

# Zvaigžņotā DEBESS

2023/2024  
ZIEMA

PIELIKUMS: ASTRONOMISKAIS KALENĀRS 2024

Robotu **INVĀZIJA**  
uz Mēness ir sākusies

Pasaules  
**LIELĀKIE**  
optiskie teleskopi

Kosmiskie atkritumi  
**NEIZSPRUKS**

Nakts debesis kļūst arvien  
**GAIŠĀKAS**

Izdevējs



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE





**Izmērīt Zemi –  
tas ir vienkārši!**

**50.** lpp.

**Kā nosargāt prioritāti?**

**57.** lpp.



**Ērgļa seminārs  
atgriežas Latgalē**

**36.** lpp.



**Austrālijas krastā diena  
pārvēršas nakti**

**38.** lpp.

**Latvijas skolēnu panākumi**

**46.** lpp.



**Ak, šis netveramais laiks!**

**20.** lpp.



ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

2023./2024. GADA ZIEMA (262)

PIELIKUMS:

ASTRONOMISKAIS KALENĀRS 2024

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](mailto:apgads@lu.lv)

**Iespiests:** SIA Latgales druka

**Vietne un digitālais arhīvs:** [www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd)

**Uz 1. vāka:** Laskampanas observatorijā  
Atakamas tuksnesī Čīlē top Milzīgais Magelāna  
teleskops, kas sastāvēs no septiņiem  
lieliem spoguļiem un pēc dažiem gadiem  
būs otrs lielākais pasaulē. Par šo un citiem  
lielajiem teleskopiem lasiet šajā žurnāla  
numurā. GMTO Corporation, CC BY SA 4.0

**Uz 4. vāka:** 2023. gada 15. oktobrī  
NASA zonde *Juno* pielidoja tuvu Jupitera  
vulkāniskajam pavadoņim Jo un ieguva  
labākos pavadoņa attēlus kopš zondes *Galileo*  
laikiem, kas pētīja Jupiteru 20. gadsimta  
nogalē. Turpmāk notiks vēl tuvāki Jo  
pārlidojumi. NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/  
Ted Stryk.

## SATURS

### AKTUĀLI

**Jaunumi īsumā.** *Ilgonis Vilks* 2

**Satelītu un kosmisko atkritumu fotometrija.**  
*Jānis Kauliņš* 6

**Debesis, ko vērts saglabāt.**  
*Kriss Impejs, Konija Volkere, tulkojis Ilgonis Vilks* 15

### ASTROVIETA

**Iepļānojiēt ekskursiju Irbenes radioteleskopu  
kompleksā!** *Rūta Maltisova* 18

### OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

**Nevienādība starp vidējo aritmētisko un  
vidējo ģeometrisko.** *Maruta Avotiņa* 19

### ZINĀTNES SLEJA

**Pulkstenis ne vienmēr rāda pareizu laiku.**  
*Mārcis Auziņš* 20

### KOSMISKIE LIDOJUMI

**Roboti dodas uz Mēnesi.** *Ilgonis Vilks* 26

### TELESKOPI

**Teleskopi meklēs ārpuszemes dzīvību.**  
*Raitis Misa, Ilgonis Vilks* 30

### HRONIKA

**Ērglis Andrupenē.** *Mārtiņš Gills* 36

**Pilnā Saules aptumsuma novērojumi Austrālijā.**  
*Juris Kauliņš* 38

**Aptumst neliela daļa Mēness diska.** *Mārtiņš Gills* 42

### FOTOSTĀSTS

**Rozetes miglājs.** *Nikolajs Nikolajevs* 44

### ASTRONOMIJA SKOLĀ

**16. Starptautiskā astronomijas un astrofizikas  
olimpiāde.** *Dmitrijs Docenko, Inese Dudareva* 46

**Zemes apkārtmēra noteikšanas eksperiments.**  
*Mārtiņš Mamis, Ilgonis Vilks* 50

### TAS IR FAKTS

**Zemes saplakums – tas ir fakts.** *Jānis Kaminskis* 53

### METEORĪTI TUVPLĀNĀ

**Saulespuķu lauka meteorīts Migejs.** *Gunta Vilka* 54

### ATSKATS VĒSTURĒ

**Šifrētie atklājumi.** *Vents Zvaigzne* 57

### DEBESS APSKATS

**Debess spīdekļi 2023./2024. gada ziemā.**  
*Juris Kauliņš* 60





ESTCube-2 mākslinieka skatījumā

# Jaunumi īsumā

## IGAUNIJAS SATELĪTA NEVEIKSME

Tartu Universitātē bāzētais Igaunijas Studentu satelītu fonds sešus gadus būvēja trīs standarta vienības (3U) lielu satelītu *ESTCube-2*, kura mērķis bija izmēģināt plazmas bremzi, kas samazinātu satelīta ātrumu un orbītas augstumu, tādējādi paātrinot satelīta nonākšanu augšējos atmosfēras slāņos un sadegšanu. Bija paredzēts izrītīt negatīvi uzlādētu vadu, kas elektriski mijiedarbotos ar jonosfēras

plazmu. Tehnoloģiju varētu izmantot dažus simtus kilogramu smagu satelītu izvadīšanai no orbītas pēc darbmūža beigām. Šādiem satelītiem neatmaksājas uzstādīt bremzēšanas dzinējus. *ESTCube-2* palaida 2023. gada 9. oktobrī ar raķeti *Vega* no Kuru kosmodroma. Diemžēl igauņu studentiem neizdevās nodibināt sakarus ar satelītu. Satelīta palaidējs *Arianespace* informēja komandu, ka divi no divpadsmit šajā lidojumā palaistajiem satelītiem

nav atdalījušies no stiprinājuma raķetes kravas telpā un kopā ar raķetes augšējo pakāpi sadeguši atmosfērā. Viens no tiem bija *ESTCube-2*. Arī NORAD dienests, kas uztur kosmisko objektu publisko reģistru, uzrādīja orbītā ap Zemi tikai 10 jaunus satelītus. Neraugoties uz neveiksmi, satelīta veidotāji uzskata, ka projekta galvenais mērķis – studentu apmācība kosmosa tehnoloģijās, veidojot satelīta dizainu, prototipu un lidojuma eksemplāru – ir sasniegts. 🦋

## LUNA 25 IETRIECAS MĒNESĪ

Darbs pie projekta, kas agrāk saucās *Luna-Glob*, sākas 2005. gadā. Pašreizējās aprises zonde pēc vairākām izmaiņām ieguva 2013. gadā. Starta bija paredzēts 2016. gadā, bet aparātūras izstrāde arvien kavējās. Zonde *Luna 25*, kuras masa

bija 1750 kilogrami, startēja 2023. gada 10. augustā pēc pasaules laika no jaunā kosmodroma *Vostočnij*. To palaida kosmosā nesēja- raķete *Sojuz-2* ar augšējo pakāpi *Fregat*. Lidojuma galvenais mērķis bija izmēģināt nolaišanās tehnoloģijas Mēness dienvidpola apkaimē.

Zinātniskā krava bija pieticīga, tikai 30 kilogrami. Tajā ietilpa neitronu detektors ūdeņražā (ūdens ledus) klātbūtnes konstatēšanai, temperatūras sensori, robotroka, grunts paraugu analizators un citi instrumenti. 16. augustā *Luna 25* iegāja orbītā ap Mēnesi, bet 19. augustā

pēc neveiksmīga orbitālā manevra ietriecās Mēness virsmā. Avārijas izpētes komisija secināja, ka, visticamāk, nenotradāja akcelerometrs un manevra laikā zondes galvenais dzinējs darbojās 127 sekundes paredzēto 84 sekunžu vietā. Līdz ar to būtiski izmainījās *Luna 25* orbita. Tas bija pirmais Krievijas mēģinājums pēc gandrīz pusgadsimtu ilga pārtraukuma nosēdināt zondi uz Mēness. Par Mēness nolaižamajiem aparātiem vairāk lasiet Ilgoņa Vilka rakstā *Roboti dodas uz Mēnesi* šajā žurnāla numurā. 🦋



Zondi *Luna 25* gatavo lidojumam

## ASTEROĪDU ANALIZĒ LABORATORIJĀ

2023. gada 24. septembrī Jūtas štatā ASV nolaidās zondes OSIRIS-REx kapsula ar asteroīda Bennu grunti. OSIRIS-REx ieradās pie asteroīda 2018. gada decembrī, divus gadus pētīja to, tad 2020. gada oktobrī paņēma paraugus un devās mājup. Vairāk par to

lasiet Annas Ginteres rakstā *Saules sistēmas izpētes jaunu-mi* žurnāla *Zvaigžņotā Debess* 2020. gada ziemas numurā. 2023. gada oktobrī tika paziņoti pirmie analīžu rezultāti. Asteroīda viela izrādījās pārsteidzoši bagātīga ar oglekli un ūdeni. Domājams, ka šādi asteroīdi senos laikos krituši uz Zemes, piegādājot dzīvības

tapšanai svarīgos oglekļa savienojumus. Taču parauga izpēte ir tikai pašā sākumā. Zinātnieki pat vēl precīzi nezina, cik daudz vielas ir konteinerā, bet noteikti tie ir vairāki simti gramu, un tas ir lielākais uz Zemi atgādātais asteroīda grunts paraugs. NASA dalīsies ar to, lai arī citās laboratorijās pasaulē varētu veikt parauga izpēti. Japāņu zonde *Hayabusa* atveda tikai nelielu daudzumu asteroīda putekļu, *Hayabusa 2* ievāca piecus gramus asteroīda vielas. Bennu paraugi ir veiksmīgi nogādāti uz Zemes, bet zonde, kas tagad pārdēvēta par OSIRIS-APEX, turpina ceļu kosmosā. 2029. gadā tā pārlidos un pētīs bēdīgi slaveno asteroīdu Apofisu, par kuru kādu laiku domāja, ka tas varētu ietriekties mūsu planētā. 🦋



