

Taču astronomijā turpināja krāties fakti par ļoti tāliem lielas starjaudas objektiem. 1966. gada vasarā A. Balklavs rakstīja par kvazāriem līdzīgiem tāliem un lielas starjaudas zvaigžņveida objektiem (*blue starlike objects*), kas intensīvi izstaro zilo gaismu un ultravioleto

starojumu un kuru bija ievērojami vairāk nekā kvazāru (tobrīd bija zināmi apmēram 40 kvazāri). Vēlāk noskaidrojās, ka tie ir “radioklusie” kvazāri, kas raيدا maz radioviļņu. Mūsdienās zināms, ka “radioskaļie” kvazāri veido tikai 10% no visiem kvazāriem. Pavisam atklāti vairāk nekā 500 tūkstoši kvazāru.

Kvazāri bija objekti ar pašu lielāko zināmo starjaudu, apmēram 10^{40} vati. Tā kā sākumā astronomiem bija grūti noticēt, ka intensīvais kvazāru starojums, kas ir apmēram 100 tūkstoši miljardu



ESO/M. Kornmesser, CC BY 4.0

Supermasīva melnā cauruma akrēcijas disks un izvīstās gāzu strūkļas mākslinieka skatījumā

reižu spēcīgāks nekā Saulei, rodas nelielā telpas apgabalā (to, ka apgabals ir neliels, var secināt no samērā straujās kvazāru spožuma maiņas), kura izmēri ir kā Orta mākonim Saules sistēmā (ap 100 000 astronomisko vienību), tad tika izvirzītas idejas, ka spožuma maiņu izraisa ārēji cēloņi, piemēram, putekļu mākonis, kas aizklāj kvazāru. Par to 1968. gada pavasara numurā raksta A. Alksnis.

20. gadsimta septiņdesmito gadu sākumā kļuva skaidrs, ka kvazāru lielā sarkanā

nobīde viennozīmīgi saistāma ar to lielo attālumu (A. Balkava raksts 1973. gada rudens numurā) un ka miglainie “plankumi” ap kvazāriem ir par tiem daudz vājāk spīdošās galaktikas, kurās kvazāri atrodas, proti, kvazāri ir galaktiku kodoli. Tad bija novērtēta arī kvazāru masa – no miljona līdz miljardam Saules masu.

“MELNĀS BEDRES” KVAZĀRU CENTRĀ

1972. gada pavasarī A. Balklavs raksta par jaunu hipotēzi, kas varētu

izskaidrot kvazāru spēcīgo starojumu: “Vairums pētnieku sliecas uz domām, ka kvazāru starojuma pamatcēlonis ir matērijas kolapss, t. i., gravitācijas enerģijas transformācija starojuma enerģijas veidos. (..) Izrādās, ka šādā sistēmā apmēram 42% no kolapsā aizrautās masas var pārvērsties starojuma enerģijā. Tik liels “lietderības koeficients” nepiemita nevienam citam līdz šim analizētam gravitācijas kolapsa gadījumam, tādēļ ļoti vilinoši ir pieņemt, ka kvazāru un dažu aktīvu galaktiku kodoli ir šādas



kolapsējošas “melnās bedres”, kas uzsūc kosmiskos putekļus un gāzi un izdala daļu enerģijas starojuma veidā. Tā kā starojuma enerģija izdalās “melno bedru” tiešā tuvumā, tad tās blīvums var būt tik liels, ka starojuma spiediens spēj atsviest atpakaļ daļu no “melno bedru” aptverošajiem un uz tām krītošiem putekļu mākoņiem, radot novērotājiem īstu eksplozijas ilūziju.”

Melnos caurumus

A. Balklavs šeit nosaucis par melnajām bedrēm. Savā ziņā pareizi, jo tos var uzlūkot kā gravitācijas potenciāla bedres, tomēr vēlāk latviešu valodā iegājās nosaukums “melna caurums”. Anglisko terminu *black hole* 1968. gadā sāka aktīvi lietot amerikāņu fiziķis Džons Vilers pēc tam, kad kāds students bija izmantojis šo vārdu salikumam. Te minēta pareizā hipotēze, kaut arī nav vēl aprakstīts akrēcijas disks – materiāls, kas pa spirāli krīt supermasīvā melnajā caurumā, ap to izveido akrēcijas disku, kurā vielas daļiņas sakarst berzes dēļ, un notiek gravitācijas potenciālās enerģijas pāreja siltumenerģijā un starojumā. Pats melnais caurums neko neizstaro, intensīvais starojums nāk no akrēcijas diska dažu tūkstošu astronomisko vienību diametrā. Pēc mūsdienu aprēķiniem, šā starojuma mehānisma “lietderības koeficients” ir 6–32%. Zvaigznēs notiekošo kodolreakciju “lietderība” ir daudz mazāka, tikai 0,7%. Ideju par akrēcijas disku ap lielas masas melno

TIKAI 20. GADSIMTA ASTONĒSMITO GADU VIDŪ MELNĀ CAURUMA AKRĒCIJAS DISKA MODELIS KĻUVA PAR VISPĀRPIEŅEMTU KVAZĀRA UZBŪVES SKAIDROJUMU

caurumu kā kvazāra enerģijas avotu neatkarīgi viens no otra 1964. gadā izteica austriešu izcelsmes amerikāņu astrofiziķis Edvīns Salpeters un padomju fiziķis Jakovs Zeļdovičs.

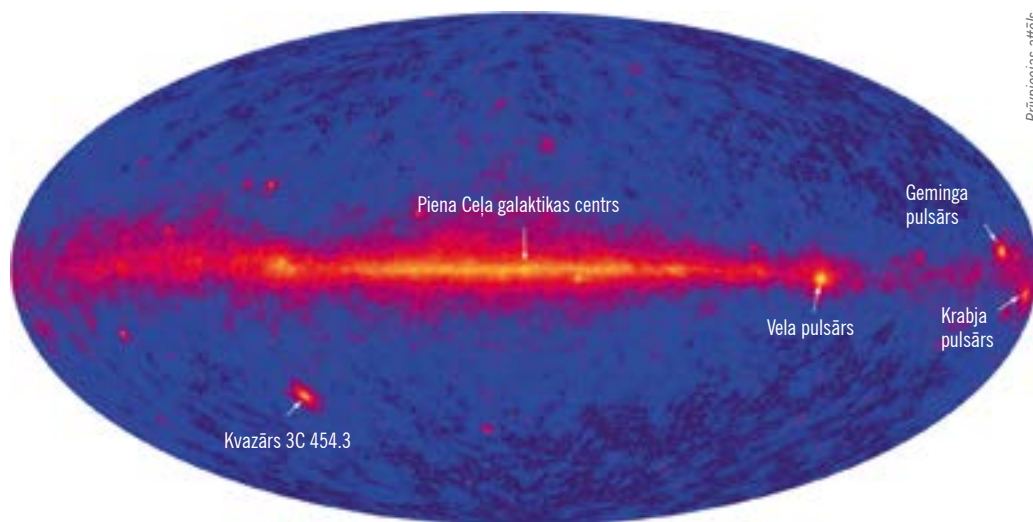
Tomēr līdz vienprātībai zinātnieku vidē bija jāpagaida. Tika izvirzīti arī citi kvazāru darbības skaidrojumi. 1979. gada pavasarī plašā rakstā *Jaunākās atziņas par kvazāru dabu* A. Balklavs apraksta melnā cauruma hipotēzi un tagad jau aizmirstu ideju par magnetoīdu: “Magnetoīda hipotēzes būtība īsumā ir šāda. Miljardiem zvaigžņu, kas ietilpst galaktikas sastāvā, evolūcijas gaitā izsviež starpzvaigžņu telpā gāzes un putekļu daļiņas, kuras galaktikas gravitācijas lauka ietekmē saplūst tās centrā. Apmēram 100 miljonu gadu laikā šī procesa rezultātā galaktikas centrā jārodas milzīgam ķermenim, kura masa ir vairāki desmiti vai simti Saules masu. Šis ķermenis būs apveltīts ar sākotnēju magnētisko lauku un rotāciju. Gravitācijas dēļ tas pakāpeniski saraušies. Ķermenim saraujoties, tā rotācija paātrinās un magnētiskais lauks pastiprinās. Magnētiskajam

laukam kļūstot arvien stiprākam, tas arvien spēcīgāk ietekmē plazmas kustību un sāk “spēlēt arvien lielāku lomu” rotācijas un citu kustības enerģiju transformācijā netermiskās dabas starojuma enerģijā, relatīvistisku daļiņu enerģijā, plazmas masu izvirzīdumu, sprādzienu u. c. enerģijas formās, ar ko arī raksturīga kvazāru aktivitāte.

Magnētiskais lauks un rotācija kā stabilizējoši faktori, protams, nav spējīgi pilnīgi novērst gravitācijas kolapsu, taču šie faktori to palēnina, nodrošinot enerģijas izdalīšanos ilgu laika posmu – 10^5 – 10^6 gadus; bez magnētiskā lauka un rotācijas šī saraušanās būtu ļoti strauja – beigtos dažos desmitos gadu. Kvazāra starojuma un citu aktivitātes formu galvenais enerģijas avots tādā gadījumā nav kodolenerģijas izdalīšanās, bet gan gravitācijas enerģijas izdalīšanās, kas notiek, magnetoīdam lēni saraujoties.”

KVAZĀRU MĪKLA ATMINĒTA!

Kvazārs ir tikai viena stadija galaktikas dzīvē. Supermasīvs melnais caurums ir gandrīz katras lielas galaktikas centrā, taču, kad melnā cauruma apkaimē izbeidzas



3C 454.3 ir kvazārs ar vislielāko zināmo starjaudu, kas ir 300 tūkstoši miljardu Saules starjaudu. Tas izstaro radioviļņus, sarkano gaismu un gamma starojumu. Šeit tas redzams Fermi gamma teleskopa objektu kartē

gāzes un putekļu krājumi, kvazāra aktivitāte pierimst. Arī mūsu Galaktikas centrā ir supermasīvs melnais caurums, taču tā starjaua ir neliela. 1985. gada pavasarī A. Balklavs raksta: “Pēdējā laikā, pamatojoties uz vispusīgu kā novērojumu datu, tā teorētiskos pētījumos iegūto rezultātu analīzi, ir izdevies samērā labi sasaistīt vienkopus visus plašos materiālus par kvazāru fenomenu un iezīmēt kādu vismaz pagaidām no būtiskām pretrunām un nesaskaņām brīvu šīs parādības izpratnes shēmu. Pēc tās kvazāri nav nekas cits kā sevišķas, pastiprinātas parasto galaktiku kodolu aktivitātes stadija, kuras cēlonis ir intensīva apkārtējās vielas akrēcija uz galaktikas kodolu, domājams, masīvu melno caurumu. Kvazāri atrodas kosmoloģiskos attālumos un ir

saistīti galvenokārt ar jaunām galaktikām, ar to veidošanās pirmsākumiem, kad galaktikas vai pat protogalaktikas vēl ir bagātas ar starpzvaigžņu gāzes krājumiem, ko vēlāk ievērojami paplicina un iztukšo intensīvi norisošais zvaigžņu veidošanās process.

Brīvā starpzvaigžņu gāze akrēcijas procesam ļauj norisināties sevišķi intensīvi un zināmu laiku, kā rāda melno caurumu ciešā tuvumā notiekošo parādību pētījumi, pilnīgi var nodrošināt tā milzīgā enerģijas daudzuma ģenerēšanu, kādu prasa uz šā pieņēmuma balstītā novērojumu datu interpretācija. Tāpēc arī redzam daudz kvazāru ar sarkanās nobīdes vērtībām 2–3 to spektros, kas tād ir tāli, daudzu miljardu gaismas gadu attālumā esoši, un līdz ar to jauni objekti. Taču šāds milzīgs starojums

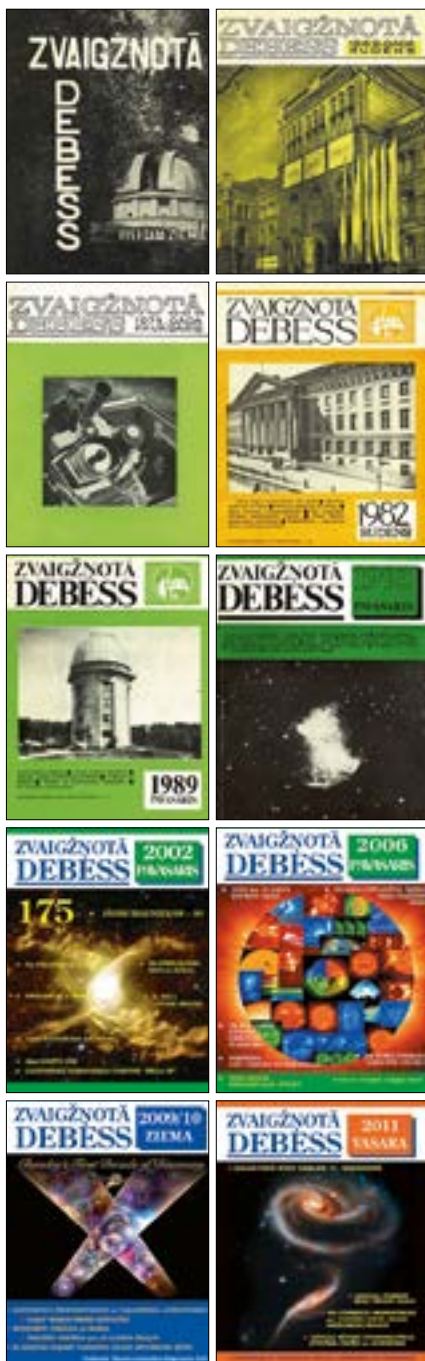
nevar ģenerēties ilgi. Izsikstot starpzvaigžņu gāzes krājumiem melnā cauruma tuvumā, akrēcijas process norisinās arvien mazāk intensīvi, un izstarotās enerģijas daudzums samazinās. Kvazāri dziest un pakāpeniski, līdz ar starpzvaigžņu gāzes kondensēšanos zvaigznēs, pārvēršas par parastām galaktikām.”

Tikai 20. gadsimta astoņdesmito gadu vidū melnā cauruma akrēcijas diska modelis kļuva par vispārpieņemtu. Var teikt, ka ar šo brīdi kvazāru mīkla bija atrisināta un A. Balklava 1964. gada paredzējums piepildījās. Žurnāls *Zvaigžņotā Debess* turpināja regulāri rakstīt par kvazāru izpēti jaunumiem un jauniem attāluma rekordiem. Pēdējais materiāls publicēts 2018. gada vasaras numurā, kurā K. Švarcs sniedz plašu pārskatu par kvazāriem. 🦋

TESTS

SAGATAVOJIS MĀRTIŅŠ GILLS

Pārlapo Zvaigžņoto Debess!