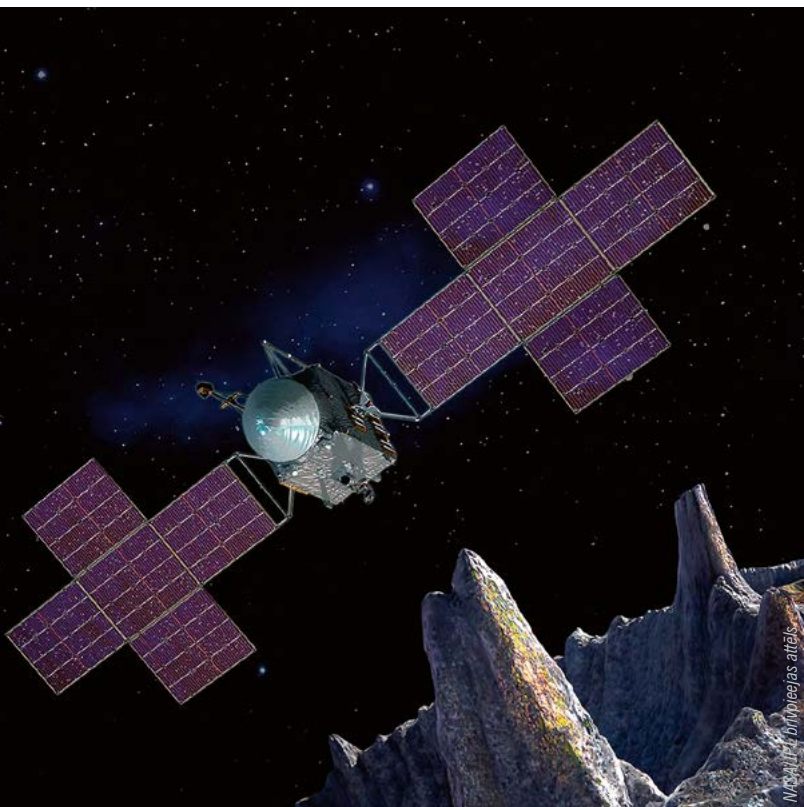
Asteroīda Bennu grunts (melnā krāsā) zondes OSIRIS-REx paraugu konteinerā

## PĒTĪS METĀLISKO ASTEROĪDU

2023. gada 13. oktobrī ceļā uz galvenās asteroīdu joslas asteroīdu Psihe devās tāda paša nosaukuma NASA planētu zonde *Psyche*. Zonde nonāks galamērķī 2029. gada augustā un ieies orbītā ap to.

Tā gandrīz divus gadus pētīs asteroīdu, izmantojot multispektrālo kameru, magnetometru un gamma starojuma spektrometru. Zonde noteiks asteroīda formu, ģeoloģiskās īpatnības, virsmas ķīmisko sastāvu, magnētisko lauku, ja

tāds ir, un masas sadalījumu. Psihe, kuras vidējais diametrs ir 220 kilometri, ir viens no desmit masīvākajiem asteroīdu joslas objektiem, tā masa ir gandrīz 1% visas asteroīdu joslas masas. Tas ir lielākais M tipa asteroīds, šā tipa asteroīdu sastāvā ir daudz dzelzs un niķeļa. Dati liecina, ka Psihe varētu būt kādas lielākas protoplanētas kodols, kas saglabājusies pēc pagātnē notikušas sadursmes. Taču nav izslēgts, ka dzelzs asteroīds tāds ir izveidojies sākotnēji. Zinātnieki cer, ka izdosies rast atbildi uz šo un citiem jautājumiem par asteroīdu veidošanos. Zondei ir jonu dzinējs orbītas korekciju veikšanai, tāpēc tai vajadzīgi lieli saules bateriju paneļi, kas ražo elektroenerģiju. Ir izrēķināts, ka uz Psihes sastopamie metāli uz Zemes maksātu milzu naudu. Taču tie neatrodas uz Zemes un nav tik viegli šurp atgādājami. Paies vēl krietns laiks, kamēr sāksies derīgo izrakteņu ieguve uz asteroīdiem. 🚀



Kosmiskais aparāts *Psyche* pie asteroīda mākslinieka skatījumā

## PLANĒTA AR KVARCA KRISTĀLIEM

Citplanētu dažādība ir pārsteidzoša. Džeimsa Veba kosmiskais teleskops planētas WASP-17b atmosfērā atklāja oglekļa dioksīdu, ūdens tvaikus un ... kvarca kristālus, kas veido mākoņus. WASP-17b ir gāzu milzis, kas atrodas ļoti tuvu savai zvaigznei, tāpēc temperatūra planētas dienas

pusē sasniedz 1500 °C. Lielā karstuma dēļ atmosfēra ir ļoti izpletusies. Planētas diametrs ir 285 000 kilometru, divas reizes lielāks nekā Jupitera diametrs, kaut arī planētas masa ir tikai puse Jupitera masas. Kosmiskais teleskops analizēja planētas atmosfērai cauri izgājušās zvaigznes gaismas spektru un 8,6 mikronu viļņa garumā konstatēja

kvarca kristāliem atbilstošu absorbcijas joslu. Kombinējot novērojumus ar Habla kosmiskā teleskopa datiem, zinātnieki spriež, ka tur varētu atrasties sīki, tikai 10 nanometrus lieli, sešstūra prizmas formas kvarca kristāli. Kvarcs sastāv no noteiktā veida izkārtotām silīcija dioksīda molekulām. Paisyuma efektu radītās bremsēšanās





NASA, ESA, CSA, Ralf Crawford (STScI)

Citplanētas WASP-17b atmosfēra mākslinieka skatījumā

## ZILĀS GAISMAS PROJEKTORI VISUMĀ

2018. gadā tika atklāts pirmais spožais ātrais zilās gaismas uzliesmojums (*luminous fast blue optical transient* jeb LFBOT). Kopš tā laika izdevies ieraudzīt vidēji vienu uzliesmojumu gadā. LFBOT parādās uz dažām dienām un izstaro spēcīgu zilo gaismu, bet ne tikai. Tie novēroti plašā elektromagnētiskajā viļņu diapazonā, arī radioviļņos un rentgenstarojumā. Pirmā hipotēze šo parādību saistīja ar īpašu kolapsējošu pārnovu paveidu, taču LFBOT, ko 2023. gada 10. aprīlī pamanīja *Zwicky Transient Facility* teleskops, bija citāds. Ar Habla komisko teleskopu izdevās noteikt, ka uzliesmojums noticis tālu no galaktikām, un tā ir maz ticama pārnovas atrašanās vieta. Masīvās zvaigznes, kas rada

pārnovas, dzīvo dažus desmitus miljonus gadu, un šajā laikā nevar paspēt aiziet tālu no rašanās vietas galaktikas spirālzarā. Tāpēc astronomi izteica pieņēmumu, ka uzliesmojumu varēja radīt vidējas masas melnais caurums, kura masa ir 100–1000 Saules masas (bet kuru pastāvēšana nav

dēļ WASP-17b vienmēr ir pagriezta pret zvaigzni ar vienu pusi. Domājams, ka kvarca nanodaļiņas veidojas uz robežas starp dienas un nakts pusi. Vēji iznes daļiņas planētas karstajā dienas pusē, un tur kvarca kristāli iztvaiko. Neparastajos fizikālajos apstākļos, kas valda planētas atmosfērā – lielajā karstumā un lielajā retinājumā –, kvarca kristāli var veidoties pa tiešo no gāzes, bez šķidrās fāzes. 🦋

pārliecinoši pierādīta). Domā, ka šādi melnie caurumi varētu veidoties lodveida zvaigžņu kopās, kas mēdz atrasties tālu no savas galaktikas centra. Bet varbūt tā bija divu neitronu zvaigžņu saplūšana, un viena no zvaigznēm bija magnetārs. Vismaz pagaidām jautājumu ir vairāk nekā atbilžu. 🦋

Pēdējais spēcīgais zilās gaismas uzliesmojums konstatēts starp galaktikām, kas liek apšaubīt līdzšinējo teoriju par tā izcelsmi

Mākslinieka zīmējums: NASA, ESA, NOIRLab, M. Garlick, M. Zamani, CC SA 4.0



A photograph of an astronaut in a white spacesuit floating in space. The astronaut is wearing a helmet with a reflective visor and has an American flag patch on the chest. They are holding a large, coiled yellow tether. The background shows the Earth's horizon and the blackness of space.

# Satelītu un kosmisko atkritumu fotometrija

ASTRONOMI ARVIEN LABĀK SPĒJ NOTEIKT, KUR TELPĀ AP ZEMI "PLIVINĀS" KOSMISKIE ATKRITUMI. ŠAJĀ DARBĀ IESAISTĪJUŠIES ARĪ LATVIJAS UNIVERSITĀTES SPECIĀLISTI.

*Gemini 4* astronauts Eds Vaitis kosmosā pazaudēja skafandra cimda ārējo apvalku



## KĀPĒC MĒS TO DARĀM?

**Z**vaigžņotās Debess lap-  
pusēs par kosmis-  
kajiem atkritumiem  
rakstīts ne reizi vien.

Taču īsi atgādināšu, ka tos vei-  
do darba mūžu beiguši satelī-  
ti, orbītā nonākušas nesējra-  
ķešu augšējās pakāpes un to  
fragmenti, objektu sadursmēs  
radušās lauskas un citi sīki ob-  
jekti, kas atdalījušies no lielā-  
kiem satelītiem vai arī izmes-  
ti no pilotējamiem kosmosa  
kuģiem. Kā piemēru var mi-  
nēt vēl 20. gadsimta 60. ga-  
dos kādā *Gemini* ekspedīcijā  
“aizbēgušu” astronauta cimdu  
vai arī nolietotas iekārtas un  
pavisam cilvēciskus atkritu-  
mus, kas speciālos 78 kilogra-  
mu konteineros tiek izsvies-  
ti no Starptautiskās kosmosa  
stacijas. Atkarībā no orbītas  
perigeja augstuma atkritu-  
mi, pirms tie sadeg Zemes at-  
mosfērā, orbītā var noturē-  
ties no dažām diennaktīm  
līdz pat daudziem tūkstošiem  
gadu. Par objektiem vairā-  
kus tūkstošus kilometru aug-  
stās orbītās pat varam teikt,  
ka tie no mūsu viedokļa riņ-  
ņo mūžīgi. Arvien intensīvāk  
izmantojot kosmisko telpu,  
uzkrājas liels daudzums *dra-  
zas*, kas mūsdienās jau pavi-  
sam nopietni ietekmē kos-  
misko lidojumu drošību.

Viegli saprast, ka kosmisko  
atkritumu vienībai ir visērtāk  
izsekot, uztverot tās atstaro-  
to Saules gaismu. Taču gais-  
ma spēj sniegt vēl virkni ziņu,  
kas ir svarīgas, prognozējot  
šo vienību tālāko kustību, tā-  
dējādi rūpējoties par kos-  
miskās satiksmes drošumu.

IR RADUSIES JAUNA NOZARE – SATELĪTU  
UN KOSMISKO ATKRITUMU FOTOMETRIJA,  
KAS ĻAUJ IZSEKOT UN IDENTIFICĒT  
KOSMISKOS OBJEKTUS, NOSAKOT  
TO IZMĒRUS, FORMU UN ROTĀCIJAS  
RAKSTURLIELUMUS.

Ir radusies nozare – satelītu  
un kosmisko atkritumu foto-  
metrija, kas ne tikai seko lī-  
dzi kosmisko atkritumu kustī-  
bai, bet arī mēra to atstarotās  
gaismas spožumu un spo-  
žuma izmaiņas laika gaitā.

Kosmisko atkritumu foto-  
metrija nepieciešama vairāku  
iemeslu dēļ. Pirmām kārtām  
tā ļauj izsekot un identificēt  
kosmiskos objektus, nosakot  
to izmērus, formu un rotāci-  
jas raksturlielumus. Tieši šī  
ir visnozīmīgākā informāci-  
ja, kas ļauj izprast atkritumu  
objektu uzvedību un arvien  
precīzāk prognozēt to trajek-  
toriju. Līdz ar to iespējams  
labāk novērtēt sadursmju ris-  
ku ar objektiem, kuri darbo-  
jas orbītā, jo īpaši ar tādiem,  
kam uz borta ir apkalpe, un  
īstenot nepieciešamos sadur-  
smes novēršanas manevrus.

Mēs palaikam saņemam zi-  
ņas, ka kaut ko tādu ir darīju-  
si Starptautiskā kosmosa sta-  
cija. Fotometrijas dati palīdz  
katalogizēt kosmosa atkritu-  
mus un uzturēt visaptvero-  
šu orbitālo objektu datubāzi.  
Nozīmīgākais šāds katalogs  
ir ASV uzturētais NORAD.

Fotometrija sniedz ziņas  
arī par atkritumu objektu fi-  
zikālajām īpašībām – izmēru,  
formu un materiālu, no kā tie  
gatavoti vai ar ko pārklāti. Tas  
vajadzības gadījumā palīdz  
identificēt nezināmu atkritu-  
mu objektu. Pētniekiem un  
inženieriem šādi dati ir nepie-  
ciešami, jo palīdz izstrādāt la-  
bākus kosmosa kuģu un satelī-  
tu aizsardzības pasākumus, kā  
arī veidot tādu kosmisko teh-  
niku, kas vai nu iespējami ātri  
noiet no orbītas pati, vai to var  
izvadīt no orbītas “piespiedu

PĒTNIEKIEM UN INŽENIERIEM  
NEPIECIEŠAMI DAUDZVEIDĪGI DATI, KAS  
PALĪDZ IZSTRĀDĀT LABĀKUS KOSMOSA  
KUĢU UN SATELĪTU AIZSARDZĪBAS  
PASĀKUMUS.



Viens no lielākajiem kosmiskajiem atkritumiem ir satelīts *Envisat*, kas atradīsies orbītā vēl apmēram 150 gadu. Tā masa ir astoņas tonnas

kārtā”. Tas arī palīdz novērtēt iespējamus bojājumus, ko var izraisīt kosmiskā atkritumu objekta trieciens.

Visbeidzot, labi zināmi atkritumu objekti var noderēt satelītu novērojumos lietojamo tālizpētes instrumentu kalibrēšanā. Mērot šāda objekta atstarojošās īpašības, iespējams instrumentus precīzi noregulēt un apliecināt to pareizu darbību un veikspēju.

### KĀ TAS NOTIEK?

Novērojumi un mērījumi notiek ar speciāli aprīkoti

teleskopiem. Teleskopam jāspēj sekot līdzi objektiem, kas atrodas dažāda augstuma un orientācijas orbītās, un jāspēj no objekta savākt un reģistrēt pietiekami daudz gaismas, lai varētu izdarīt secinājumus vismaz par tā spožumu un spožuma izmaiņām.

Izmanto pasīvo fotometriju, kas mēra no objekta atstaroto Saules gaismu. Mērījumu rezultātus ietekmē ne vien paša objekta un tā kustības raksturlielumi, bet arī apgaismojuma fāze – t. i., kādā leņķī objekts atrodas pret Sauli.

Teleskopam nepieciešams tikai pietiekami jutīgs gaismas uztvērējs. Viegli saprast – jo lielāks teleskops un jutīgāks tā uztverošais elements, jo tālākus un mazākus atkritumu objektus var novērot. Uztvērēja sensora priekšā novietojot dažādus gaismas filtrus, ir iespējams veikt multispektrālo fotometriju, kad pēta objekta atstarotās gaismas spožumu dažādās spektra joslās. Tas sniedz informāciju par materiālu, no kā objekts izgatavots vai ar ko tas pārklāts. Par īstu spektrofotometriju



## MULTISPEKTRĀLĀ FOTOMETRIJA, KAS PĒTA OBJEKTA ATSTAROTĀS GAISMAS SPOŽUMU DAŽĀDĀS SPEKTRA JOSLĀS, SNIEDZ INFORMĀCIJU PAR MATERIĀLU, NO KĀ OBJEKTS IZGATAVOTS VAI AR KO TAS PĀRKLĀTS.

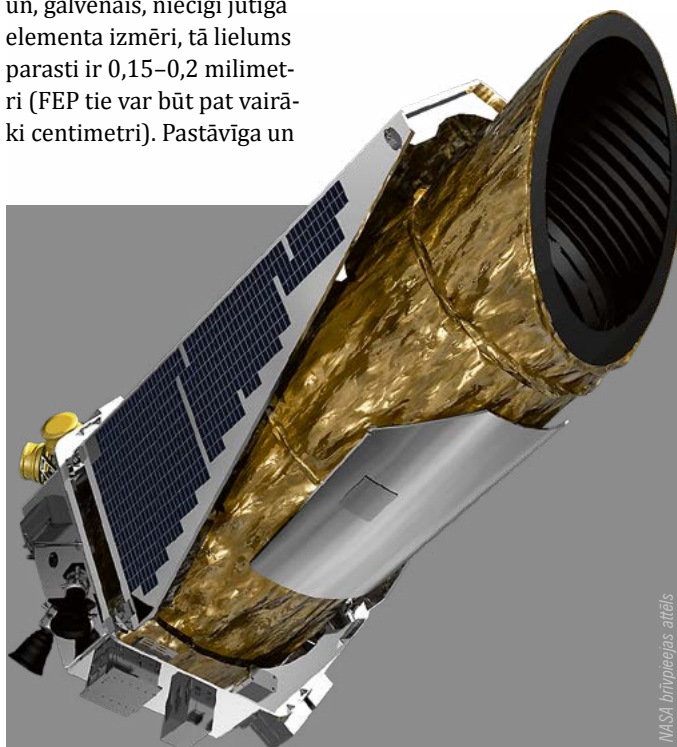
vairākumā gadījumu runāt nevar, jo tiek izmantotas tikai atsevišķas, pietiekami platas spektra joslas. Aktīvo fotometriju, kas izmantotu objekta mākslīgu apgaismošanu, piemēram, ar lāzeru, izmantot nevar, jo tas prasītu pārlietu lielu starojuma jaudu.