Cik labi pārzini *Zvaigžņotās Debess* saturu un astronomijas attīstību? Jubilejas (250.) numuram esam sagatavojuši testu. Atbildi uz šiem jautājumiem! Pareizās atbildes publicētas šā numura 64. lappusē.

1. Kurā gadā iznāca pirmais numurs?

- a) 1957
- b) 1958
- c) 1961
- d) 1968

2. Kurā gadā uz *Zvaigžņotās Debess* vāka bija šāds attēls?



- a) 1959
- b) 1960
- c) 1961
- d) 1962

3. No kura *Zvaigžņotās Debess* numura ir ņemts citāts: "Visā lidojuma laikā

es ražīgi strādāju saskaņā ar programmu. Lidojumā es uzņemu barību, ūdeni, uzturēju nepārtrauktus radiosakarus ar Zemi pa vairākiem kanāliem gan telefona, gan telegrāfa režīmā."

- a) 1961 rudens
- b) 1968 pavasaris
- c) 1972/1973 ziema
- d) 1980 vasara

4. Kurš bija pirmais *Zvaigžņotās Debess* veidotājs un atbildīgais redaktors?

- a) Arturs Balklavs
- b) Matīss Dīriķis
- c) Jānis Klētnieks
- d) Jānis Ikaunieks

5. Kurā gadā uz *Zvaigžņotās Debess* vāka bija šāds attēls?



- a) 1969
- b) 1973
- c) 1976
- d) 1979

6. No kura *Zvaigžņotās Debess* numura ir šis citāts: "Venēras virsma radiolokācijas signālus atstaro labāk nekā Mēness virsma. Tas norāda, ka tās virsma sastāv no blīvākiem iezīmiem un ir gludāka par Mēness virsmu. Tomēr ne visi Venēras virsmas apgabali radiosignālus atstaro vienādi. Konstatēti vairāki rajoni, no kuriem noraidītie signāli atstarojas savādāk nekā no blakus apgabaliem. Tam par iemeslu acīmredzot ir šo rajonu ļoti nelīdzens, resp., kalnainais reljefs."

- a) 1959 ziema
- b) 1962 pavasaris
- c) 1969 rudens
- d) 1978 vasara

7. Kurā gadā *Zvaigžņotā Debess* kļuva pilnīgi krāsains izdevums?

- a) 2000
- b) 2002
- c) 2004
- d) 2006

8. Kurā gadā uz *Zvaigžņotās Debess* vāka bija šāds attēls?

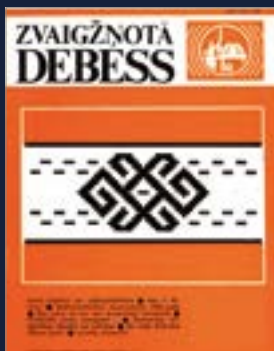


- a) 1979/1980
- b) 1981/1982
- c) 1983/1984
- d) 1986/1988

9. No kura *Zvaigžņotās Debess* numura ir šis citāts: "25 gadus pēc pilotējamā lidojuma, kas vēlāk tika nosaukts par "sekmīgu neveiksmi", top filma, kas ir uzskatāma par "finansiālu veiksmi". Runa ir par Holivudas kinoindustrijas produktu "Apollo-13."

- a) 1988 vasara
- b) 1994/1995 ziema
- c) 1996 pavasaris
- d) 1999 rudens

10. Kurā gadā uz *Zvaigžņotās Debess* vāka bija šāds attēls?



- a) 1990
- b) 1992
- c) 1994
- d) 1996

11. No kura *Zvaigžņotās Debess* numura ir šis citāts: "Ar š. g. 1. aprīli visās Padomju Savienības laika joslās, pagriežot pulksteņu rādītājus par 1 stundu uz priekšu, stājas spēkā t. s.

vasaras laiks. Vasaras laiku gan nevaram uzskatīt par nebijušu jaunumu. To izmantoja padomju valstī jau divdesmitajos gados. Tikai pēc tam, kad 1930. gada vasaras sākumā pulksteņu rādītājus pagriezta par stundu uz priekšu, tos atpakaļ vairs nepārvietoja ne tā gada rudenī, ne arī pēc tam. Tā radās laika skaitīšanas sistēma, ko saucam par dekrēta laiku."

- a) 1981 pavasaris
- b) 1983 pavasaris
- c) 1985 pavasaris
- d) 1987 pavasaris

12. No kura *Zvaigžņotās Debess* numura ir šis citāts: "Nosakot ULAS J0034-00 spožumu optiskajos, tuvo un vidējo infrasarkanā viļņu garumos, kā ar izpētīt divus tā infrasarkanos spektrus, sākumā minētās grupas dalībnieki pārliecinājušies, ka šis brūnais punduris patiešām ir vēl aukstāks par jebkuru citu līdz šim zināmo T spektra klases punduri. Tā temperatūra ir zemāka par 700 K, bet iespējams, ir pat tikai kādi 600 K jeb 327 °C."

- a) 1982 pavasaris
- b) 1993 rudens
- c) 2001/2002 ziema
- d) 2008 vasara



Bioreaktors ar domu par KOSMOSU

LAI NOSKAIDROTU, KĀDI IR LATVIJAS ZINĀTNIĒKU PLĀNI IZVEIDOT BIOLOĢISKĀS ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTAS, KAS PIEMĒROTAS IZMANTOŠANAI KOSMOSA MISIJĀS, AUTORS VIESOJĀS RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES LABORATORIJU MĀJĀ ĶĪPSALĀ.

ARĪ KOSMOSĀ RODAS ATKRITUMI

Šobrīd Starptautiskās kosmosa stacijas (ISS) apkalpei un retajiem viesiem ir lieliska iespēja dzert ūdeni, kas vairākas reizes ir bijis kāda komandas biedra un arī paša urīna vai sviedru sastāvā.

ISS 90% patērētā ūdens un 40% patērētā skābekļa ir atkārtoti izmantotie resursi. Ūdens tiek attīrīts un izmantots dzeršanai vai skābekļa ražošanai, savukārt no ūdeņraža, kas rodas skābekļa ražošanas procesā, atkal iegūst ūdeni. Tas notiek īpašā

procesā, kurā ūdeņradis un gaisā esošā ogļskābā gāze veido ūdeni un metānu. Ūdeni patur, metānu izmet kosmosā.

Šie procesi ir ķīmiski un mehāniski, patērē daudz enerģijas, nav efektīvi, un vispār liela daļa atkritumu netiek pārstrādāti. Piemēram, tualetē

apstrādā tikai urīnu. Arī attīrot izlietoto ūdeni, neliela daļa ūdens tomēr nonāk atkritumos, ļoti koncentrētu nevajadzīgo vielu šķīdumu veidā. Visus pārpalikumus, ko nepārstrādā, savāc un uzglabā, līdz ISS pieslēgsies vienreiz izmantojamais apgādes kravas kuģis. Pirms šīs kravas kuģis atslēdzas no stacijas, lai dotos pretim savam ugunīgam galam Zemes atmosfērā, tajā ielādē nepārstrādājamus atkritumus, un arī tie sadeg.

EIROPA IR LĪDERIS KOSMISKO BIOĻOĢISKO ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTU IZSTRĀDĒ

Iedomājieties, ka pilnīgi visus atkritumus, kas rodas kosmosā, varētu pārstrādāt, lai no tiem iegūtu ūdeni, gaisu un pārtiku. Tas nozīmētu, ka visus resursus, kas reiz nonākuši kosmosā (lieki piebilst, ka kravu nogādāšana kosmosā ir ļoti dārga),

MĒRĶIS IR RADĪT BIOĻOĢISKU, NOSLĒGTU UN PAŠPIETIEKAMU SISTĒMU, KAS VEIKTU VISU KOSMISKO ATKRITUMU PĀRSTRĀDI UN RAŽOTU ŪDENI, SKĀBEKLI UN PĀRTIKU

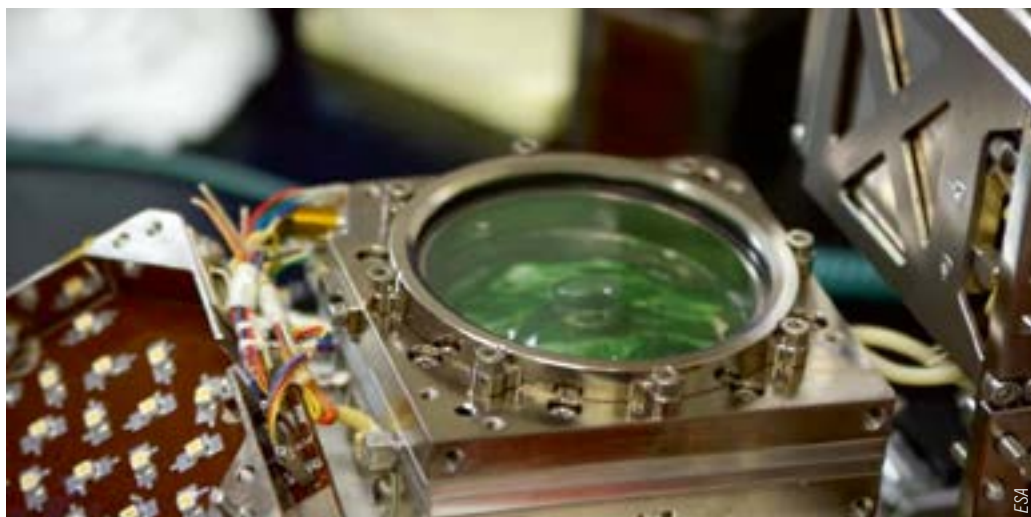
varētu izmantot bezgalīgi ilgi. Protams, veicot pārstrādi.

Un ja pārstrāde būtu iespējama bioloģiskā, nevis ķīmiskā ceļā! Tas ļautu pamatīgi ietaupīt uz ISS apgādes rēķina, un nākotnes misijas uz Marsu un tālāk kosmosā padarītu daudz reālākas. Arī tepat uz Mēness, kur var ieviest tādu pārstrādes procesu, kāds šobrīd ir ISS, nākamā pārstrādes pakāpe ļautu dzīvot lētāk un arī drošāk, būtu mazāk atkarīga no piegādēm no Zemes.

Eiropas kosmosa aģentūrai ir tieši tāds mērķis – radīt bioloģisku, noslēgtu

un pašpietiekamu sistēmu, kas veiktu visu kosmisko atkritumu pārstrādi un ražotu ūdeni, skābekli un pārtiku. Turklāt spētu to darīt arī tad, ja “kaut kas noiet greizi”. Proti, sistēmai jāspēj atjaunot darbību īsā laikā, pat ja notikusi tās avārija.

Šādas sistēmas jeb, kā to mēdz saukt zinātnieki, funkcionālās ekoloģijas izstrāde jau 30 gadus notiek ESA paspārnē. Projekta nosaukums ir MELiSSA. Projekta svarīgākie kritēriji ir: masa, enerģijas patēriņš, efektivitāte, drošība, apkalpošanai



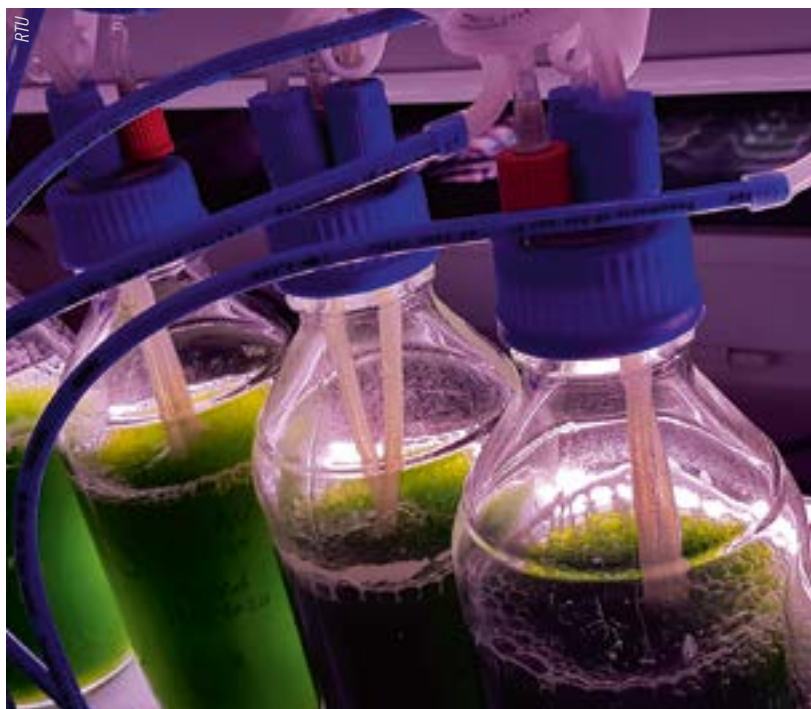
ARTEMIS bioreaktors, kas MELiSSA projektā vairākas nedēļas darbojās Starptautiskajā kosmosa stacijā

nepieciešamais laika patēriņš. Šobrīd lielai daļai MELISSA procesu izveidoti demonstrācijas risinājumi, kas sekmiīgi darbojas uz Zemes. Vairāki veiksmīgi eksperimenti veikti uz ISS borta. Piemēram, ar ARTEMISS bioreaktoru ražoja skābekļa un uztura bagātinātāju, izmantojot zilaļģes jeb cianobaktērijas *Arthrospira sp.*

RTU PĒTA AĻĢES

Lielāko daļu funkcionālās ekosistēmas veidos, izmantojot baktērijas, jo tās labi tiek galā ar oglekļa un slāpekļa pārstrādi. Tomēr ir uzdevumi, kurus tās nevar paveikt, piemēram, skābekļa un pārtikas ražošana. Tad talkā nāk aļģes, un tieši tās ir viens no izpētes objektiem RTU Ūdens pētniecības un vides biotehnoloģiju laboratorijā. Šobrīd gan pētījums nav saistīts ar kosmosu, darbi notiek, izpildot Latvijas Zinātnes padomes grantu *Komunālo notekūdeņu pēcattīrīšana ar cikliskas darbības fotobioreaktora tehnoloģiju* (LZP-2019/1-0271).