Kosmiskās ēras pirmsākumos satelītu fotometrija nebija aktuāla. Objektu koordinātu noteikšanai par starojuma uztvērēju izmantoja fotoplati. Tā ļāva noteikt arī objekta integrālo spožumu, taču nebija pietiekami jutīga, lai varētu reģistrēt spožuma izmaiņas. Teorētiski, mainīga spožuma objektam šķērsojot kameras redzes lauku, tas atstātu uz plates dažāda platuma svītru, taču praksē to izmērīt nebija reāli. Fotogrāfisko metožu vietā drīz nāca fotoelektriskās. Tās prasīja ļoti akurātu sekošanu, lai objekta atstarotā Saules gaisma vienmēr kristu uz jutīgā elementa. Dažāda tipa fotoelementi nebija pietiekami jutīgi, un stabili vietu ātri ieņēma fotoelektronu pavairotāji (FEP), kur katrs uztvertais kvants pārvēršas viegli reģistrējamā elektronu straumē. Tos šim nolūkam

izmanto arī tagad. Tomēr arvien vairāk tiek izmantoti pusvadītāju sensori. Sākotnēji lietoja fotodiodes, taču tās vairākumā gadījumu nav pietiekami jutīgas. Ļoti efektīvas ir vienfotona lavīndiodes SPAD (*single photon avalanche diode*), bet tām ir ierobežots dinamiskais diapazons un, galvenais, niecīgi jutīgā elementa izmēri, tā lielums parasti ir 0,15–0,2 milimetri (FEP tie var būt pat vairāki centimetri). Pastāvīga un

precīza fokusēšana šādā gadījumā ir ļoti sarežģīts uzdevums. Šo iemeslu dēļ SPAD mēdz izmantot tikai lāzerlokācijā, kad ir svarīgi uztvert vāju signālu, īpaši neinteresēties par tā raksturu.

Jau kopš 20. gadsimta 90. gadu sākuma, bet it īpaši strauji pēdējos 10–15 gados, kosmisko objektu fotometrija ir ienākušas attēlus veidojošās kameras ar lādiņsaites matricām. To jutīgie elementi ir pietiekami lieli, lai atvieglotu sekošanu, un pietiekami efektīvi, lai varētu mērīt arī vājākus objektus. Taču signāla apstrāde kļūst sarežģītāka, jo mums ir darīšana nevis ar "viendimensionālu" signālu,



Ļoti precīzs fotometrs bija Keplera kosmiskais teleskops. Tā vienīgais uzdevums bija mērīt zvaigžņu spožumu

# EIROPAS KOSMOSA AĢENTŪRĀ DARBOJAS KOSMOSA ATKRITUMU BIROJS, KAS KOORDINĒ DAŽĀDĀS OBSERVATORIJĀS VEICAMOS DARBUS.

bet ar dinamisku attēlu. Par to lauza galvu nevis inženieri un tehniķi, bet programmētāji.

## KAS TO DARA?

Mēs, protams, neveicam kosmisko atkritumu fotometriju tāpat vien, uz savu roku. Ņemot vērā problēmas globālo raksturu, tajā ir iesaistītas visas lielākās organizācijas, kas apgūst kosmisko telpu.

Mums nozīmīgākā organizācija ir Eiropas Kosmosa aģentūra (EKA), kas finansēja attiecīgo projektu Latvijas Universitātes Astronomijas institūta Satelītu lāzerlokācijas stacijā. Aģentūrā darbojas Kosmosa atkritumu birojs, kas koordinē attiecīgos darbus daudzās observatorijās, no kurām daļa, līdzīgi kā mēs, ir saistītas ar lāzerlokāciju, bet daļa ir tradicionālās observatorijas. EKA finansē un īsteno pētniecības projektus, kuru mērķis ir izstrādāt un uzlabot kosmosa atkritumu monitoringa metodes, tostarp fotometriskās novērošanas metodes. Viens no šādiem darbiem, kas palīdzēja labāk izprast kosmosa atkritumu uzvedību un dinamiku, kā arī veikt to sistemātisku novērošanu, bija 2021.–2023. gada projekts *Satellite and space debris photometry*

*capability development for SLR station Riga* – Satelītu un kosmisko atkritumu fotometrijas attīstīšana Rīgas Satelītu lāzerlokācijas stacijā, par ko pastāstīšu vēlāk.

Kosmosa atkritumu birojs organizē arī starptautisko sadarbību ar citām organizācijām, kas iesaistījušās attiecīgajā jomā. Starp tām var minēt NASA, Japānas JAXA, Ķīnas Nacionālo kosmosa administrāciju CNSA un Indijas Kosmosa pētniecības organizāciju ISRO. Agrāk bija sadarbība arī ar krievu *Roskosmos*, bet kopš Krievijas iebrukuma Ukrainā sadarbība ar to ir pārtraukta. Citas nozīmīgas lielo organizāciju struktūrvienības, kas nodarbojas ar kosmisko atkritumu sekošanu un fotometriju, ir ASV Aizsardzības departamenta Kosmosa novērošanas tīkls, kas pārvalda uz zemes izvietotu radaru un optisko teleskopu tīklu, un Eiropas kosmosa novērošanas un izsekošanas tīkls, kas ietver dažādu Eiropas valstu radaru un optiskās izsekošanas stacijas, apzina kosmosa situāciju, “kosmiskos laikapstākļus”, veic kosmosa atkritumu fotometriju.

Īpašas nozīmes centrs ir ASV gaisa spēku objekts HSSC (*Hawai'i Space Surveillance*

*Complex*), kas atrodas Maui salā. Tur kosmosa atkritumus izseko un novēro, izmantojot radaru sistēmas un optisko instrumentu kombināciju. Satelītu un atkritumu fotometriju veic arī labi pazīstamas optiskās astronomijas observatorijas, piemēram, Keka observatorija Havaju salās, Palomara kalna observatorija Kalifornijā un Lasiljas observatorija Čīlē.

## LATVIJAS UNIVERSITĀTES ASTRONOMIJAS INSTITŪTA FOTOMETRIJAS PROJEKTS

2020. gada rudenī sākām gatavot projekta pieteikumu EKA konkursam, kas bija domāts arī asociētajām dalībvalstīm, lai attīstītu savas ar kosmisko lidojumu jomu saistītās nozares. Mums bija vēlme pilnvērtīgi izmantot to, kas jau bija lāzerlokācijas stacijas rīcībā – lāzerlokācijas teleskopa LS-105 vizuālo (sekošanas) kanālu, kas lielākoties stāvēja dīkā, un speciālu kameru, kas savulaik tika iegādāta vizuālās sekošanas sistēmas vajadzībām un arī netika lietota. Pieteikumu apstiprināja, un 2021. gada pavasarī sākās darbs 63 tūkstošus eiro vērtajā projektā. Bija trīs pamata uzdevumi.

Pirmais uzdevums bija saistīts ar programmatūru, kas paredzēja pielāgot kamearas programmatūras satelītu novērojumu vajadzībām un izstrādāt programmatūru integrāļai (t. i., visa redzamā spektra kopējai) un daudzkrāsu fotometrijai. Par šo sadaļu bija atbildīgs pie





U.S. Air Force/Robert Q. Fugate

Optiskās novērošanas kompleks Maui salā

mums strādājošais viesiznātnieks no Kubas Horhe del Pino, fizikas doktors ar ilggadēju, var teikt, unikālu, pieredzi pavadoņu lāzerlokācijā. Nozīmīgu darba daļu šeit paveica fizikas maģistrantūras students Kristers Nagainis.

Otrais uzdevums attiecās uz aparāturu jeb “dzelžiem”. Ļoti nepraktiskais kameronas pievienojums bija jāaizvieto ar ērtu adapteru, kurā arī jāievieto attālināti vadāma filtru nomainīšanas sistēma, un konstrukcijā bija jāiekļauj speciāls mezgls, kas ļauj “izgriezt” attēla fragmentu uz kameras matricas. Par šo sadaļu atbildēja raksta autors, kurš arī uzņēmās projekta kopējo vadību. Izmantojot izdevību, izsaku pateicību

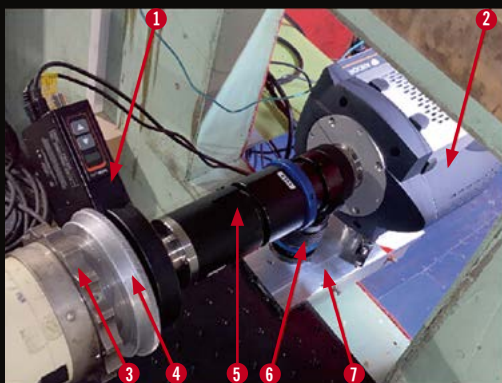
## SATELĪTU FOTOMETRIJAI LATVIJAS UNIVERSITĀTES ASTRONOMI IZMANTOJA LĀZERLOKĀCIJAS TELESKOPA LS-105 VIZUĀLO (SEKOŠANAS) KANĀLU UN SPECIĀLU KAMERU.

Latvijas Universitātes Atomfizikas un spektroskopijas institūta speciālistam Viesturam Silamiķelim par augstvērtīgu mehānisko komponentu izgatavošanu.

Trešajam uzdevumam bija divas daļas. Pirmkārt, vajadzēja veikt aparātūras kalibrēšanu pēc labi izpētītiem kosmosa atkritumiem un arī pēc maiņzvaigznēm ar precīzi

zināmiem spožuma maiņas parametriem. Otrkārt, vajadzēja izdarīt satelītu novērojumus, ietverot daudzkrāsu fotometrijas demonstrējumus. Šo sadaļu vadīja astronoms Ilmārs Eglītis, piedalījās arī Kristers Nagainis.