Komunālo notekūdeņu pēcattīrīšanai plānots izmantot aļģes. Kaut arī šobrīd galvenais pētniecības virziens saistīts ar nelielu attīrīšanas iekārtu izveidi, problēmas ir līdzīgas kā kosmosā. No notekūdeņiem nepieciešams atdalīt vērtīgos ķīmiskos elementus, piemēram, fosforu, kas ūdenstilpēs izraisa pastiprinātu aļģu augšanu. Tajā pašā laikā fosfors ir svarīgs kultūraugu mēslojums. Paredzams, ka ap



RTU Ūdens pētniecības un vides biotehnoloģiju laboratorijā notiek eksperimenti ar aļģēm

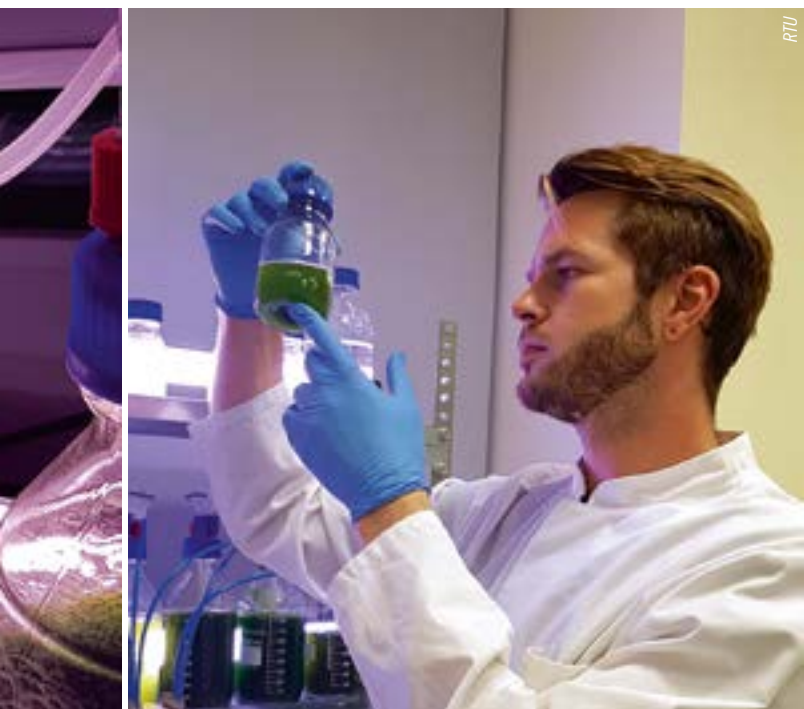
KAUT ARĪ ŠOBRĪD RTU LABORATORIJĀ AĻĢU IZMANTOŠANA SAISTĪTA TIKAI AR NELIELU ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTU IZVEIDI, PROBLĒMAS IR LĪDZĪGAS KĀ KOSMOSĀ

2050. gadu pasaulē būs nopietns fosfora minerālmēslojuma deficīts, jo fosforu iegūst tikai dažās valstīs; tas ir viens no resursiem, kas izsīkst.

RTU sadarbība ar MELISSA projektu sākās, kad projekta vadītājs Kristofs Lasērs (*Lasseur*) 2019. gadā viesojās RTU un izklāstīja savu projektu. RTU viņu iepazīstināja ar savu darbību. Turpmāk stāsta RTU Ūdens pētniecības

un vides biotehnoloģiju laboratorijas pētnieks un doktorantūras students Aigars Lavrinovičs, kurš 2019. gadā piedalījās MELISSA rīkotā doktorantūras skolā:

“Viens no nosacījumiem šādos projektos ir radītās sistēmas efektivitāte un, protams, izmērs. Nepieciešams panākt, lai vajadzīgie bioloģiskie procesi notiek ātrāk un mazākā tilpumā. Arī mūsu



Aigars Lavrinovičs veic pētījumus RTU Ūdens pētniecības un vides biotehnoloģiju laboratorijā

pētījuma mērķis ir panākt, lai aļģes ātrāk apēd notekūdeņos esošo fosforu. Tātad faktiski mūsu un MELiSSA projekta mērķi sakrīt. Fosfora savākšanas procesu var paātrināt, aļģes badinot. Kādu laiku tās tur "fosfora badā", tad, aļģēm nonākot ar fosforu bagātīgā vidē, process norit ļoti ātri. Šobrīd mēs veicam tieši šādus pētījumus, meklējam pareizos apstākļus un pareizo aļģu sugu, lai sasniegtu lielāku efektivitāti.

Mēs jau vienreiz Eiropas Kosmosa aģentūrā iesniedzām pētījumu projekta pieteikumu. Taču MELiSSA projektā fosfora pētījumi pagaidām nav aktuāli, mūsu rezultāti varētu būt noderīgi apmēram pēc

pieciem gadiem. Daļēji tāpēc pieteikums nebija veiksmīgs. Otrs iemesls bija tas, ka mūsu pētījums ir tikai sākuma stadijā, proti, ir veikts neliels eksperimentu skaits. Bet mēs plānojam atkārtoti iesniegt MELiSSA pētījumu projekta pieteikumu un iegūt finansējumu tieši kosmosa pielietojuma izpētei.

Latvijas Zinātnes padomes projektā izpēte ir sākuma fāzē, un darbs notiek, vienkārši sakot, burkāns. Nesen zinātniskajā publikācijā ziņojām par pirmajiem rezultātiem, kā dažādi aļģu badināšanas periodi ietekmē fosfora apēšanas ātrumu. Nākamais pētījums ir par to, kā dažādas aļģu sugas reaģē uz badināšanu.

Pētījumu mērķis ir atrast aļģu sugu ar iespējami mazāku badināšanas laiku, jo kosmosā nav racionāli badināt aļģes nedēļu vai divas. Šobrīd apskatām sešas potenciālās aļģu sugas. Barības vielu trūkuma apstākļos aļģes pastiprināti ražo vērtīgās vielas – lipīdus, olbaltumvielas, cukurus. Tātad, pareizi badinot aļģes, tās var efektīvi izmantot šo vielu ieguvei.

Nākotnē, iespējams, pievērsīsimies arī spirulīnu jeb zilaļģu badināšanas pētījumiem, jo tās spēj dzīvot arī sārmainā vidē un ražot vērtīgu biomasu. Tieši zilaļģēm arī Latvijas apstākļos ir komerciāls potenciāls uztura bagātinātāju ražošanā. Mūsu kolēģe Kristīne Vegere jau ir izveidojusi jaunuzņēmumu *SpirulinaNord*, kas ražo uztura bagātinātājus no aļģēm.

Varētu domāt – kas gan tur liels, paņemam piemērotu aļģu sugu, ievietojam bioreaktorā, apgaismojam, un kosmisko bioloģisko atkritumu jautājums atrisināts! Tomēr procesiem ir ierobežojumi, kas apgrūtinā šādu metožu izmantošanu. Piemēram, attīrāmajā ūdenī procesa beigās aļģu biomasa ir tikai apmēram viens procents, pārējais ir ūdens, kas aizņem daudz vietas, un biomasa no ūdens ir jāatdala. Tas ir energoietilpīgs process. Arī biomasas ražošana prasa enerģiju, jo aļģu augšanai ir vajadzīgi noteikti apstākļi, gan temperatūra, gan apgaismojums. Tāpēc – pētījumi turpinās!" 🦋

Nevienādību pierādīšana, atdalot pilno kvadrātu

Skolas kursā galvenais uzsvars tiek likts uz nevienādību (lineāras, kvadrātnevienādības, daļveida nevienādības, trigonometriskās, logaritmiskās, eksponentnevienādības) risināšanu, bet matemātikas olimpiādēs nevienādības pārsvarā ir jāpierāda. Svarīgi ir saprast atšķirību starp nevienādību risināšanu un pierādīšanu. Atrisināt nevienādību nozīmē atrast visus tās atrisinājumus un pierādīt, ka citu atrisinājumu nav, bet pierādīt nevienādību ar vienu vai vairākiem mainīgajiem nozīmē pamatot, ka nevienādība ir patiesa ar jebkurām pieļaujamajām mainīgo vērtībām. Bieži vien nevienādības pierāda, izmantojot ekvivalentus pārveidojumus. Tādējādi iegūst nevienādību, kuras patiesums ir viegli noskaidrojams ar elementāru spriedumu palīdzību.

Biežāk lietotie ekvivalentie pārveidojumi:

- izteiksmi aizstāj ar tai identisku izteiksmi;
- nevienādības abām pusēm pieskaita vienu un to pašu skaitli vai izteiksmi, kas nemaina nevienādības definīcijas kopu;
- nevienādības abas puses reizina vai dala ar vienu un to pašu pozitīvu skaitli (vai izteiksmi, kas ir pozitīva visām mainīgo vērtībām);
- nevienādības abas puses reizina vai dala ar vienu un to pašu negatīvu skaitli (vai izteiksmi, kas ir negatīva visām mainīgo vērtībām).

Latvijas līmeņa matemātikas olimpiādēs visbiežāk lietotā metode nevienādību pierādīšanai ir pilno kvadrātu atdalīšana. Metodes būtība ir prast saskatīt un izmantot saīsinātās reizināšanas formulas:

- $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$;
- $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$;
- $(a + b + c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2ac + 2bc$.

Pēc formulu lietošanas jāspriež par izteiksmes vērtību. Visbiežāk izmantotie spriedumi ir šādi:

- ja A ir algebriska izteiksme, tad $A^2 \geq 0$;
- ja A_1, A_2, \dots, A_n ir algebriskas izteiksmes, tad $A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2 \geq 0$;
- ja A_1, A_2, \dots, A_n ir algebriskas izteiksmes un c_1, c_2, \dots, c_n ir nenegatīvas izteiksmes, tad $c_1 A_1^2 + c_2 A_2^2 + \dots + c_n A_n^2 \geq 0$.

Piezīme. $A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2 = 0$ tad un tikai tad, ja $A_1 = A_2 = \dots = A_n = 0$.

UN TAGAD – UZDEVUMI!

Novada matemātikas olimpiāde, 9. klase, 2016./2017. mācību gads

1. Pierādīt, ka $9x^6 - x^3 + 1 > 0$ visiem reāliem x .

Novada matemātikas olimpiāde, 11. klase, 2016./2017. mācību gads

2. Pierādīt, ka $x^4 + 2x^3y + 2xy^3 + y^4 \geq 6x^2y^2$, ja x un y ir reāli pozitīvi skaitļi.

Valsts matemātikas olimpiāde, 12. klase, 2016./2017. mācību gads

3. Pierādīt, ka $\sqrt{x^2 + y^2} + (2 - \sqrt{2})\sqrt{xy} \geq x + y$, ja x un y ir reāli pozitīvi skaitļi.

MĀRTIŅŠ GILLS, autora foto

Pulksteņu pasaule KLAIPĒDĀ

Astronomijas ciešā saistība ar laika skaitīšanu ir vispārzināma un apļūkojama gan kosmoloģiskā skatījumā, gan kā Zemes rotācijas perioda saistība ar mūsu ikdienā lietojamo laika skaitīšanas sistēmu. Labs atskats uz cilvēces pūliņiem attēlot laika ritējumu dažādās situācijās ar dažādiem tehniskajiem un mākslinieciskajiem risinājumiem ir atrodams Klaipēdas centrālajā daļā, Pulksteņu muzejā.

Bijušās muižas ēkas vēsturiskajās telpās radušas mājvietu vairākas tematiski nodalītas ekspozīcijas zonas. Apmeklētājiem ir iespēja izsekot pulksteņu evolūcijai dažādos laika posmos, kā arī iepazīt pulksteņu veidus. Te ir simtiem eksponātu, kurus var izpētīt visās detaļās, ja vien mūsu rīcībā ir laiks – tas, ko mēra pulksteņi! Ja apmeklējuma diena ir saulaina, neaizmirstiet iziet arī pagalmā, tur ir vairāki darba kārtībā esoši saules pulksteņi. 🌞





Astronauts Rons Garans SKS Cupola modulī

Starptautiskās kosmosa stacijas “istabas”

TIKAI SĪKĀK IEPAŽĪSTOTIES AR VISIEM STARPTAUTISKĀS KOSMOSA STACIJAS MODUĻIEM, IESPĒJAMS SAPRAST, CIK KOMPLICĒTA INŽENIERBŪVE TĀ IR.

Astronauts Paolo Nespoli Starptautiskajā kosmosa stacijā (SKS) centās atrast savu komandas biedru Ronu Garanu. Viņš vai cāja japāņu astronautam un krievu kolēģiem, bet viņi nezināja, kur Rons ir. Beidzot viņš izdzirdēja gītāras skaņas,

kas nāca no kosmosa kuģa *Sojuz*. Rons te pavadīja savu brīvo laiku, spēlējot blūzus. Starptautiskā kosmosa stacija ir “izaugusi” tik liela, ka tajā tiešām var atrast nomaļus stūrīšus. Tās hermētiskais tilpums ir 916 kubikmetru. Ja pieņemam, ka “griestu” vidējais augstums ir trīs metri,

iegūstam ap 300 kvadrātmetriem lielu “platību”, kas atbilst plašai trīsstāvu mājai ar daudzām telpām. *Zvaigžņotās Debess* pagājušajā numurā rakstījām par stacijas tapšanas gaitu un turpmākajiem izmantošanas plāniem, tagad sīkāk iepazīsimies ar dažādajām stacijas “istabām”.

ZVEZDA

Moduļa *Zvezda* pamatstruktūra ar nosaukumu DOS-8 tika veidota 20. gadsimta astoņdesmitajos gados, kad tika plānota stacija *Mir-2*, līdz ar to modulis ir līdzīgs kosmosa stacijas *Mir* pamatblokam DOS-7. 1993. gadā nolēma to izmantot kā Krievijas daļu starptautiskajā stacijā. Tajā izvietoti Krievijas segmenta galvenie vadības un navigācijas datori. Tajā ir visas autonomai darbībai nepieciešamās iekārtas, dzinēji, degviela (N_2O_4 + nesimetriskais dimetilhidrazīns). Tieši *Zvezda* moduļa dzinēji ir galvenie SKS dzinēji, kas ir būtiski orbītas augstuma uzturēšanai. Tā saules baterijas dod 13,8 kW jaudu. Stacijas agrīnajos montāžas posmos tas bija galvenais bloks, vēlāk daļu funkciju pārņēma citas stacijas daļas. Modulī ir sava tualete, higiēnas sekcija, velotrenažieris. Tam ir 14 (!) iluminatori. Tas ir kritizēts kā pārāk skaļš, daži apkalpes locekļi tajā pat lietojuši ausu aizbāžņus.

Modulī ir sistēma *Elektron*, kas ar elektrolīzi no kondensētā mitruma un notekūdeņiem iegūst skābekli elpošanai (ūdeņradi izvada kosmosā). Dzeramo ūdeni piegādā no Zemes (2010. gadā *Zarjai* pieslēgtajā modulī *Rassvet* gan ir urīna reģenerācijas sistēma). *Elektron* sistēmu ir piemēklējušas tehniskas problēmas, tad tās vietā izmantoja rezerves sistēmu *Vika* jeb tā sauktās skābekļa sveces – litija perhlorātu



Modulis *Zvezda* no ārpusē un iekšpusē

saturošu maisījumu, kas gurdēšanas procesā izdala skābekli. Tieši šāda iekārta izraisīja ugunsgrēku stacijā *Mir* 1997. gada februārī. Papildus tam darbojas arī klasiska *Vozduh* sistēma, kas absorbē gaisā esošo ogļskābo gāzi.

ZARJA

Zarja modulis sākumā bija iecerēts kā *Mir* papildmodulis. Tā būve ilga no 1994. gada decembra līdz 1998. gada janvārim Hruničeva centrā

pie Maskavas. Tā priekštecis ir 20. gadsimta sešdesmito gadu beigās kosmisko aparātu konstruktora Vladimira Čelomeja birojā konstruēta TKS aparātu sērija, kuri bija paredzēti militāro *Almaz/Saļut* staciju apgādei. Tie sastāvēja no divām daļām, un viena no tām – FGB (funkcionālais kravas bloks) – arī kļuva par *Zarja* struktūras pamatu. Pati TKS sērija tā arī netika pilnībā izmantota, kā iecerēts, taču laikposmā no 1977. līdz



Modulis *Zarja*

1985. gadam notika četri li-
dojumi, trīs reizes saslēdzoties ar *Saļut* kosmosa stacijām. Uzskata, ka *Zarja* būvniecībā tika izmantoti arī agregāti no slepenās PSRS laika *Skif* orbitālo lāzeru programmas, kas tika pārtraukta pēc neveiksmīgā kosmiskā aparāta *Poļus* starta 1987. gadā.

Pie *Zarja* priekšējā saslēgšanās mezgla pastāvīgi ir pieslēgts PMA-1 adapters, kas to savieno ar mezglu *Unity*. *Zarja* modulim arī ir dzinēji un degviela, 16 ārējās tvertnēs ietilpst līdz pat sešām tonnām degvielas, bet pēc *Zvezda* pieslēgšanās pie *Zarja* aizmugures tie ir pilnībā atslēgti, degviela tiek izmantota *Zvezda* vajadzībām,

stacijas orbītas koriģēšanai. Saules baterijas ir sakļautā stāvoklī. Šis bloks tiek izmantots galvenokārt kā degvielas krātuve un noliktava.

POISK

Poisk ir neliels daudzfunkcionāls modulis, ar kuru var saslēgties gan *Progres*, gan *Sojuz* kosmosa kuģi. Tas kalpo arī kā slūžu kamera iziešanai atklātā kosmosā. Tieši pa šo moduli aktrises Sandras Bulokas tēlotā varone Alfonso Kuarona filmā *Gravitāte* iekļūva starptautiskajā stacijā.

UNITY

Līdzīgi *Zarja* modulim, arī šis bloks nav specializēta laboratorija. Tas ir centrālais

stacijas savienotājmezgls (*Node 1*), kas savieno Krievijas un ASV stacijas sektorus. Tas bija pirmais no plānotajiem trim savienojošajiem moduļiem. Caur *Unity* iet liels skaits dzīvības nodrošināšanas un vides apstākļu kontroles sistēmu kabeļu un cauruļu. Modulī instalēti 121 iekšējais un ārējais kabelis, elektrisko vadu kopgarums pārsniedz deviņus kilometrus. To būvēja firma *Boeing* Alabamā, Māršala kosmosa centrā. Moduļa korpusa veidots no alumīnija un nerūsējošā tērauda. Kā jau savienojošajam mezglam, tam ir seši savienošanās punkti.

SLŪŽU KAMERA QUEST

Slūžu kamera tapa *Boeing* Māršala kosmosa centrā. Konstruktīvi tas ir kosmoplāna *Space Shuttle* slūžu kameras uzlabots pēctecis.

Modulim ir divi nodalījumi – vienā daļā glabā skafandrus un citu aprīkojumu, no otra nodalījuma iziet kosmosā. Pirms šā bloka pievienošanas pie *Unity* 2001. gada vasarā darbi atklātā kosmosā varēja notikt tikai krievu *Orlan* skafandros, izejot kosmosā no *Zvezda* modulim piestiprinātā *Pirs* slūžu bloka, bet ar amerikāņu skafandriem EMU – tikai tad, kad pie stacijas bija pieslēdzies *Space Shuttle* kosmoplāns.

Slūžu kamera ir aprīkota ar divām ārējām skābekļa un divām ārējām slāpekļa tvertnēm. Te iespējams panākt zemāku slāpekļa saturu vidē, lai astronautu asinīs būtu zemāks slāpekļa



Slūžu kamera *Quest* no ārpuses un iekšpuses

saturs pirms iziešanas atklātā kosmosā. Šāda adaptācija – pārnakšņošana slūžu kamerā – pirmoreiz tika izmēģināta 2006. gada aprīlī, kad spiediens modulī tika samazināts no 1 atmosfēras līdz 0,69 atmosfērām. Kopš tā laika amerikāņiem tā ir ierasta prakse. Spiediens amerikāņu EMU skafandros ir 0,3 atmosfēras, *Orlan* tērpos – 0,4 atmosfēras.

DESTINY

Destiny modulis ir ASV galvenā laboratorija orbitā. Tas

arī ir pirmais ilgstoši apdzīvojamais ASV postenis orbitā kopš kosmosa stacijas *Skylab* ēras beigām. *Boeing* kompānija tā būvi sāka 1995. gadā. Atšķirībā no Krievijas lielajiem moduliem blokam nav ne savu dzinēju, ne degvielas. Eksperimenti un aparātūra tajā ir izvietoti standarta stāņos (*International Standard Payload Racks*). Sākumā bija pieci stāņi, tie bija paredzēti vides apstākļu nodrošināšanai, citus piegādāja vēlākos lidojumos. Kopumā modulī ir

24 stāņi. Arī *Destiny* modulī ir sistēma, kas absorbē gaisā esošo oglekļa gāzi, kā *Zvezda* blokā. Trešā šāda iekārta atrodas *Tranquility* savienotājmezglā (*Node 3*). Pirms pārvietošanas uz *Tranquility* šajā modulī atradās arī ūdens reģenerācijas sistēma, kas rada dzeramo un tehnisko ūdeni, tostarp no urīna.

Modulim ir 510 mm diametra iluminators no ļoti augstas kvalitātes stikla, caur kuru tiek veikti Zemes novērojumi. Tas aprīkots ar manuāli



Destiny modulis no ārpuses un iekšpuses



Japāņu *Kibo* modulis ar ārējo platformu

atveramu slēgi, lai brīžos, kad novērojumi netiek veikti, iluminatora materiāla kvalitāte nepasliktinātos mikrometeorītu un citu kosmosa apstākļu ietekmē. Iluminatoram piemontēts statnis ar Brazīlijā izgatavotu iekārtu, kas nodrošina to, lai Zemes virsmas, ziemeļblāzmas un citus novērojumus caur iluminatoru netraucētu paša moduļa iekšējo gaismu atspīdums no stikla, kā arī mitruma kondensāts. Tajā ir arī statīvi novērošanas kamerām. 2005. gadā NASA ar speciālu lēmumu piešķīra stacijas ASV segmentam nacionālās laboratorijas statusu.

KIBO

Modulis *Kibo* būvēts Japānā, Cukubas kosmosa centrā, Tokijas aglomerācijā. Tas ir lielākais un iespaidīgākais hermētiskais bloks. Moduļi uzstādīti 23 standarta statņi, no kuriem 10 ir paredzēti zinātniskiem eksperimentiem. Tam pievienota liela ārējā platforma *Exposed Facility* ar

daudziem instrumentiem. Uz platformas atrodas rentģenteskops, gamma starojuma un augstas enerģijas elektronu uztvērējs un kosmisko staru detektors. Japāņu moduļim ir sava, 10 metrus gara robotroka. Pašā moduļī izvietotas gan Japānas, gan ASV eksperimentālās iekārtas fizikāliem un bioloģiskiem pētījumiem.

COLUMBUS

Šo nosaukumu 20. gadsimta astoņdesmitajos gados atiecināja uz patstāvīgu Eiropas orbitālās stacijas projektu, uz kuru dotos *Hermes* kosmoplāni, taču projekts tika pārtraukts. Modulis ir izveidots Eiropā, būvēts *Thales Alenia Space* kompānijas ražotnē Itālijā (Turinā). Tā struktūra ir līdzīga šīs pašas kompānijas būvētajiem kravu pārvadāšanas moduļiem *Leonardo*, *Rafaello* un *Donatello*, no kuriem pēdējais kosmosā nav lidojis. Kravas moduļi *Leonardo* pievienoja SKS uz pastāvīgu palikšanu 2011. gadā.

Nozīmīgākie eksperimenti *Columbus* laboratorijā ir *Fluid Science Laboratory* šķidrumu un to plūsmu pētījumi mikrogravitācijas apstākļos, kā arī *Biolab*, ko izmanto daudzpusīgiem bioloģiskajiem pētījumiem, ieskaitot mikroorganismu un šūnu pētījumus. Moduļa ārpusē atrodas vairāki instrumenti, ievērojamākie ir teleskopi Saules pētījumiem un NASA eksperiments kosmosa vides iedarbības pētījumiem uz dažādiem materiāliem. 2021. gadā plānots palaist un moduļa ārpusē piemontēt ultrastabilu atompulkstenu (*Atomic Clock Ensemble in Space*), ko paredzēts izmantot gan metroloģijas vajadzībām, gan vispārīgās relativitātes un stīgu teorijas pētījumos.

CUPOLA MINIMODULIS

Cupola ir speciāls iluminatoru minimodulis 2,9 metru diametrā (sk. attēlu raksta ievadā), no kura paveras panorāmas skats. To izmanto gan Zemes novērojumiem, gan lai novērotu un vizuāli kontrolētu izešanu atklātā kosmosā. Tam ir liels centrālais iluminators 80 centimetru diametrā un seši trapeces formas iluminatori ap to. Kausēta kvarca un borosilikāta stiklam ir minimāls termiskās izplešanās koeficients, un tas sastāv no četriem slāņiem. Projekts tapa ASV jau 20. gadsimta astoņdesmito un deviņdesmito gadu mijā, taču galu galā šī stacijas komponente tika uzbūvēta Itālijā, kompānijas



Columbus modulis no ārpuses un iekšpuses

Thales Alenia Space ražotnē. Arī šā moduļa iluminatori ir aprīkoti ar slēģiem.

HARMONY

Harmony ir būtisks modulis, tas ir savienotājmezgls (Node 2), kas savieno moduli *Destiny* ar moduļiem *Kibo* un *Columbus*. Tam ir trīs brīvi pieslēgšanās mezgli, pie kuriem pieslēdzas kravas kuģi *Dragon* un *HTV*. Izmantojot *IDA (International Docking Adapter)* sistēmu, šeit pieslēdzas (pieslēgsies) arī ASV pilotējamie kosmosa kuģi *Crew Dragon* un *Boeing CST-100 Starliner*.

BEAM

BEAM (*Bigelow Expandable Activity Module*) ir kompānijas *Bigelow Aerospace* izveidots piepūšams modulis. Tā tilpums ir 16 kubikmetri. Šāds tehnisks risinājums jau tika teorētiski apspriests kosmonautikas agrīnajā vēsturē. Kopš 2016. gada maija, kad tas tika piepūsts, tas tiek

pārbaudīts praksē. BEAM moduli izmanto kā noliktavu. Pēc vairāk nekā četrus gadu ekspluatācijas ir atzīts, ka tas ļoti labi iztur kosmosa apstākļus. Tā izmantošanas termiņš pagarināts līdz 2028. gadam. 🦋

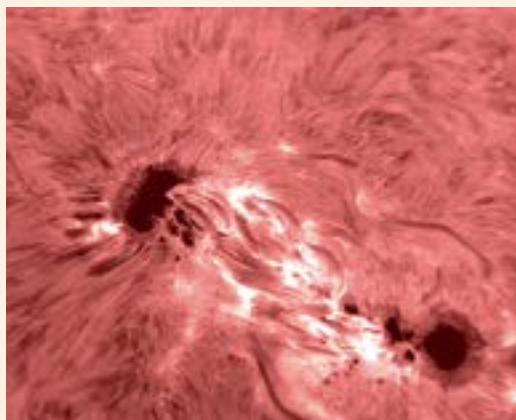
Skatiet [YouTube](#)

Raksta ievadā minētais video: With Apologies to Guitar Players & Music Lovers Everywhere. Ekskursija pa SKS astronautes Sunitas Viljamsas vadībā: ISS – International Space Station – Inside ISS – Tour – Q&A – HD.



Harmony moduļi ir četras guļamvietas

Saules virsmas detaļu fotografēšana



Saules plankumu grupa 2015. gada 24. augustā



Saules protuberance 2017. gada 19. oktobrī

Vladimira Odinokija foto

Astronomijas amatieris Vladimirs Odinokijs, kam pieder neliela privātā observatorija Rīgā un kura raksti vairākkārt publicēti *Zvaigžņotajā Debess* (*Amatieru 265 mm astrogrāfs*, 1987, vasara; *Mēness – amatiera astrogrāfa objektīvā*, 1988, pavasaris; *Slīpēšanas mašīna 400 mm optikai*, 1988, ziema; *400 mm parabolisks spogulis*, 1992, vasara; *Jauna amatieru observatorija Rīgā*, 2004, vasara), pēdējā laikā sācis fotografēt Sauli, izmantojot *Personal Solar Telescope* filtra bloku, kas piestiprināts pie *SkyWatcher* 100 mm diametra teleskopā. Filtrs laiž cauri gaismu tikai ūdeņraža H_{α} viļņa garumā

(656,3 nm, joslas platums ap 0,1 nm), caur to labi redzami veidojumi uz Saules virsmas un protuberances. Filtra bloks apvienojumā ar 40 mm teleskopu amatieriem labāk pazīstams kā *Coronado* Saules teleskops. Kāpēc Vladimirs Odinokijs izvēlējies 100 mm teleskopu? Tā iespējams iegūt augstākas izšķirtspējas attēlus, taču šāds diametrs ir tuvu robežai, jo teleskopā ienākošā gaismas plūsma spēcīgi sakarsē detaļas. Tomēr papildu filtrs pirms objektīva nav vajadzīgs. Ir pieejami ar H_{α} filtru saderīgi objektīva filtri, kas dod iespēju palielināt teleskopa diametru vēl vairāk, taču tie ir dārgi.