Līdz pat novērojumu fāzei darbs ritēja gludi un saskaņā ar grafiku, bet, kad programmatūras un aparātūras



1 – filtru mainītājs; 2 – EMCCD kamera; 3 – fokusēšanas gredzens; 4 – adaptors; 5 – kadra "izgriešanas" ierīce; 6 – balsts; 7 – kustīgā platforma

Fotometrijas aparātūra lāzerlokācijas teleskopa LS-105 vizuālajā kanālā. Tā ir novietota teleskopa Kudē fokusā ( $F = 4000$  milimetri), redzeslauks ir  $11 \times 11$  loka minūtes, optiskā izšķirtspēja ir 0,64 loka sekundes uz pikseli

## LATVIJAS KLIMATS SAGĀDĀJA NEPATIKŠANAS, VAIRĀK NEKĀ TRĪS MĒNEŠUS NEBIJA NEVIENAS NAKTS AR FOTOMETRISKAJIEM NOVĒROJUMIEM KAUT CIK PIEMĒROTIEM LAIKAPSTĀKĻIEM.

daļa tika pabeigta, sākās nepatīkšanas. Tās sagādāja Latvijas klimats. Sākot ar 2022. gada oktobri, vairāk nekā trīs mēnešus nebija nevienas nakts ar fotometriskajiem novērojumiem kaut cik piemērotiem laikapstākļiem. Lāzerlokāciju daļēja apmācīšanās vai viegls mākoņu plīvurs netraucē, taču fotometrijai ir nepieciešama skaidra debess visā novērojamā objekta trajektorijā, kamēr vien tam tiek sekots. Pilnvērtīgus novērojumus izdevās sākt tikai 2023. gada pavasarī. Pāris

mēnešu laikā tie tika pabeigti, un varējām ziņot par projekta nosacījumu sekmīgu izpildi gan tiešaistes prezentācijā, gan iesniedzot darba uzdevumā prasītos nodevumus.

### METODES UN APARĀTŪRA

Speciālā kamera *Andor iXon Ultra 888*, kas jau bija mūsu rīcībā, kalpoja par atspēriena punktu visam projektam. Tās  $1024 \times 1024$  pikseļu lielā matrica ir nevis parastā lādīņsaites (*charge coupled device*, CCD) matrica, bet gan EMCCD, kas nozīmē *Electron*

*Multiplying*. Proti, katrs matricas pikselis darbojas kā mazs fotoelektronu pavairotājs, spējot reģistrēt pat atsevišķus fotonus. Signāla nolasišana notiek līdzīgi kā no klasiskās CCD matricas, "notaustot" to pa rindiņām un kolonnām. Pikseļu nolasišanas ātrums ir līdz 30 MHz, kas nozīmē, ka visu matricu nolasa apmēram 28 reizes sekundē. Kvantu efektivitāte – tā daļa fotonu, kas no nokļuvušajiem uz matricas faktiski tiek arī reģistrēti – pārsniedz 90%, klasiskajam FEP tā mēdz būt ne vairāk kā 35%. Lai uzlabotu signāla un trokšņa attiecību, matricu dzesē līdz  $-60$  °C, bet, pievienojot papildu ūdens dzesēšanu, var sasniegt pat  $-100$  °C.

Kamerai iespējams pievienot īpašu ierīci kadra "izgriešanai" (*cropping*) uz matricas, un attiecīga programmatūra nodrošina, ka nolasīta tiks tikai izgrieztā matricas daļa. Ja izgriežam, piemēram,  $256 \times 256$  pikseļu lielu matricas apgabalu, viegli aprēķināt, ka kameras ātrdarbība sasniegs jau ap 450 kadriem sekundē, nezauhdējot jutību. Tas ir pietiekami pat ļoti strauji mainīga spožuma objektu fotometrijai.

Aparatūras komplektā ietilpst arī datorvadāms filtru nomaiņas mehānisms, kurā iespējams ievietot līdz pat sešiem dažādiem filtriem. Fotometrijas projektā izmantotajām redzamā un sarkanā diapazona filtriem (V un R pēc astronomisko filtru klasifikācijas), kā arī "tukšo" pozīciju – atvērumu bez filtra.



# PROGRAMMATŪRA ATROD ATTĒLĀ VISUS OBJEKTUS, IDENTIFICĒ MŪS INTERESĒJOŠO OBJEKTU, NOSAKA TĀ KONTŪRU, FONĀ LĪMENI UN IZSKAITĻO OBJEKTA PATIESO SPOŽUMU, ŅEMOT VĒRĀ FONU.

Neraugoties uz to, ka teleskopa vizuālajā kanālā ir speciāls optiskais kompensators, tas joprojām mazliet cieš no hromatiskās aberācijas. Tāpēc konstrukcijā ir arī fokusēšanas mehānisms un kustīga platforma, uz kuras balstās apmēram divus kilogramus smagā kamera. Taču nosacīti punktveida attēla fotometrijā pārlieku precīzs fokusējums pat nav vēlams, jo var izsaukt centrālo pikseļu pārgaismojumu un līdz ar to objekta spožuma nepareizu novērtējumu.

Kamera ir apgādāta ar programmatūru parametru (pastiprinājums, pikseļu grupēšana, dinamiskais diapazons u. tml.) izvēlei un ieglabāšanai. Parametri glabājas teksta failā. Darba uzdevums paredzēja sagatavot iestāţjumu komplektu darbam dažādos fona apgaismojuma un objekta spožuma apstākļos.

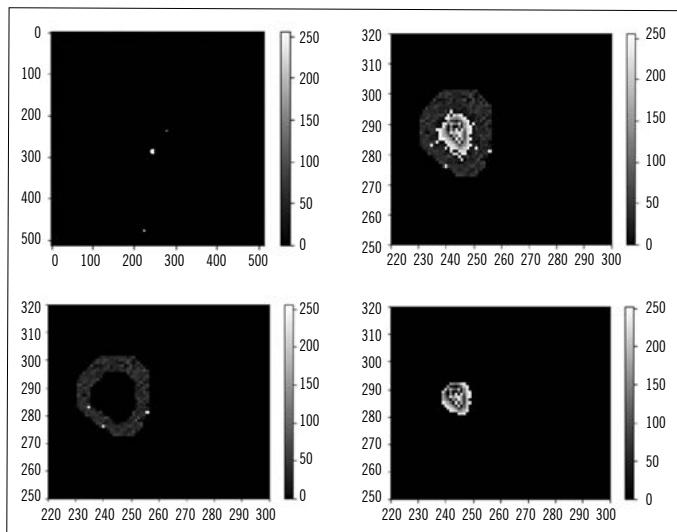
Attēli tiek saglabāti FITS formātā. Iespējams arī ierakstīt video, kura apstrādei reālā laika režīmā kamera ir nokomplektēta ar jaudīgu datoru. Apstrādes programmatūra ir veidota valodā *Python*, izmantojot atvērta koda pakotni *OpenCV* un pielāgojot tajā iekļautās funkcijas

konkrētajai projekta vajadzībai. Programmatūra vispirms veic katra atsevišķa attēla apstrādi, atrodot attēlā visus objektus, identificējot mūs interesējošo objektu un nosakot tā kontūru, nosakot fona līmeni un izskaitļojot objekta patieso spožumu, ņemot vērā fonu. Otrajā fāzē programmatūra konstruē objekta spožuma izmaiņu likni, arī dažādās izvēlētajās spektra joslās. Šī likne ir unikāla katram kosmiskajam objektam

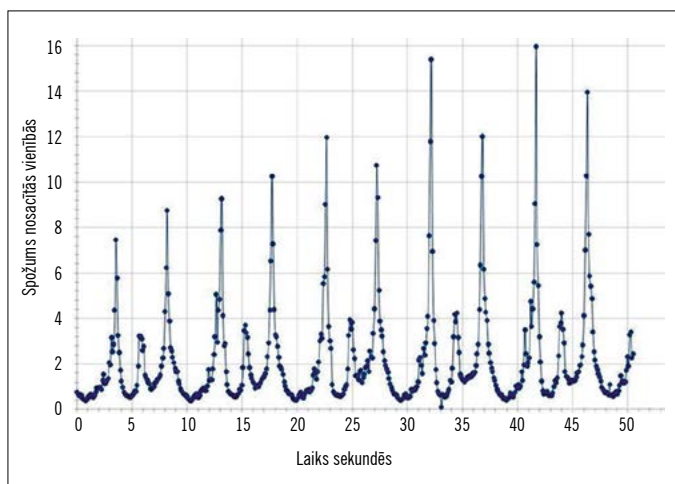
un veido tā “pirkstu nospiedumu”, pēc kura var noteikt, kas tieši tas ir par objektu. Līdzīga veida objektiem līknes ir līdzīgas, tomēr ne vienādas, un tas nereti ļauj arī noteikt, pie kuras objektu grupas tas pieder – vai tā ir nesējraķetes augšējās pakāpes lauska, no ierindas izgājis pavadonis vai kāds cits zīmīgs objekts.