Sauli viņš novēro ar videokameru, filmējot kādas trīs minūtes un šajā laikā

uzņemot 5000 kadru. Tālāk apstrāde notiek ar datorprogrammām *Fire Capture 2.3* un *AviStack 2*. Video kadrus nodala atsevišķi, tiek veikta labāko kadru atlase un pēc tam – to savienošana (*stack*). Tiek iegūts kvalitatīvs Saules attēls, neraugoties uz to, ka atsevišķajos kadros Saules protuberanču attēli brīžiem ir miglaini un dreboši, jo Saules sasildītā Zemes atmosfēra dienā ir īpaši nemierīga. Iegūtie attēli ir melnbalti, tos var “izkrāsot” pēc saviem ieskatiem. Vēl Vladimirs Odinokijs savā observatorijā novēro zvaigznes ar paštaisīto 400 mm diametra teleskopu un fotografē Mēnesi, jo spožo objektu novērojumus Rīgas gaismas piesārņojums netraucē. 🌟

SAULES KOMPASS

Diezgan izplatīts, bet maldīgs ir priekšstats, ka klasiskais magnētiskais kompass nekļūdīgi norāda ziemeļu virzienu. Šādi var teikt tikai par atsevišķām vietām uz Zemes, piemēram, apgabalu, kas iet cauri Lielbritānijai, Francijas rietumiem un Spānijai, bet Latvijā jārēķinās ar ievērojamu novirzi, tā saukto magnētisko deklināciju, jo zemeslodes magnētiskais pols nesakrīt ar ģeogrāfisko. 2020. gada oktobrī magnētiskā adata Rīgā rādīja 8,2° uz austrumiem, Liepājā – 7,2°, Rēzeknē – 9,1°. Ne tikai atrašanās vieta nosaka magnētisko deklināciju, tā jūtami mainās laika gaitā, jo magnētiskais pols pārvietojas attiecībā pret ģeogrāfisko. Piemēram, pirms pieciem gadiem Rīgā magnētiskā deklinācija bija 7,3° uz austrumiem. Toties 1930. gadā Rīgā kompass precīzi rādīja uz ģeogrāfiskajiem ziemeļiem.

Lai arī mūsdienās mobilajās lietotnēs iespējams izmantot gana precīzu elektronisko magnētisko kompasu, jo telefonu operētājsistēmās ir iekļauts aptuvenš magnētiskās deklinācijas korekcijas modelis visai zemeslodei, tā pati mobilo telefonu pasaule ļauj noteikt ziemeļu virzienu arī pēc tīri astronomiskās metodes. *Android* operētājsistēmai pieejama bezmaksas lietotne *Solar Compass*, kas pēc Saules pozīcijas konkrētajā laikā un ģeogrāfiskajā vietā skaitliski un vizuāli parāda ziemeļu virzienu. Šīs lietotnes funkcionalitāte ir minimāla, bet atsevišķās situācijās, kad kādu iemeslu dēļ nevar izmantot magnētisko kompasu, tā var būt īpaši noderīga. 📍



JURIS SEŅŅIKOVS

Pegazs, Andromeda un meteors

Īpaši krāšņas zvaigžņotās debesis ir tur, kur ir mazs gaismas piesārņojums. Latvijā tādas vietas ar grūtībām, bet ir atrodamas. Vienā no tādām ir Rušona ezera krastā Latgalē, kur uzņemts šis attēls. Fotografija tapusi, vērojot Perseīdu meteoru plūsmu. Viena no Perseīdām redzama attēlā. Tajā var saskatīt arī vairākus pazīstamus zvaigznājus – Pegazu, Andromedu, Aunu, Zivis. Šie zvaigznāji redzami arī ziemā. Var samanīt Andromedas un Trijstūra galaktiku, kā arī vairākas zvaigžņu kopas. Debess zaļgano krāsu rada atmosfēras nakts spīdēšana.

Attēls uzņemts 2018. gada 12. augustā. Fotografēts ar *Nikon D750* spoguļkameru un *Samyang 24 mm f/1,4* objektīvu. Attēls kombinēts no pieciem uzņēmumiem, izmantojot programmu *DeepSkyStacker*. Katra attēla ekspozīcijas ilgums 15 sekundes.



Astronomijas tēma tēlnieka JĀŅA STRUPUĻA medaļās

LATVIJAS UNIVERSITĀTES AKADĒMISKĀ
CENTRA ZINĀTŅU MĀJĀ 2020. GADA
12. OKTOBRĪ TIKA ATKLĀTA IZSTĀDE
ASTRONOMIJAS TĒMA
JĀŅA STRUPUĻA MEDAĻĀS.

Tēlnieka Jāņa Strupuļa vārds ir zināms ne tikai mākslas pazinēju vidū, bet arī medicīnā, zinātnē, astronomijā, dažādu biedrību un muzeju aprindās. Tas ir fenomenāli! Tāpēc ne velti viņš nosaukts par renesanses laikmetam atbilstošu personību, jo spēj ļoti plašā amplitūdā redzēt, domāt un radīt. Viņš ir viens no retajiem latviešu māksliniekiem, kurš sevi pierādījis kā daudzpusīgu meistarību stājtēlniecībā, medaļu mākslā, numismatikā un grafikā, dizainā, arī glezniecībā, heraldikā. Būtiski pieminēt arī autora veikumu – piemiņas zīmes, cilņus

kultūrvēsturiskām personībām, kas rotā daudzus Rīgas namus. Tomēr visspilgtākais talants un radošuma dzirksts saistīts ar medaļu mākslu, jo tēlnieks ir vairāk nekā 800 medaļu un plakešu autors. Reti kurš ir tik radošs, čakls, pedantisks darba rūķis un aizrautīgs medaļu mākslas popularizētājs gan Latvijā, gan visā pasaulē. Pateicoties viņa neatlaidībai, joprojām darbojas 1989. gadā dibinātais Medaļu mākslas klubs, allaž viņa mudināti radīt, piedalīties ar jaunākajiem darbiem starptautiska mēroga izstādēs, mākslinieki gūst arī panākumus, jo Starptautiskās medaļu mākslas federācijas rīkotajās izstādēs

VINETA SKALBERGA,
Mg. art., Bauskas pils muzeja
izstāžu un ekspozīciju kuratore,
krājuma glabātāja

Sarmītes Līvānes foto



Mākslinieks Jānis Strupulis izstādes atklāšanā

eksponētā latviešu medaļu māksla tiek augstu vērtēta.

Jānis Strupulis zināms kā aktīvs latviešu medaļu mākslas izstāžu kurators, Baltijas medaļu triennāļu un starptautisku tēlniecības simpoziju rīkotājs. Bagātīgs ir tēlnieka mantojums, kas atrodas apmēram 60 Latvijas un ārzemju muzejos un prestižu monētu kabinetu kolekcijās Eiropā. Nelielu daļu no viņa medaļu mākslas var skatīt Latvijas Universitātes Muzeja veidotajā izstādē.

Renesanses laikmets iezīmēja sensacionālus atklājumus, strauju uzplaukumu astronomijas zinātnē. Gluži tāda pati atdzimšana notika mākslas pasaulē, iekustinot



dzīvīgumu tēlniecības, arī medaļu, mākslā, īpaši uzsvērot *rilievo* – reljefumu, trīsdimensionālītāti.

Medaļas specifika kā mazākā tēlniecības forma atļauj attēlot visdažādākās tēmas, personāžus un materiālu simbiozi. Vārds *medaļa* cēlies no latīņu valodas *metallum* (kas izgatavots no metāla), medaļa ir veltījums kādam svarīgam notikumam vai nozīmīgai personībai. Tās vēsturiskie aizmetņi, vizuālais tēls un vēstījums meklējami jau antīkajā kultūrā kā necila izmēra monētas. Gluži tāpat kā monētām, arī uz medaļām attiecas tie paši termini – averss, kas apzīmē medaļas priekšpusi, galveno daļu, un reverss – otra puse, kas papildina virspuses cilnī atlieto tēlojumu vai sniedz informatīvu dokumentālītāti. Mūsdienīgākā izpratnē profesionālās medaļas pirmsākumi rodami renesanses laikmetā,

14. gadsimta beigās un 15. gadsimta sākumā, Itālijā. Līdz ar politisku un reliģisku personu attēlojumiem parādījās dzejnieku, humānistu, filosofu un mākslinieku portretējumi.

Otra medaļu mākslā zināmā forma plakete, kas atšķirībā no medaļas apskatāma tikai no vienas puses, ar reljefu virspusē, arī ieguva popularitāti 15. gadsimta četrdesmitajos gados itāļu renesansē, bet manierisma laikā izplatījās visā Eiropā, īpašu popularitāti gūstot Francijā un Vācijā. Tās klasiskās formas lielākoties ir taisnstūra, apļveida vai ovāla, kas parasti labi "iegūla plaukstā". Gan medaļa, gan plakete vēsturiski bijušas cieši savā starpā saistītas medaļu mākslas formas, jo tika izmantotas kā apbalvojuma priekšmeti. Jānis Strupulis turpina arī šo tradīciju, izgatavojot medaļas – balvas.

Uzskatāms piemērs ir 2008. gadā bronzā atlietā Latvijas Zinātņu akadēmijas Artura Balklava-Grīnhofa balva par zinātnes popularizēšanu. Tomēr lielākā daļa mūsdienu mākslinieku medaļu mākslai kā mazai izteiksmes formai pievēršas jaunu eksperimentu, materiālu vai kompozīciju meklējumos, dažādu ideju skiču fiksējumam izmantojot nieerobežotu, brīvu interpretāciju.

Atskatoties pagātnē un reizē paveroties šodienā, saskatām paralēles. Tieši renesanses laikā portrets kā svarīgs žanrs un jaunu kompozicionālu māksliniecisko meklējumu risinājums ienāca Pizanello, Leona Batistas Alberti, Benvenuto Čellīni daiļradē ar izteiktu vēlmi atveidot personību, ne tikai attēlot cilvēka sejas pantus, lai tas būtu visiem atpazīstams. Tas ir arī viens no svarīgākajiem tēlnieka uzdevumiem, ko



profesionāli nevainojami at-
risina Jānis Strupulis. Te gri-
bu pieminēt smalko, nelielo
plaketi ar itāļu agrīnās re-
nesanses gleznotāja Sandro
Botičelli portretu, kas atro-
das Latvijas Nacionālā māks-
las muzeja krājumā. Tēlnieks
izvēlējies mazas plāksnītes
formātu, kurā spējis iedvest
Botičelli garu. Arī plašumu,
arī gaismu, ko izdevies pa-
rādīt vēl citos 17. gadsimta
apgaismības laikmeta astro-
nomijas personību rakstu-
ra portretos, kas veltīti angļu
fizikim, filosofam, alķīmiķim,
teleskopa – reflektora – iz-
gudrotājam seram Īzakam
Ņūtonam un komētu pe-
riodiskuma atklājējam se-
ram Edmondam Halejam.

Dekoratīvitate, kas atdzī-
vina tēlniecisku cilni, piešķi-
rot tam noteiktu raksturu,
Jāņa Strupuļa medaļās parā-
dās smalku detaļu attēloju-
mā. Piemēram, Tiho Brahes
portretā redzam 16. gadsimta

augstdzimuša vīrieša nēsāto
spāņu modes tērpu: kamzoli,
apmetni, krokoto apkakli –
rufu – un cepuri ar spalvu
rotu. Dāņu astronoma, astro-
loga un alķīmiķa Brahes bio-
grāfijā minams būtisks fakts,
kas saistīts ar Kurzemes un
Zemgales hercogistes teritori-
jā esošo Doles salu, kur Brahe
vēlējās celt observatoriju,
līdzvērtīgu unikālajai Debesu
pili Uraniborgai, bet neguva
atbalstu. Aversā pretī veras as-
tronoma ģimēne, medaļas re-
versā atspoguļots Uraniborgas
observatorijas plānojums.

Astronomijas vēstu-
res lappusēs ierakstīts bū-
tisks pienesums, ko de-
vis vācu astronoms un
matemātiķis Johans Millers
(Regiomontāns), pēc kura
tabulām varēja progno-
zēt planētu stāvokli. Plaketē
attēlotais vīrs rokā tur as-
trolābiju – mērinstrumentu,
ko lietoja renesanses astro-
nomi. Vērojot Regiomontāna

tēlu, sajūtam viņa iekšē-
ji dedzīgā atklājēja gars.

Renesanses mākslas dar-
bos – gleznās, skulptūrās,
gravīrās, keramikas apglez-
nojumos, freskās, gobelēnos –
starp atainotajiem tēliem ne-
reti pavidēja alegorijas, kuru
vidū pamanāma bija astro-
nomijas un astroloģijas mūza
Urānija. Tēlnieka 1989. gadā
veidotajā plaketē “uzburta”
noslēpumainības atmosfēra
ar zvaigžņu birumu, virs kura
sēž antīkā mūza. Viņas kailais
augums ir kā slavinājums ide-
ālām sievišķām formām, vi-
ņas rokās – zināmākie astro-
nomijas simboliskie atribūti.

Izstādē eksponētās me-
daļas gluži kā ceļveža kata-
loga pieturzīmes atspoguļo
pasaules astronomijas vēs-
tures izcilākās personības
un tēlnieka zinātkāri, erudī-
ciju, ikreiz skrupulozi iepa-
zīstot personāliju biogrāfijas
un meklējot jaunus izteik-
smes ceļus to atveidojumam.



No senvēstures laiku spožākajiem vārdiem medaļa veltīta Imhotepam – ēģiptietim, III dinastijas faraona Džosera piramīdas arhitektam, inženierim, astronomam, ārstam un Saules dieva priesterim. Rakstvežu aizgādņa Imhotepa tēls lieliski sasauca ar ēģiptiešu tēlniecībā atpazīstamo rakstveža attēlošanas kanonu. Kaut arī medaļa izgatavota 1987. gadā, tās nozīmība aktualizējas, uzzinot par unikālu latviešu zinātnieku atklājumu Džosera piramīdā nesena pagātnē – Imhotepa zīmoga nospieduma atradumu.

Jānis Strupulis atgriezās pagātnē, atgādinot par pirmā astronomiskā iespaidarba Rīgā tapšanu 1665. gadā, kurā aprakstīta komēta. 1992. gadā darinātā medaļa ir veltījums modernās astronomijas aizsācējam, darba *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Par debess sfēru*

rotāciju) autoram, poļu matemātiķim, astronomam, medicīm un pasniedzējam Nikolajam Kopernikam. Par pamatu tēlnieks izmantojis Toruņas rātsnamā eksponēto slavenāko Kopernika portretu. Te izpaužas princips, kas raksturo Jāni Strupuli, – attēlojumā maksimāli koncentrēta uzmanība uz personāža individualitāti, reversā pedantiski precīzi atainots Saules sistēmas planētu stāvoklis poļu astronoma dzimšanas brīdī. Tēlnieks ilgstoši darbojies un guvis atzinību numismatikā, veidojot Latvijas Bankas monētu modeļus, bijis vairākās naudas kaltuvēs. Arī Nikolajs Koperniks devis būtisku ieguldījumu monetārajā jomā – viņš piedalījies Prūsijas pilsētu landtāgā Elbingā monetārās sistēmas reformas komisijas darbā, publicējis apcerējumu *Monetae cudentae ratio* (*Monētu pareizi kalšanas veidi*).