## GALVENIE REZULTĀTI

Sākotnējie debess fona mērījumi, atmosfēras ietekmes noteikšana un kalibrēšana pēc objektiem bija saistīta galvenokārt ar programmatūras optimizēšanu, lai būtu droši, ka tā patiešām darbojas, kā paredzēts. Pirmais novērojumu posms noritēja Baldones observatorijā, izmantojot Šmita teleskopu ar tā CCD kameru. Tā kā šis teleskops nespēj sekot satelītiem



Atsevišķa attēla apstrādes galvenie posmi. Augšā pa kreisi – neapstrādāta attēla fragments ar atrastiem objektiem, pa labi – identificēts objekts ar fona fragmentu. Apakšā pa kreisi – fona fragments fona lieluma vērtības atrašanai, pa labi – izolēts objekts bez fona. Tieši šim objektam tiek aprēķināts integrālais spožums



Pavadoņa *Topex-Poseidon* spožuma maiņas līkne. Spožuma uzliesmojumus rada atstarojumi no saules bateriju paneļiem, tā svārstības – paneļu leņķa izmaiņas attiecībā pret novērotāju

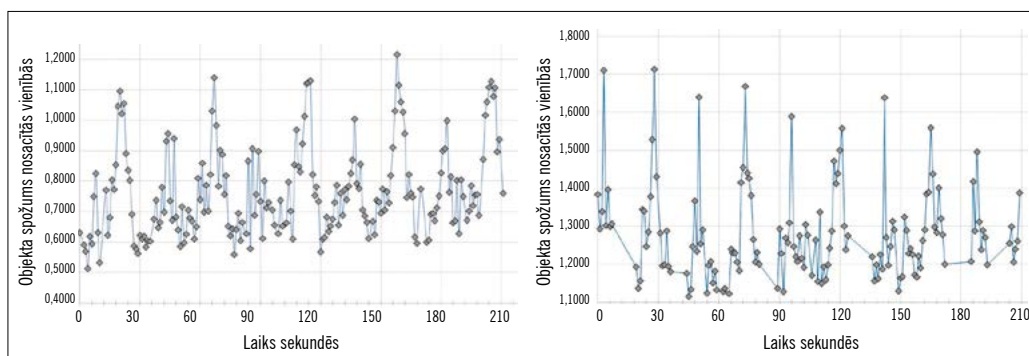
un kosmiskiem atkritumiem, proti, tādiem objektiem, kas ātri kustas, sākumā par kalibrēšanas objektiem izraudzījāmies vairākas maiņzvaigznes ar pietiekami ātru mainību un labi zināmiem, daudzkārt mērītiem un katalogos atrodamiem spožuma maiņas parametriem. Kad iegūtie rezultāti saskanēja ar katalogu datiem, bija skaidrs, ka programmatūra strādā atbilstoši noteiktajam uzdevumam.

Pēc tam un faktiski arī līdztekus Astronomijas institūta lāzerlokācijas stacijā sekojām labi zināmiem kosmisko atkritumu objektiem un mērījām to spožumu. Arī bija jāpārlicinās, ka pastāv saskaņa starp iegūtajiem rezultātiem un katalogos atrodamajiem datiem.

Viens novērojumu objekts bija pavadoņš *Topex Poseidon*. To palaida 1992. gadā 1340 kilometru augstā apļveida orbitā precīziem okeāna līmeņa

mērījumiem. Pēc tehniskas kļūmes 2006. gadā pavadoņi izlēdza, un tas savu aktīvo darbību beidza, pārvēršoties par kosmisko atkritumu. 2023. gada vasaras sākumā izdevās iegūt arī pirmos daudzkrāsu fotometrijas rezultātus, novērojot kosmisko atkritumu objektu – vecu GLONASS sistēmas pavadoņi. Novērojumus veica sarkanajā gaismā un integrāli – bez filtra. Spožuma līkņu atšķirība ir skaidri saskatāma. Tas bija pēdējais novērojums, ko prasīja projekta programma.

Turpmāk fotometrisko novērojumu programma jāsavietoj ar lāzerlokācijas stacijas galveno uzdevumu – pavadoņu lāzerlokāciju. Noteikta veida objektiem abus novērojumu veidus iespējams apvienot un veikt vienlaikus. Organizatoriski jāpanāk mūsu iekļaušana satelītu fotometrijas starptautiskajā aprītē, kas pavērs plašākas iespējas piedalīties dažādos novērojumu projektos. Taču, lai tas būtu iespējams, ir jāpierāda mūsu lāzerlokācijas stacijas spēja šo darbu veikt kvalitatīvi un sistemātiski. 🦋



Pavadoņa GLONASS 64 spožuma maiņas līkne sarkanajā diapazonā (pa kreisi) un pilnā spektrā (pa labi)



KRISS IMPEJS (CHRIS IMPEY), Arizonas Universitātes izcilības profesors  
KONIJA VOLKERE (CONNIE WALKER), ASV Optiskās un infrasarkanās  
astronomijas laboratorijas pētniece

Timekļa žurnāls *The Conversation*, CC BY ND licence

Ar autoru laipnu atļauju tulkojis ILGONIS VILKS

# Debesis, ko vērts saglabāt

NAKTS DEBESIS KATRU GADU KĻŪST PAR 9,6% GAIŠĀKAS,  
JO GAIŠMAS PIESĀRŅOJUMS "IZDZĒS" ZVAIGZNES.

Benny Ang/Flickr, CC BY

**L**ielāko daļu cilvēces vēstures zvaigznes liesmoja tumšās nakts debesīs. Bet, sākot ar rūpniecisko revolūciju, kad mākslīgā gaisma naktīs arvien vairāk apgaismoja pilsētas, zvaigznes sāka "pazust". Mēs esam divi astronomi, kuru pētnieciskā darbība ir atkarīga no tumšajām nakts debesīm. Gadu desmitiem astronomi ir būvējuši teleskopus Zemes tumšākajās vietās, lai izvairītos no gaismas piesārņojuma.

Mūsdienās lielākā daļa cilvēku dzīvo pilsētās vai priekšpilsētās, kas naktīs nevaicīgi apgaismo debesis, ievērojami samazinot zvaigžņu redzamību. Satelītu dati it kā liecina, ka gaismas piesārņojums Ziemeļamerikā un Eiropā pēdējo desmit gadu laikā ir palicis nemainīgs vai pat nedaudz samazinājies. Vienlaikus citās pasaules daļās, piemēram, Āfrikā, Āzijā un Dienvidamerikā, tas ir palielinājies. Taču satelīti neregistrē

zilgano gaismas diožu (LED) gaismu, ko pēdējā laikā parasti izmanto āra apgaismojumam, tāpēc gaismas piesārņojums tiek novērtēts par zemu.

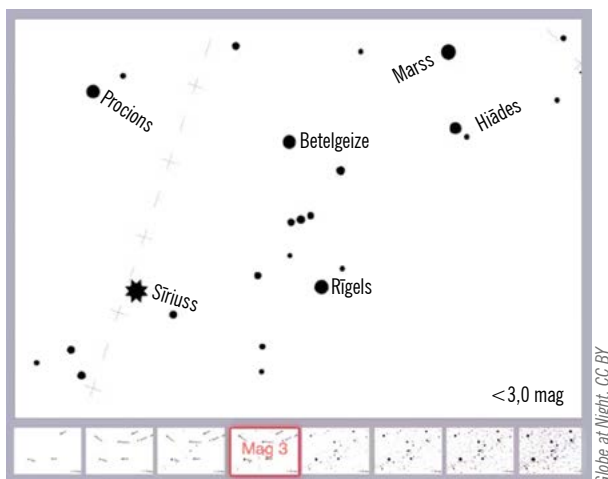
## GAISMAS PIESĀRŅOJUMA MĒRĪSANA

Starptautiskā pilsoņu zinātnes projekta *Globe at Night* mērķis bija izmērīt, kā laika gaitā mainās cilvēku iespējas redzēt nakts debesis. Paļaujoties uz sabiedrības sniegtajiem datiem, ir daudz

vieglāk veikt mērījumus ilgākā laikā no dažādām vietām. Lai projektam iesniegtu datus, brīvprātīgie tiešsaistes ziņošanas lapā norādīja datumu un laiku, savu atrašanās vietu un vietējos laikapstākļus. Novērojumus veica ne ātrāk kā stundu pēc saulrieta. Pēc tam lapā tika parādītas astoņas kartes ar zvaigznāju, kas ir redzams šajā gada laikā, piemēram, Orionu janvārī un februārī. Pirmā karte, kas attēlo gaismas piesārņotas nakts debesis, parāda tikai dažas spožākās zvaigznes. Katra nākamā parāda arvien vairāk un blāvākas zvaigznes, kas attēlo arvien tumšākas debesis. Pēc tam dalībnieks salīdzina to, ko viņš redz debesis, ar visatbilstošāko karti.

*Globe at Night* komanda tiešsaistes projektu sāka 2011. gadā, LED plašas ieviešanas pašā sākumā. Nesenajā publikācijā projekta komanda atfiltrēja datus, kas iegūti krēslas laikā vai tad, kad bija redzams Mēness, vai kad bija mākoņains laiks, vai kad dati nebija uzticami kāda cita iemesla dēļ. Pāri palika aptuveni 51 000 novērojumu, kas iegūti galvenokārt Ziemeļamerikā un Eiropā. Dati liecina, ka

”  
ZVAIŽŅU  
PIEPILDĪTAS  
DEBESIS RADA  
NEAIZSTĀJAMU  
BIJĪBAS SAJĪTU.



*Globe at Night* aptaujā lietotājiem lūdza izvēlēties, kura karte, kas atspoguļo dažādus gaismas piesārņojuma līmeņus, vislabāk atbilst zvaigžņotajām debesi virs galvas

”  
DAUDZIEM CILVĒKIEM NAKTS DEBESIS ŠOBRĪD IR DIVREIZ GAIŠĀKAS NEKĀ PIRMS ASTOŅIEM GADIEM. JO GAIŠĀKAS DEBESIS, JO MAZĀK ZVAIŽŅŅU VAR REDZĒT.

naksnīgās debesis katru gadu kļūva vidēji par 9,6% gaišākas. Daudziem cilvēkiem nakts debesis šobrīd ir divreiz gaišākas nekā pirms astoņiem gadiem. Jo gaišākas debesis, jo mazāk zvaigžņu var redzēt. Ja šī tendence turpināsies, tad bērns, kurš dzimis vietā, kur pašlaik debesis ir redzamas 250 zvaigznes, savā 18. dzimšanas dienā varēs redzēt tikai 100 zvaigznes.