Viens no savdabīgākajiem izstādes eksponātiem ir telpiska medaļa, kas radīta bronžā un alumīnijā un veltīta sensacionālam notikumam – Šumeikeru-Levi 9 komētas ietriekšanās brīdim Jupiterā 1994. gadā. 1974. gada medaļā Asteroīds 2347 gluži kā mikstā mākonī asteroīdā mākslinieks ievilcis atklājējas Ludmilas Žuravļovas vārdu, kura to nosauca par *Vladvysotskij* – par godu krievu aktierim un dziedātājam Vladimiram Visockim. Kultūrvēsturiska nozīme ir 11 medaļu sērijai, kas veltītas lidojumiem kosmosā, šeit emblemātiskās kompozīcijās atzīmētas starptautiskās kosmonautu ekipāžas, sākot ar *Sojuz-28* misiju 1978. gadā.

Parasti cilnī attēlojot arhitektoniskas celtnes, tēlniekam jāievēro gan perspektīvas nosacījumi, gan telpas izjūta, lai orientētu skatītāju uz mākslas darba iekšieni.





Būtiski atminēties renesanses laikmetā atklātās perspektīvas novatorisko pavērsienu, kas cilvēka laika un telpas robežas darīja plašākas. Neierastākas kompozīcijas arhitektūras attēlojums – skats no putna lidojuma, nevis no celtnes frontālās pusēs – redzams medaļā, kas veltīta PSRS Galvenās astronomijas observatorijas Pulkovā 150. gadadienai.

Ar šo observatoriju saistīts latviešu zinātnieka Friča Blumbaha vārds, kam bija īpaša vieta ne tikai Latvijas, bet arī Krievijas astronomijas vēsturē kā tuvākajam Dmitrija Mendeļejeva līdzstrādniekam. Saistībā ar Latvijas Valsts universitātes Astronomijas katedras vadītāja Friča Blumbaha 120 gadu jubileju 1984. gadā mākslinieks bronžā atlēja medaļu, kuru īsi varētu raksturot ar itāļu arhitekta Donato Bramantes lietoto vārdu *terribilita* – izteiksmība.

Jāņa Strupuļa medaļu mākslā būtiska iezīme ir harmonijas iespaidam un proporciju līdzsvarotam ritmam, kas izriet no daļu pareizām attiecībām un saskaņas. Tas atspoguļojas arī ovālā plaketē – vācbaltiešu dabas zinātnieka, elektrolīzes teorētiķa Teodora Grothusa smalkajā profilā, matu un apģērba traktējumā.

Būdam Latvijas Astronomijas biedrības biedrs, arī cītīgs periodiskā izdevuma *Zvaigžnotā Debess* lasītājs, mākslinieks atveidojis astronoma, ilggadējā šā izdevuma redaktora Jāņa Ikaunieka portretu. *Zvaigžņu* pētnieka Jāņa Ikaunieka neatlaidība un izteiktā misijas apziņa, kas nojaušama portretētā sejas pantos, atšķirībā no renesanses astronoma Tiho Brahes Jāva realizēt savu sapni un nodibināt observatoriju Baldones Riekstukalnā.

Jaunākais darbs izstādē ir portrets – slavinājums, ko

tēlnieks veltījis teorētiskās kosmoloģijas un melno caurumu pētniekam Stīvenam Hokingam. Ne vienmēr izvēlēta modeļa sejas vaibstiem jābūt daiļiem, pievilcīgiem, ko jātiecas māksliniekam atdarināt, bet gan kā apliecinājumam paša autora meistarībai, atklājot atveidotās personības dzienumu.

Šajā izstādē “satikšanās” ar leģendārām astronomijas personībām iespējama, pateicoties mākslinieka, renesanses gara aristokrāta izziņas spējām, kurš soli pa solim atkārtu dievišķās radīšanas ainas, iemūžinot medaļās un plaketēs nozīmīgus Zemes notikumus, arī sensacionālus atklājumus Visumā. Tēlniekam Jānim Strupulim atbilstošs ir itāļu renesanses filosofa Marsīlio Fičīno teiktais, ka viņš droši vien spētu “radīt pašus... debesu spīdekļus, ja viņam būtu rīki un debesu materiāls”. 🍀

ATRISINĀJUMI

1. UZDEVUMS

1. atrisinājums. Veicam ekvivalentus pārveidojumus:

$$(3x^3)^2 - 2 \cdot 3x^3 \cdot \frac{1}{6} + \left(\frac{1}{6}\right)^2 + \frac{35}{36} > 0;$$

$$\left(3x^3 - \frac{1}{6}\right)^2 + \frac{35}{36} > 0.$$

Tā kā skaitļa kvadrāts ir nenegatīvs un $\frac{35}{36}$ ir pozitīvs skaitlis, tad pēdējā nevienādība ir patiesa. Tā kā tika veikti ekvivalenti pārveidojumi, tad arī dotā nevienādība ir patiesa visiem reāliem skaitļiem x .

2. atrisinājums. Reizinām nevienādības abas puses ar 2 un veicam ekvivalentus pārveidojumus:

$$18x^6 - 2x^3 + 2 > 0;$$

$$x^6 - 2x^3 + 1 + 17x^6 + 1 > 0;$$

$$(x^3 - 1)^2 + 17x^6 + 1 > 0.$$

Tā kā skaitļa kvadrāts ir nenegatīvs, saskaitāmais $17x^6$ ir nenegatīvs un skaitlis 1 ir pozitīvs skaitlis, tad pēdējā nevienādība ir patiesa. Tā kā tika veikti ekvivalenti pārveidojumi, tad arī dotā nevienādība ir patiesa visiem reāliem skaitļiem x .

2. UZDEVUMS Atrisinājums. Veicam ekvivalentus pārveidojumus:

$$(x^4 - 2x^2y^2 + y^4) + 2x^3y + 2xy^3 - 4x^2y^2 \geq 0;$$

$$(x^2 - y^2)^2 + 2xy(x^2 + y^2 - 2xy) \geq 0;$$

$$(x^2 - y^2)^2 + 2xy(x - y)^2 \geq 0.$$

Tā kā skaitļa kvadrāts ir nenegatīvs un $xy > 0$ pēc dotā, tad pēdējā nevienādība ir patiesa. Tā kā tika veikti ekvivalenti pārveidojumi, tad arī dotā nevienādība ir patiesa visiem pozitīviem skaitļiem x un y .

3. UZDEVUMS Atrisinājums. Tā kā abas nevienādības puses ir pozitīvas, tad, kāpinot kvadrātā, iegūstam

$$x^2 + y^2 + 2 \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \cdot (2 - \sqrt{2})\sqrt{xy} + (4 - 4\sqrt{2} + 2)xy \geq x^2 + 2xy + y^2;$$

$$2 \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \cdot (2 - \sqrt{2})\sqrt{xy} \geq 4(\sqrt{2} - 1)xy.$$

Izdalot abas nevienādības puses ar $2\sqrt{xy} > 0$ un pēc tam kāpinot abas nevienādības puses kvadrātā (abas puses ir pozitīvas), pakāpeniski iegūstam

$$\sqrt{x^2 + y^2} \cdot (2 - \sqrt{2}) \geq 2(\sqrt{2} - 1)\sqrt{xy};$$

$$(x^2 + y^2) \cdot (6 - 4\sqrt{2}) \geq 4(3 - 2\sqrt{2})xy.$$

Izdalot abas nevienādības puses ar $(6 - 4\sqrt{2}) > 0$, iegūstam $x^2 + y^2 \geq 2xy$ jeb $(x - y)^2 \geq 0$. Tā kā skaitļa kvadrāts ir nenegatīvs, tad pēdējā nevienādība ir patiesa. Tā kā tika veikti ekvivalenti pārveidojumi, tad arī dotā nevienādība ir patiesa visiem reāliem skaitļiem x .

Vairāk par nevienādību pierādīšanu lasi:

1. A. Ločmele, I. Palma, L. Ramāna, A. Andžāns. Nevienādību pierādīšanas metodes, 1997
http://nms.lu.lv/wp-content/uploads/2014/05/Nvd_pier.pdf
2. Teorijas materiāls, gatavojoties novada matemātikas olimpiādei 2016./2017. mācību gadā
http://nms.lu.lv/wp-content/uploads/2016/12/NOL_1617_teorija.pdf
3. LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skola <http://nms.lu.lv/biblioteka/uzdevumu-krajumi/>. Uzdevumu krājumu beigās dots uzdevumu sadalījums pa tēmām, kur var sameklēt papildu uzdevumus par nevienādību pierādīšanu.



Brīvpieejams attēls

Vēršu Dzinējs, Medību Suņi un Berenikes Mati 1825. gadā publicētajā *Urania's Mirror* zvaigžņu kartē

Vēršu Dzinējs bez vēršiem

PAVASARA DEBESĪS LABI REDZAMĀ VĒRŠU DZINĒJA ZVAIGZNĀJA NOSAUKUMS VĒROTĀJU VEDINA MEKLĒT APKAIMĒ ARĪ PAŠUS VĒRŠUS. TOMĒR VĒRŠU NEKUR TUVUMĀ NAV.

Zvaigžņotās Debess pavasara numurā stāstījām par Berenikes Matu zvaigznāju, kam nosaukumu devis kuriozs vēsturisks notikums Ēģiptes galmā. Pavisam netālu no šā

neizteiksmīgā zvaigznāja redzams cits zvaigznājs – daudz senāks, spožāks un slavenāks, tomēr tā nosaukums pirmajā brīdī šķiet miklains. Cilvēkiem, kuri nav aizrāvušies ar spīdekļu vērošanu,

Vēršu Dzinēja vārds parasti maz ko izsaka, tomēr atrast šo zvaigznāju ir pavisam viegli. Tikai jāsaņem laiks, kad debesis augstāk pacēlies pie mums ļabi zināmais Lielais Lācis jeb Lielie Greizie Rati,

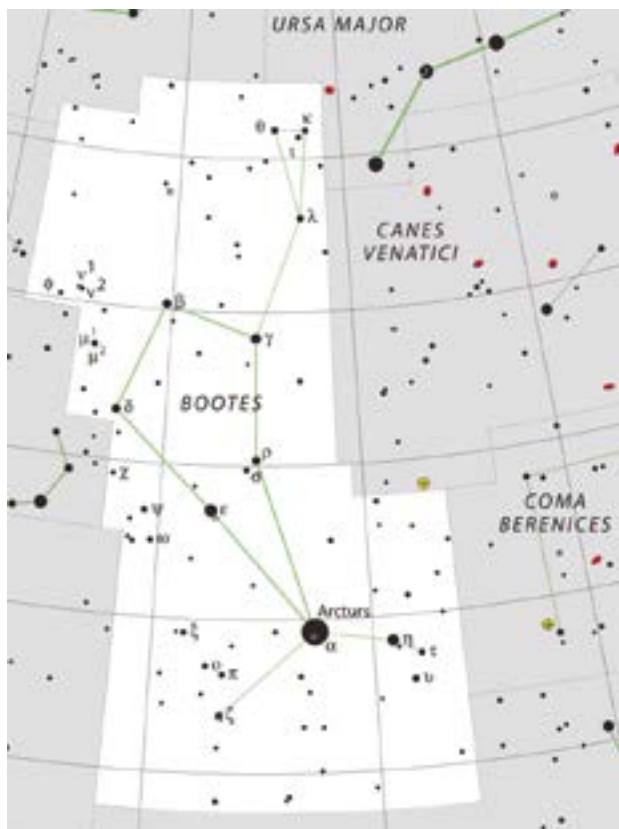
kam atbilst septiņas spožas zvaigznes, kuras veido “kausu”. Blakus “kausa rokturim” tad arī jāmeklē sešas galvenās Vēršu Dzinēja zvaigznes, kuru konfigurācija savukārt atgādina debesīs palaistu gaisa pūķi. Pati spožākā no tām ir iesārtais Arkturs, ceturtā spožākā zvaigzne nakts debesīs. Par Arkturu vēl spožāka zvaigzne, ko iespējams redzēt arī Latvijā, ir tikai Lielā Suņa zvaigznājā esošais Sīriuss. Tieši zem “kausa roktura” jāmeklē blāvas zvaigznītes, kas pieder pie 17. gadsimtā zvaigžņu kartēs ieviestā Medību Suņu zvaigznāja. Divi tajā iezīmētie suņi – Asterions un Hara – nodoti Vēršu Dzinēja rīcībā, taču šiem suņu vārdiem nav mitoloģiska pamatojuma.

Arktura nosaukums mantots no sengrieķu valodas un atvasināts no vārda *arktos* – “lācis”. Tas labi iederas apkārtējā zvaigznāju ainā, kur centrālo vietu aizņem Lielais un Mazais Lācis. Pareizāk sakot, Lielā un Mazā Lācene, jo tieši to latviski nozīmē zvaigznāju latīniskie nosaukumi *Ursa Maior* un *Ursa Minor*. Bet kā ar Vēršu Dzinēju? Ja ir dzinējs, tad būtu jābūt arī pašiem vēršiem. Taču vienīgais Vēršis, kas arī jau kopš antiķās pasaules laikiem iezīmēts zvaigžņu kartēs un pazīstams kā viena no zodiaka zīmēm, no Vēršu Dzinēja atrodas patālu un labāk novērojams ziemas laikā. Tomēr pats Vēršu Dzinēja nosaukums ir sens – zvaigznāju ar šādu nosaukumu grieķi pazina jau savas kultūras pirmsākumos, un tas

VĒRŠU DZINĒJA ZVAIGZNĀJU GRIEĶI PAZINA JAU SAVAS KULTŪRAS PIRMSĀKUMOS. TAS PIEMINĒTS HOMĒRA POĒMĀ ODISEJA

pieminēts Homēra *Odisejā*, kuras tapšanas laiku pētnieki lēš ap 8.–7. gadsimtu pirms mūsu ēras. Eposa V dziedājumā varonis Odisejs, aizvadījis septiņus gadus Oigigijas salā pie nimfas Kalipso, izgatavo sev plostu un sāk

mājupceļu pāri jūrai, orientēdamies pēc zvaigznēm. Seko vairāku tolaik zināmo zvaigznāju uzskaitījums, ko varbūt ir interesanti citēt pilnībā, jo vairāk tāpēc, ka latviešu tulkojums samērā precīzi atbilst grieķu oriģinālam:



Vēršu Dzinējs. Pa labi augšā – Lielā Lāča “aste”. Turpinot astes izliekumu uz leju, nonāk pie Vēršu Dzinēja spožākās zvaigznes – Arktura

IAU Sky & Telescope Mag., CC BY 3.0



Vēršu Dzinēja, Lielā Lāča un Mazā Lāča izvietojums pie debesīm Grieķijā 1. oktobra vakarā 800 gadu pirms mūsu ēras. Debess ziemeļpols atrodas nedaudz pa labi no Mazā Lāča galvas

*Sēdies pie stūres pēc tam, viņš
prasmīgi vadīja plostu;
Nomodā bija tā acis, jo nekrita
miegs vēl uz plakstiem,
Skatot gan Plejāžu baru,
gan Bootu, rietošu vēlu,
Gan arī Lāčmātes zvaigzni, ko
Jaudis dēvē par Ratiem,
Mūžam uz vietas tā griežas
un vēro Oriona ceļu;
Vienīgi viņai nekad nav
tiesību peldēties jūrā.
Kalipso, dīvā no dievēm, tam
lika šo zvaigznāju spožo
Skatīt pa kreisi, kad atklātā
jūrā tas dodas ar plostu.
(Odiseja, V 270–277, tulkojis
Augusts Ģiezens)*

Vēršu Dzinējam tulkojumā atstāts oriģinālais grieķu vārds Boots (*Boōtēs*), ar kādu šis zvaigznājs bija zināms arī latīņu valodā un kā to starptautiskajā nomenklatūrā sauc vēl tagad (*Boōtes*). Tā saknē izmantots grieķu vārds *bous*, arī *boos* – “vērsis”, savukārt pats

vārds apzīmē cilvēku, kas ar vai veic citus lauku darbus ar iejūgtiem vērsiem. No Homēra vārsēm iespējams uzzināt vairākus interesantus faktus. Pirmkārt, Odiseja brauciens notiek gadalaikā, kurā pie nakts debesīm vienlaikus redzamas gan Plejādes – latviešu Sietiņš, gan Vēršu Dzinējs, kas šeit nodēvēts par “vēlu rietošu”. Otrkārt, eposa autoram ar pašreizējo nosaukumu pazīstams arī Orions un viens no abiem Lāčiem. Visticamāk, tas ir Lielais Lācis, kaut arī griešanās uz vietas drīzāk norāda debess ziemeļpolu,

kas arī Homēra laikos atradās Mazajā Lācī, taču bija tālāk no Polārzcvaigznes nekā mūsdienās. Turklāt grieķiem ir zināms arī otrs Lāča nosaukums – Rati. Treškārt, tas, ka Lācis, respektīvi, debess ziemeļpols, jāskatās kreisajā pusē, nozīmē, ka Odiseja pārvietošanās notiek no rietumiem uz austrumiem.