### CĒĻONI, IETEKME UN RISINĀJUMI

Galvenie faktori, kas izraisa nakts debesu spilgtuma palielināšanos, ir

urbanizācija un pieaugoša gaismas diožu izmantošana āra apgaismojumā. Debess fona spožuma palielināšanās gan gaismas piesārņojuma, gan pieaugoša satelītu skaita dēļ, kas riņķo ap Zemi, apdraud mūsu kā astronomu spēju sekmīgi pievērsties zinātnei. Taču šo zaudējumu izjūt arī cilvēki ikdienā, jo tumšo debesu izzušana ir arī zaudējums cilvēka kultūras mantojumam. Zvaigžņotās nakts debesis ir iedvesmojušas māksliniekus, rakstniekus, mūziķus un filozofus tūkstošiem gadu. Daudziem cilvēkiem zvaigžņu



Jo lielāks gaismas piesārņojums, jo mazāk zvaigžņu cilvēks var redzēt, raugoties uz to pašu nakts debesu daļu. Attēlā pa kreisi redzams Oriona zvaigznājs tumšās debesīs, attēls labajā pusē ir uzņemts netālu no Oremas pilsētas Jūtas štatā, kurā dzīvo aptuveni 100 000 cilvēku

piepildītas debesis rada neaizstājamu bijības sajūtu.

Gaismas piesārņojums traucē arī ikdienas gaismas un tumsas ciklu, ko augi un dzīvnieki izmanto,

lai regulētu miegu, uzturu un vairošanos. Gaismas piesārņojums ietekmē divas trešdaļas pasaules galveno bioloģiskās daudzveidības apgabalu.

Indivīdi un sabiedrība kopumā var veikt izmaiņas, lai samazinātu gaismas piesārņojumu. Vienkārši nepieciešams izmantot pareizo gaismas daudzumu pareizajā vietā un istajā laikā. Gaismas piesārņojumu var samazināt, izmantojot āra apgaismes ķermeņus, kas spīd tikai uz leju; izmantojot spuldzes, kas izstaro vairāk dzeltenas, nevis baltas gaismas, kā arī apgaismojumu, ko regulē taimeris vai kustības sensori.

Nākamreiz, kad būsiet tālu prom no lielas pilsētas vai cita gaismas piesārņojuma avota, palūkojieties nakts debesis. Skats uz aptuveni 2500 zvaigznēm, kuras patiesi tumšās debesīs var redzēt ar neapbruņotu aci, varētu jūs pārliecināt, ka zvaigžņotās debesis ir resurss, ko ir vērts saglabāt. 🌌

## Godātais lasītāj!

Žurnāla veidotāji kopš 2022. gada ieviesuši tradīciju – tiešsaistes sarunu neilgi pēc numura iznākšanas. Autori iepazīstina ar saviem rakstiem, bet lasītāji var izvaicāt autorus un sniegt savus iespaidus par rakstiem, kurus jau ir sanācis izlasīt.

2023./2024. gada ziemas numuram veltītais pasākums *Atveram Zvaigžņoto Debesi* notiek

**14. decembrī plkst. 17.00.**

Lai pieslēgtos, tīmekļa pārlūkā izmanto saiti:  
[meet.google.com/oui-orkv-vhv](https://meet.google.com/oui-orkv-vhv)

**Nenokavē! Šoreiz būs tiešsaistes viktorīna ar balvām!**

*Zvaigžņotās Debess*  
izdoto numuru  
digitālā bibliotēka  
tagad atrodama  
žurnāla mājaslapā –  
[www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd)

Ja neizdevās pievienoties sarunai, ierakstu var noskatīties *Zvaigžņotās Debess* YouTube kanālā.



# Ieplānojiat ekskursiju Irbenes radioteleskopu kompleksā!

**N**etālu no Ventspils, Irbes upes krastā, atrodas Lielais šķīvis jeb radioteleskops RT-32, kas ir viens no lielākajiem Eiropā. Padomju Savienības laikā tas bija slepens militārs objekts un par tā pielietojumu zināja vienīgi nedaudzi. Šis un vēl trīs mazāki radio šķīvji veidoja būtisku daļu no padomju armijas pilsētiņas *Zvaigznīte*, ar kuriem militāristi varēja pārtvert un noklausīties “naidīgo Rietumu” radiosakarus. Tās iepriekšējie saimnieki armijas daļu pameta 1994. gadā.

Latvijas Zinātņu akadēmijas entuziastu grupa sāka darbu pie lielākās antenas *Saturn* atjaunošanas. Tika nodibināts Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs (VSRC), un 1996. gadā notika pirmie novērojumi ar RT-32. 2015. gadā tika pabeigta radioteleskopa paraboliskās antenas rekonstrukcija. Šobrīd Irbenes radioteleskopu komplekss ir Ventspils Augstskolas

institūta VSRC pārziņā, un tajā darbojas divas pilnībā grozāmas paraboliskās antenas RT-32 un RT-16, kā arī LOFAR antenu režģis, kas uztver vājus signālus no kosmosa dažādās frekvencēs. Irbenes kompleksā notiek Saules, galaktisko māzeru, pulsāru un supermasīvo melno caurumu pētījumi, kā arī darbs pie kosmisko misiju atbalsta.

Irbenes radioteleskopu kompleksā ar iepriekšēju pieteikšanos tiek piedāvātas ekskursijas gida pavadībā (latviešu, krievu vai angļu

valodā): pastaiga pa Irbenes teritoriju ap radioteleskopu RT-32, RT-8 torņa un tajā izvietotās ekspozīcijas par darbību PSRS laikā apskate, pie RT-8 izvietotās “vecās” RT-16 antenas apskate, kā arī pārgājiens pa pazemes tuneli. Komplekss ir iekļauts projekta *Militārais mantojums* tūrisma ceļvedī. Ekskursiju sezona ir no 1. aprīļa līdz 1. novembrim. Ekskursija jāpiesaka vismaz trīs dienas iepriekš pa e-pastu: [infovirac@venta.lv](mailto:infovirac@venta.lv). Ekskursiju vadītāja tālrunis +371 29230818. 📍



# Nevienādība starp vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko

IESPĒJAMS, PAZĪSTAMĀKĀ UN BIEŽĀK LIETOTĀ NEVIENĀDĪBA MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDĒS IR NEVIENĀDĪBA STARP VIDĒJO ARITMĒTISKO UN VIDĒJO ĢEOMETRISKO. BIEŽI TO SAĪSINĀTI APZĪMĒ KĀ  $A \geq G$  (angliski:  $AM - GM$ , *arithmetic mean - geometric mean*).

**Definīcija.** Par  $n$  skaitļu  $a_1, a_2, \dots, a_n$  vidējo aritmētisko sauc lielumu  $\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{n-1} + a_n}{n}$ .

**Definīcija.** Par  $n$  nenegatīvu skaitļu  $a_1, a_2, \dots, a_n$  vidējo ģeometrisko sauc lielumu  $\sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n}$ .

## Nevienādība starp vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko

Ja  $a_1, a_2, \dots, a_n$  ir nenegatīvi skaitļi, tad

$$\frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n} \geq \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n},$$

tas ir, skaitļu vidējais aritmētiskais ir lielāks vai vienāds ar šo skaitļu vidējo ģeometrisko, turklāt vienādība ir tad un tikai tad, ja visi skaitļi ir vienādi.

## SECINĀJUMI

- Ja  $n = 2$ , tad  $\frac{x+y}{2} \geq \sqrt{xy}$  nenegatīviem skaitļiem  $x$  un  $y$ .
- Ja  $n = 3$ , tad  $\frac{x+y+z}{3} \geq \sqrt[3]{xyz}$  nenegatīviem skaitļiem  $x, y$  un  $z$ .
- Dažreiz novērtējumu ir ērti lietot formā  $a_1 + a_2 + \dots + a_n \geq n \cdot \sqrt[n]{a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_n}$ .
- Pozitīviem skaitļiem  $x$  un  $y$  izpildās nevienādība  $\frac{x}{y} + \frac{y}{x} \geq 2$ , tas ir, skaitļa un tam apgrieztā skaitļa summa ir vismaz 2.
- Ja  $x$  ir pozitīvs skaitlis, tad  $x + \frac{1}{x} \geq 2$ .

## Latvijas atklātā matemātikas olimpiāde, 9. klase, 2016./2017. mācību gads

1. Pierādīt, ka  $x^6 + y^6 + \frac{2}{x^3y^3} - 4 \geq 0$ , ja  $x > 0, y > 0$ .

## Latvijas atklātā matemātikas olimpiāde, 11. klase, 2016./2017. mācību gads

2. Doti tādi četri pozitīvi skaitļi  $a_1, a_2, a_3$  un  $a_4$ , ka  $a_1a_3 = a_2a_4 = 2017$ . Kāda ir mazākā iespējamā izteiksmes  $(a_1 + a_2)(a_3 + a_4)$  vērtība?