Arī vēlākos laikos antīkajā pasaulē ziemeļu virzienu nesaistīja tieši ar Polārzcvaigzni, kas ir tikai renesanses laikā radīts zvaigznes nosaukums, bet ar abiem Lāču zvaigznājiem kopumā. Latīņu vārds *Septentriōnes*, proti, “septiņas zvaigznes”, romiešiem kalpoja gan par apzīmējumu Lielo Greizo Ratu “kausam”, gan ziemeļiem kā debesspusei. Visvairāk neskaidrību pētniekiem radies par ceļojuma gadalaiku un to, ko šā gadalaika kontekstā nozīmē tas, ka Vēršu Dzinējs “vēlu riet”. Tomēr vairāki apstākļi, kā arī debess redzamās ainas modelēšana aptuveni uz 39. paralēles ap 800. gadu pirms mūsu ēras liek domāt, ka eposa varonis savu mājupceļu sācis rudenī – septembrī vai oktobrī.

Patiesībā Homērs sniedz arī norādi uz to, kāpēc netālu no

ARĪ VĒLĀKOS LAIKOS ANTĪKAJĀ PASAULĒ
ZIEMEĻU VIRZIENU NESAISTĪJA TIEŠI AR
POLĀRZVAIGZNI, BET AR ABIEM LĀČU
ZVAIGZNĀJIEM KOPUMĀ

Vēršu Dzinēja vairs nevar at-
rast pašus vēršus. Visticamāk,
tas saistīts ar Lielā Lāča zvaig-
znāja parādīšanos debesju-
mā – visnenākajos laikos grieķi
tā vietā acīmredzot saskatīja ti-
kai ratus. Vārds, kuru Homērs
lieto ratu nosaukšanai, var no-
zīmēt arī vezumu un arklu.

Visos gadījumos runa ir par
tādu lauksaimniecības trans-
portlīdzekli vai rīku, kura vilk-
šanai grieķi izmantoja iejūg-
tus vēršus, parasti divus. Tāpēc
visticamākā hipotēze ir tā, ka
vietā, kur tagad atrodas Lielā
un Mazā Lāča zvaigznājs, visse-
nākajos laikos saskatīti ne tikai
rati, bet arī to vilcēji – un šajā
ainā Vēršu Dzinēja klātbūt-
ne kļūst pašsaprotama. Taču
Homēra laikā ar lauku darbiem
saistītos arhaiskos tēlus debe-
sīs pakāpeniski aizstāja mītu
personāži, pie kādiem pieder
arī Plejādes, Orions un Lācene.

TĀ NU IZNĀCIS, KA DEBESJUMA VĒRSI NEVIENS NAV LICIS PIE DARBA, SAVUKĀRT VĒRŠU DZINĒJAM VĒRŠU VIETĀ JĀGANA LĀČI

Saskaņā ar izplatītāko mītu
tā bija Arkādijas valdnieka
Likāona meita Kallisto, kura,
būdama Artemīdas prieste-
riene, kurai jāsauglabā šķīstība,
kļuva par Zeva iemīļoto un
laida pasaulē dēlu Arkadu.
Tālāk mīts sadalās vairākos
variantos. Pēc viena no tiem,
Artemīda, sadusmota par to,
ka viņas pavadone pārkāpusi
šķīstības solījumu, pārvērtusi
to par lāceni. Pēc cita – to
izdarījis pats Zevs, lai paslēptu
iemīļoto no savas sievas Hēras
dusmām. Arkads uzaudzis bez

mātes un kļuvis par prasmīgu
mednieku, līdz kādās medībās
sācis vajāt pats savu māti lāce-
nes izskatā. Nelaimīgā Kallisto
iebēgusi templī, no kurienes
Zevs viņu pacēlis debesīs un
pārvērtis par Lācenes zvaig-
znāju. Starp zvaigznājiem no-
nācis arī Arkads, tikai grie-
ķu vidū nebija vienprātības,
par ko viņš pārvērts. Vieni
apgalvoja, ka jauneklis kļu-
vis par Mazā Lāča zvaigznā-
ju, citi – ka par Vēršu Dzinēja
spožāko zvaigzni Arkturu. Bet
vēl trešie vienādoja Arkadu
ar pašu Vēršu Dzinēju, tikai
tad šo zvaigznāju pārdēvē-
ja citā, Homēram vēl nezinā-
mā vārdā – par *Arctophylax*,
Lācenes Sargu, no kura tad arī
esot veidots Arktura vārds.

Mūsu ēras 2. gadsim-
tā, kad Aleksandrijas zināt-
nieks Klaudijs Ptolemajs
veidoja savu zvaigžņu kata-
logu ar 48 zvaigznājiem, vi-
ņam bija iespējas izvēlē-
ties nosaukumus. Attiecībā
uz Vēršu Dzinēju viņš acīm-
redzot uzskatīja, ka parei-
zāk saglabāt senāko versi-
ju – to, kurā šo zvaigznāju
bija saucis vēl Homērs. Tā
nu debesjuma Vērsi ne-
viens nav licis pie darba, sa-
vukārt Vēršu Dzinējam vēr-
šu vietā jāgana lāči. 🐾

Bīriņpējas attēls



Lielais Lācis Vinsenta van Goga gleznā *Zvaigžnota nakts pie Ronas upes*, 1888

DEBESS SPĪDEKĻI

2020./2021. gada ziemā



Stellarium

Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. janvāra vakarā pulksten 24:00 un 20. februāra vakarā pulksten 22:00

Astronomiskā ziema 2020. gadā sāksies 21. decembrī plkst. 12^h02^m. Šajā brīdī Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♋), un tai būs maksimālā negatīvā deklinācija. No

šā laika deklinācija sāks pieaugt – tāpēc šo notikumu sauc arī par ziemas saulgriežiem, kam jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudzu tautu dzīves ritmā. 2021. gada 2. janvārī plkst. 15^h Zeme

atradīsies vistuvāk Saulei (perihēlijā) – 0,983 astronomiskās vienības. 2021. gadā astronomiskā ziema beigsies 20. martā plkst. 11^h38^m, kad Saule nonāks pavasara punktā un ieies Auna zodiaka

zīmē (Υ). Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi garas. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju.

Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir bagātīgi ar spožām zvaigznēm. Sevišķi šajā ziņā izceļas skaistākais debesu zvaigznājs Orions. Viegli atrodami un izteiksmīgi ir arī Vērša, Vedēja, Perseja, Dvīņu, Lielā Suņa un Mazā Suņa zvaigznāji. Tā saukto ziemas trijstūri veido trīs pirmā zvaigžņlieluma zvaigznes – Sīriuss (Lielā Suņa α), Procioms (Mazā Suņa α) un Betelgeize (Oriona α). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas vaļējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš).

Ar optikas palīdzību var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: Oriona miglāju M 42–43 (Oriona zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 37 (Vedēja zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 35 (Dvīņu zvaigznājā); Rozetes miglāju (Vienradža zvaigznājā); zvaigžņu kopu NGC 2244 (Vienradža zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 48 (Hidras zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M44 (Vēža zvaigznājā).

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

PLANĒTAS

Ziemas sākumā **Merkuram** ir maza elongācija. Tāpēc tas nebūs novērojams decembra beigās un janvāra sākumā.

23. janvārī Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (19°). Tāpēc janvāra otrajā pusē vakaros dienvidrietumos zemu pie horizonta planētu varēs novērot. Bet jau 8. februārī tā nonāks apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to) – februārī Merkurs nebūs redzams. 6. martā Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (27°). Tomēr arī martā tas nebūs rītos novērojams, jo lēks īsu brīdi pirms Saules. 14. janvārī plkst. 11^h Mēness paies garām 3° uz leju, 11. februārī plkst. 9^h 9^o uz leju un 11. martā plkst. 5^h 4^o uz leju no Merkura.

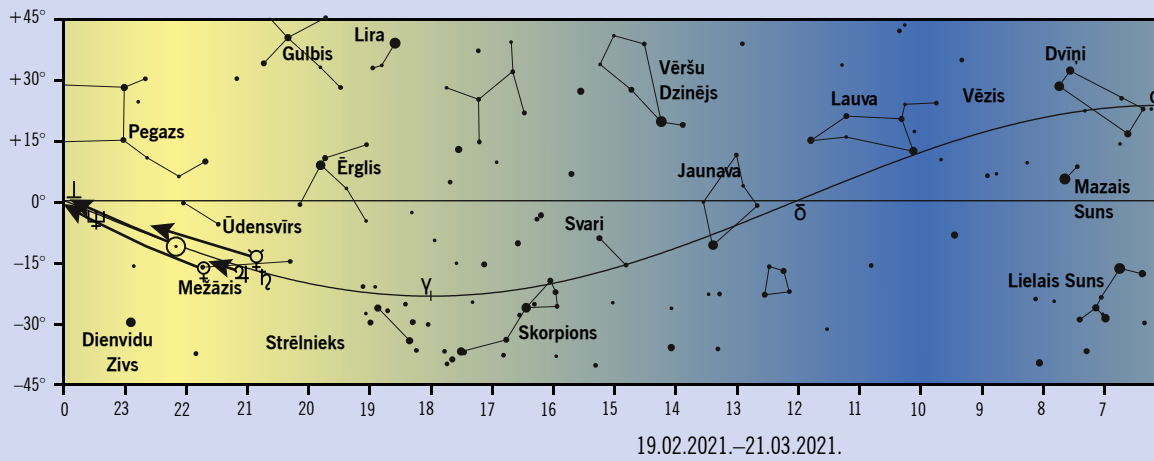
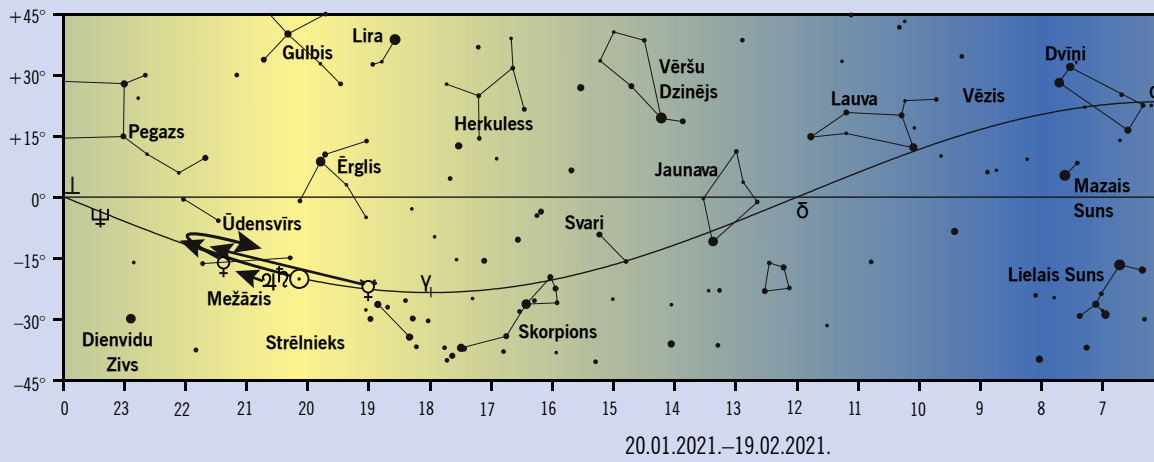
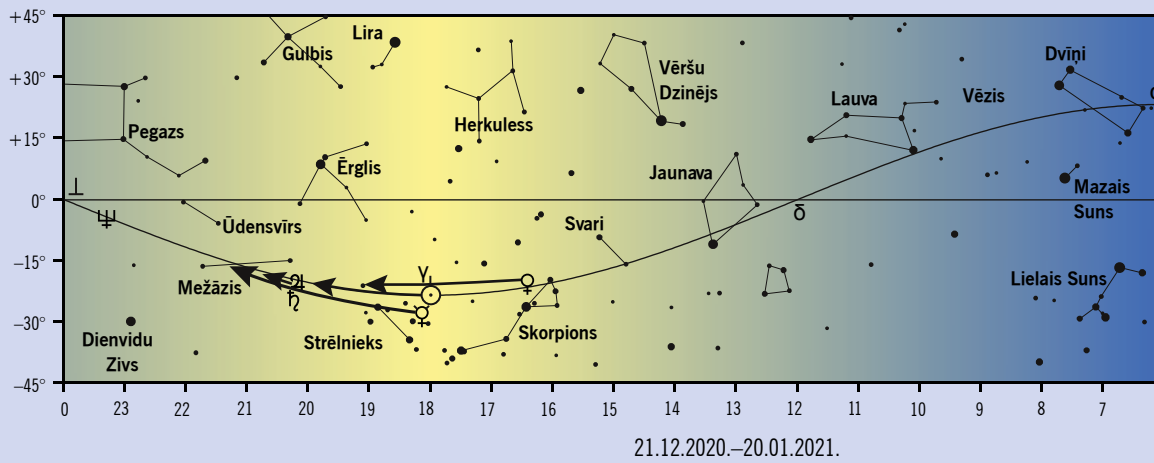
Ziemas sākumā **Veneras** rietumu elongācija būs 23° , kas pastāvīgi samazināsies. Tāpēc decembra beigās un janvāra sākumā tā vēl būs nedaudz redzama rītos, īsu brīdi pirms Saules lēkta, dienvidaustrumu pusē. Tās spožums būs $-3^m,9$. Sākot ar janvāra pirmajām dienām, Venera vairs nebūs novērojama līdz pat pašām ziemas beigām, tā atradīsies mazā leņķiskā attālumā no Saules. 11. janvārī plkst. 22^h Mēness paies garām 2° uz leju, 11. februārī plkst. 0^h 4^o uz leju un 13. martā plkst. 5^h 4^o uz leju no Veneras.

Ziemas sākumā un līdz 4. janvārim **Marss** atradīsies Zivju zvaigznājā. Tas būs ļoti redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta pusi. Decembra beigās tā spožums būs $-0^m,3$. 5. janvārī Marss ieies Auna

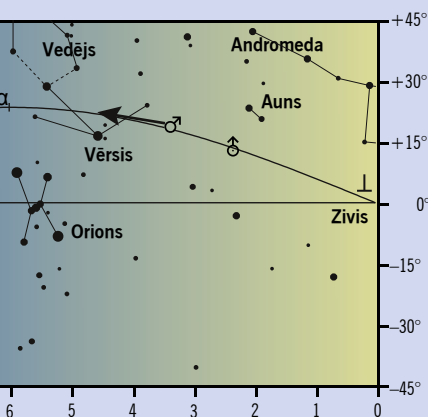
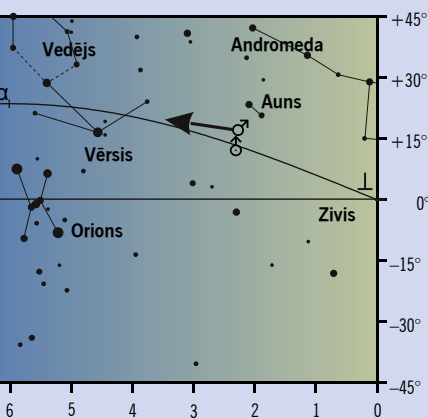
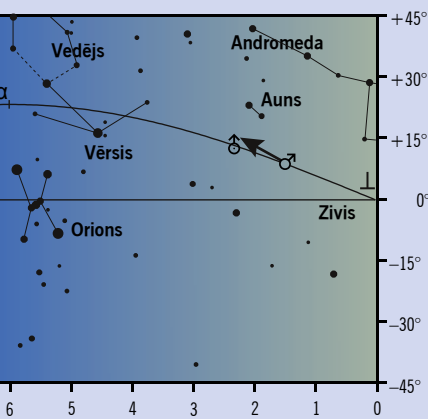
zvaigznājā un tur uzturēsies līdz 23. februārim. Pēc tam, līdz pat ziemas beigām, Marss atradīsies Vērša zvaigznājā. Lai arī Marsa elongācija pastāvīgi samazināsies, novērošanas apstākļi nemainīsies, tas tāpat būs ļoti redzams nakts pirmajā pusē. Vienīgi Marsa redzamais spožums pamazām samazināsies – februāra vidū $+0^m,7$ un pašās ziemas beigās $+1^m,2$. 24. decembrī plkst. 0^h Mēness paies garām 6° uz leju, 21. janvārī plkst. 11^h 5^o uz leju, 19. februārī plkst. 2^h 4^o uz leju un 19. martā plkst. 20^h 3^o uz leju no Marsa.

Ziemas sākumā **Jupiters** būs novērojams īsu brīdi vakaros, tūlīt pēc Saules rieta. Tā spožums būs $-2^m,0$, un tas atradīsies Mežāža zvaigznājā. 29. janvārī Jupiters būs konjunkcijā ar Sauli. Tāpēc lielāko daļu janvāra un februārī tas nebūs redzams. Martā Jupitera elongācija būs jau diezgan liela, tomēr arī šajā laikā tas nebūs novērojams. Visu ziemu Jupiters atradīsies Mežāža zvaigznājā. 14. janvārī plkst. 4^h Mēness paies garām 4° uz leju, 11. februārī plkst. 1^h 4^o uz leju un 10. martā plkst. 20^h 5^o uz leju no Jupitera.

Ziemas sākumā **Saturns** būs novērojams īsu brīdi vakaros, tūlīt pēc Saules rieta. Tā spožums būs $+0^m,6$, un tas atradīsies Mežāža zvaigznājā. Tuvu blakus Saturnam būs krietni spožākais Jupiters. Lielāko daļu janvāra un februārī Saturns nebūs redzams. 24. janvārī tas būs konjunkcijā



Saules šķietamais ceļš 2020./2021. gada ziemā kopā ar planētām. Uz zilā fona parādītie spīdekļi redzami naktī



ar Sauli. Martā Saturna elonģācija jau būs diezgan liela, tomēr arī ziemas beigās tas nebūs novērojams. Visu ziemu Saturns atradīsies Mežāža zvaigznājā. 14. janvārī plkst. 0^h Mēness paies garām 4° uz leju, 10. februārī plkst. 14^h 4° uz leju un 10. martā plkst. 2^h 4° uz leju no Saturna.

Ziemas sākumā un janvārī **Urāns** būs novērojams nakts

pirmajā pusē, dienvidrietumu, rietumu pusē. Tā spožums būs +5^m.7. februārī un martā, līdz pat ziemas beigām, tas būs redzams vakaros. Visu ziemu Urāns atradīsies Auna zvaigznājā. 25. decembrī plkst. 2^h Mēness paies garām 4° uz leju, 21. janvārī plkst. 10^h 4° uz leju, 17. februārī plkst. 19^h 4° uz leju un 17. martā plkst. 5^h 3° uz leju no Urāna.

MAZĀS PLANĒTAS

2020./2021. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9^m būs divas mazās planētas – Vesta (4) un Eunomija (15).

Vesta:

Datums	$\alpha_{2000, h, m}$	$\delta_{2000, ^\circ, '}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, ^m
22.12.	11 26	+9 50	2,011	2,416	7,5
01.01.	11 33	+9 50	1,880	2,408	7,3
11.01.	11 37	+10 07	1,754	2,398	7,1
21.01.	11 40	+10 45	1,640	2,388	6,9
31.01.	11 39	+11 42	1,540	2,379	6,7
10.02.	11 35	+12 55	1,459	2,369	6,5
20.02.	11 29	+14 20	1,401	2,359	6,2
02.03.	11 21	+15 46	1,369	2,349	6,1
12.03.	11 11	+17 03	1,363	2,339	6,1
22.03.	11 02	+18 01	1,383	2,329	6,3

Eunomija:

Datums	$\alpha_{2000, h, m}$	$\delta_{2000, ^\circ, '}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, ^m
22.12.	8 42	+17 49	1,643	2,493	9,1
01.01.	8 35	+17 27	1,598	2,513	8,9
11.01.	8 25	+17 10	1,567	2,533	8,6
21.01.	8 14	+16 56	1,570	2,553	8,4
31.01.	8 03	+16 44	1,602	2,573	8,7
10.02.	7 54	+16 32	1,662	2,593	9,0

APTUMSUMI

Aptumsumu 2020./2021. gada ziemā nav.



MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 9. janvārī plkst. 17^h;
3. februārī plkst. 21^h;
2. martā plkst. 7^h.

Apogejā: 24. decembrī plkst. 18^h; 21. janvārī plkst. 15^h;
18. februārī plkst. 12^h;
18. martā plkst. 6^h.

Mēness fāzes

- Jauns:
13. janvārī 7^h00^m;
11. februārī 21^h05^m;
13. martā 12^h21^m.
- Pirmais ceturksnis:
22. decembrī 1^h41^m;
20. janvārī 23^h01^m;
19. februārī 20^h47^m.

- Pilnmēness:
30. decembrī 5^h28^m;
28. janvārī 21^h16^m;
27. februārī 10^h17^m.
- Pēdējais ceturksnis:
6. janvārī 11^h37^m;
4. februārī 19^h37^m;
6. martā 3^h30^m.

METEORI

Ziemā ir novērojama viena spēcīga meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laikposmā no 28. decembra līdz 12. janvārim. 2021. gadā maksimums gaidāms 3. janvārī 16^h30^m. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā, lai arī iespējamas svārstības intervālā no 60 līdz 200.

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
24.12.2020.	ξ ₁ Cet	4 ^m ,4	22 ^h 07 ^m	23 ^h 21 ^m	38°–31°	75%
16.01.2021.	τ Aqr	4 ^m ,0	17 ^h 23 ^m	18 ^h 25 ^m	16°–11°	13%
01.02.2021.	ν Vir	4 ^m ,0	3 ^h 04 ^m	3 ^h 47 ^m	39°–39°	87%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika noteikšana var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi.

TESTS

PAREIZĀS ATBILDES:

1-b, 2-c, 3-a citāts no J. Gagarina stāstījuma par savu kosmisko lidojumu; 4-d, 5-a, 6-c ziņa par Veneras radiolokācijas rezultātiem ar Aresibo 300 m radioteleskopu; 7-d, 8-c, 9-c no raksta par NASA un Holivudas sadarbību; 10-a, 11-a informācija rubrikā *Jaunami*; 12-d informācija rubrikā *Jaunami*.

Pārlapo Zvaigžņoto Debess!

SASKAITI PAREIZĀS ATBILDES!

(Par pareizu atbildi – 1 punkts.)

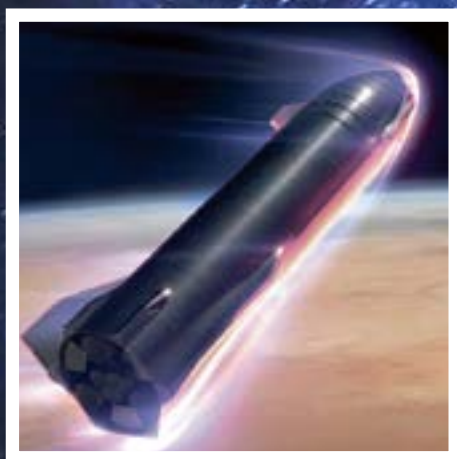
Ja ieguvi 10–12 punktus, esi apbrīnojami cītīgs *Zvaigžņotās Debess* lasītājs un astronomijas pārzinātājs. Izcili!

Ja ieguvi 6–9 punktus, pietiekami labi pārzini *Zvaigžņoto Debess* un astronomijas norises. Labi!

Ja ieguvi 5 punktus vai mazāk, arī nav slikti, esam pārliecināti, ka esi uz pareizā ceļa, jo lasi *Zvaigžņoto Debess*. Turpmāk veiksies labāk!

ABONĒ ŽURNĀLU *ZVAIGŽNOTĀ DEBESS*

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!

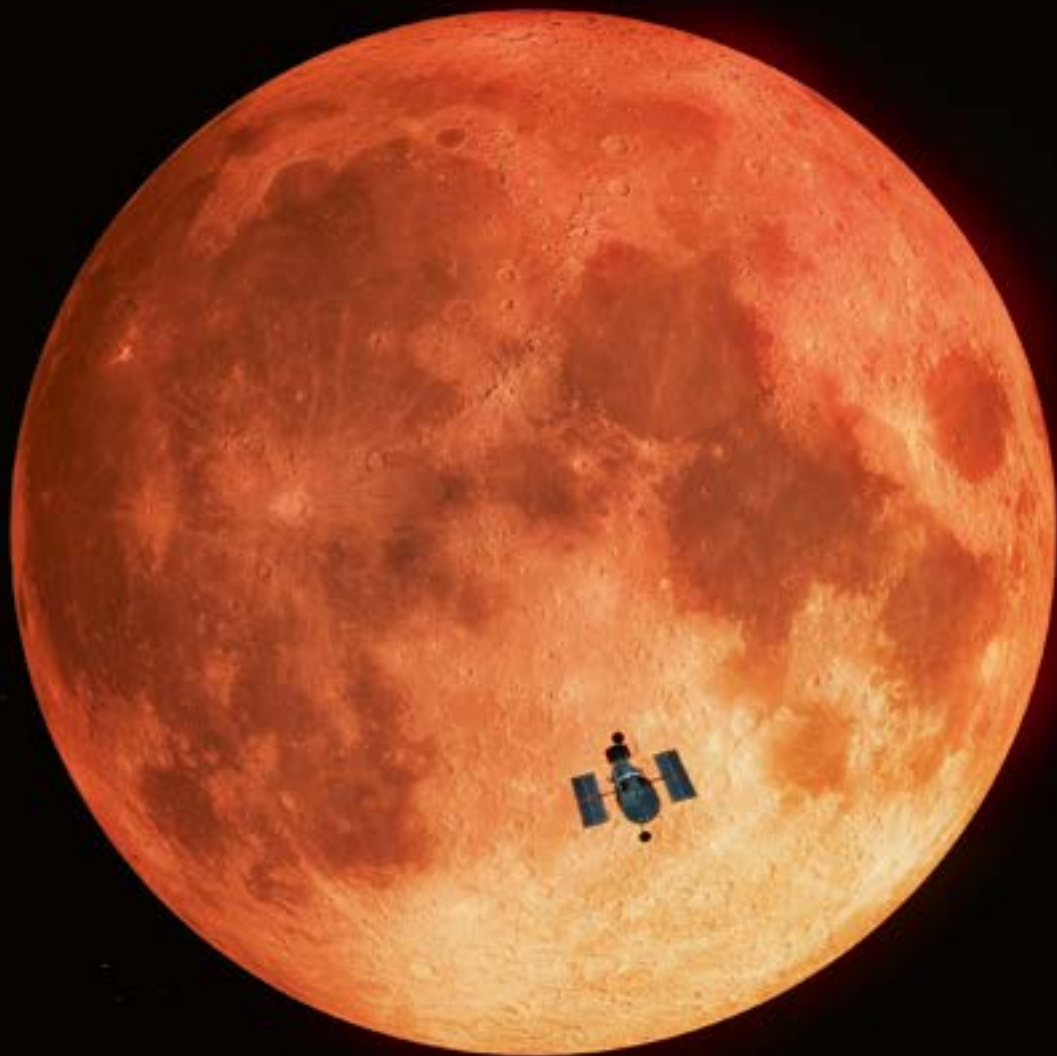


ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV
ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214

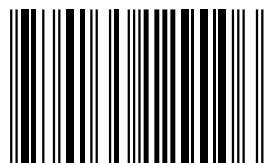
ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ
2021. gada abonementa cena 9,00 EUR

ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV

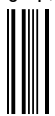
ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214



ISSN 0135-129X



0 4 >



Cena 3,00 €

9 770135 129006 >