## Latvijas atklātā matemātikas olimpiāde, 12. klase, 2016./2017. mācību gads

3. Pierādīt, ka  $\frac{1}{a} + \frac{4}{b} + \frac{16}{c} \geq \frac{49}{a+b+c}$ , ja  $a, b, c$  ir pozitīvi skaitļi!



# Pulkstenis ne vienmēr rāda pareizu laiku

TURPINĀM SKAIDROT VIENKĀRŠĀ VALODĀ ATBILDES UZ ZINĀTNISKI RISINĀMIEM JAUTĀJUMIEM, ŠOREIZ PAR LAIKU JEB “ZUDUŠO LAIKU MEKLĒJOT”, KAS IR ARĪ SLAVENĀ FRANČU RAKSTNIEKA MARSELA PRUSTA ROMĀNA NOSAUKUMS, KAS, STARP CITU, IR ARĪ PAR KATRA CILVĒKA PERSONĪGO LAIKA SAJŪTU. KĀDS IR PATIESAIS LAIKS – TAS, KO JŪTAM, VAI TAS, KO RĀDA PULKSTENIS?

**V**ienalga, vai mēs esam turīgi vai ne tik turīgi, jauni vai veci, sievietes vai vīrieši, mums vienmēr pietrūkst laika. Taču – vai mēs īsti saprotam, kas ir laiks? Kas ir tas, kā mums pietrūkst?

Kā varam droši zināt, ka laiks rit uz priekšu? Jautājums varētu šķist jocīgs. Paskatāmie pulksteņi – tur sekunžu rādītājs kustas uz priekšu acīm redzami, lēnāk tam seko minūšu un stundu rādītājs. Tātad

laiks rit, kustas uz priekšu. Taču – vai tas ir tik vienkārši?

## DIVAS DAŽĀDAS PARĀDĪBAS NOSAUKTAS VIENĀ VĀRDĀ – LAIKS

Es atceros savus skolas gadus, kā, reiz sēžot klubkrēslā





stockigt, Freepik

Mākslīgā intelekta veidots attēls

”

IEDOMĀJĪETIES – NEKĀ NAV, IR TIKAI BEZGALĪGS TUKŠUMS. JŪSU UN MANIS ARĪ NAV. VAI LAIKS VĒL JOPROJĀM TURPINA RITĒT UZ PRIEKŠU? JA TURPINA RITĒT, VAI TO VAR ZINĀT?

atgriezīsimies pie vienkārša pulksteņa, kurš mēra laiku. Ir bijuši un ir filozofi, kuri iebilst, ka tas, ko mēra pulkstenis, un tas, ko mēs katrs piedzīvojam, ir viens un tas pats laiks.

Iespējams, tās ir divas ļoti atšķirīgas parādības, ko mēs saucam vienā vārdā – laiks. Esmu drošs, ka katrs no mums ir piedzīvojis situācijas, kad laiks rit nenormāli ātri. Parasti tas ir tad, kad kaut ko darām ar lielu aizrautību un laiks paiet nemanot. Un arī pretēji. Mēs gaidām iekāpšanu

lidmašīnā vai stāvam kādā rindā. Rodas vēlme uz kādu brīdi “izslēgt laiku”, pārlēkt laikā uz priekšu, lai kārtā rindā būtu jau pienākusi vai lidmašīna jau pacēlusies gaisā.

Starp citu, interesanti būtu zināt, ja šāda iespēja pastāvētu, vai mēs tiešām gribētu laikā palēkt uz priekšu? Un daļu no sava ierobežotā dzīves garuma it kā izmestu. Vai tiešām būtu gatavi to darīt?

Vienas pareizās atbildes uz visiem šiem jautājumiem nav. Divi intelektuālās

sava tēva kabinetā (šķiet, ka bērnībā laika bija vairāk...), domāju – kā es zinu, ka laiks rit uz priekšu? Tikšļ pulkstenis pie sienas. Bet ja pulksteņa nebūtu? Pēc Saules augstuma virs horizonta. Nu labi, bet ja Saules arī nebūtu? Elektroniski “riņķo” atomos ap atoma kodoliem. Bet, ja nekā nebūtu, vai laiks joprojām būtu?

Iedomājieties – nekā nav, ir tikai bezgalīgs tukšums. Jūsu un manis arī nav. Vai laiks vēl joprojām turpina ritēt uz priekšu? Ja turpina ritēt, vai to var zināt?

Atstāsim šo jautājumu uz brīdi bez atbildes un



vector corp, Freepik

Šeit redzam tukšu telpu, bet iedomājieties, ka nav arī tās, ir tikai bezgalīgs tukšums. Vai laiks turpina ritēt?

▶▶▶



Herca Franks, Juris Podnieks, Rīgas kinostudija

Kadrs no Herca Franka filmas *Vecāks par 10 minūtēm*. Puisēns vēro leļļu teātra izrādi un izdzīvo nepastarpinātas emocijas, kļūstot par desmit minūtēm vecāks, bet vairāk pieredzējis un emocionāli nobriedušāks

STARP CITU, INTERESANTI BŪTU ZINĀT, JA ŠĀDA IESPĒJA PASTĀVĒTU, VAI MĒS TIEŠĀM GRIBĒTU LAIKĀ PALĒKT UZ PRIEKŠU? UN DAĻU NO SAVA IEROBEŽOTĀ DŽĪVES GARUMA IT KĀ IZMESTU. VAI TIEŠĀM BŪTU GATAVI TO DARĪT?



geralt, Phobday

Kādēļ telpā varam kustēties gan uz priekšu, gan atpakaļ, bet laikā tikai uz priekšu?

pasaules dižgari – fiziķis Alberts Einšteins un filozofs Anrī Bergsons – ilgus gadus par to gan publiski, gan privāti strīdējās. Vai patiesais laiks ir tas, ko mēra bezkaislīgs pulkstenis, vai tomēr laiks ir tas, ko katrs no mums emocionāli piedzīvo? Man šķiet, ka atbilde, iespējams, ir citur. Mēs vienkārši divas dažādas parādības, kas katra ir svarīga savā kontekstā, nosaucam vienā vārdā – laiks.

## LAIKS RIT UZ PRIEKŠU

Taču vienalga, vai tas būtu subjektīvais laiks, ko piedzīvojam, vai objektīvais laiks, ko mēra pulkstenis, viens gan ir skaidrs – laiks vienmēr rit tikai un vienīgi uz priekšu. Nav iespējams laikā kustēties atpakaļ. Kā mēs to droši varam apgalvot? Pirmām kārtām nevienam, cik zināms, tas nav izdevies. Bet ir otrs – vēl būtiskāks – arguments. Ir kaut kas, ko mēs savā dzīvē gribam uzskatīt par pasaules pamatu. Notikumiem ir cēloņi, kas izraisa sekas. Cēlonis VIENMĒR ir pirms sekām. Ja tā nebūtu, pasaule kļūtu patiešām neiespējama.

Lai to ilustrētu, atstāstīšu (kā es to atceros) epizodi no poļu fantasta un futūrista Staņislava Lema romāna, kurā aprakstīts šāds notikums. Kosmosa kuģa apkalpe ilgus gadus atradās ceļā. Cilvēki sāka nogurt, un daži kļuva par dīvainiem. Un tad vienā dienā pie kosmosa kuģa komandiera ieradās viens no apkalpes locekļiem ar savām pārdomām. Viņš teica – esmu

## TAS VĒLREIZ LIEK JAUTĀT, KĀDĒĻ TĒLPĀ VARAM KUSTĒTIES GAN UZ PRIEKŠU, GAN ATPAKAĻ, BET LAIKĀ TIKAI UN VIENĪGI UZ PRIEKŠU. KĀDĒĻ TĀ?

ilgi domājis par savu dzīvi un nonācis pie grūta secinājuma – es esmu sapratis, ka esmu pats sev tēvs...

Padomājiet, ko šis cilvēks saka, un būs viegli saprast, ka šis ir mākslinieciskā formā ietērpts klasisks piemērs, kad sekas ir pirms cēloņa. Šim stāstam ir izvēlēta tāda forma, lai situāciju padarītu maksimāli absurdu. Mēs noteikti neesam gatavi noticēt, ka kāds var izrādīties pats sev tēvs, pats sevi radījis.

Tas vēlreiz liek jautāt, kādēļ telpā varam kustēties gan uz priekšu, gan atpakaļ, bet laikā tikai un vienīgi uz priekšu. Kādēļ tā?

Fiziķi, vismaz lielākā daļā, domā, ka atbilde uz šo jautājumu slēpjas tajā apstākļī, ka jebkura sistēma, lieta un Visums kopumā virzās no sakārtotāka stāvokļa uz haotiskāku, mazāk sakārtotu. Jebkas, atstāts savā vaļā, sabrūk, sairst. Šī virzība no kārtības uz haosu nav nekas cits kā laika bultas virziens. Varam teikt, ka laiks ir virzība no kārtības uz haosu. Fiziķi kā jebkuras citas profesijas pārstāvji ir izdomājuši savu terminoloģiju jeb, vienkārši sakot, žargonu. Viņi nekārtības mēru sauc par entropiju un

saka, ka laika virzību nosaka fakts, ka entropija pasaulē nepārtraukti pieaug.

Varat iebilst, ka ir taču daudz pretēju piemēru. Katrs no mums par sevi var domāt kā par šādu piemēru. Mēs esam sākušies no vienas šūnas un savā individuālajā dzīvē izveidojušies par samērā gudriem (tā mums par sevi gribas domāt) cilvēkiem. Jā, taisnība. Bet tas ir tikai tik ilgi, kamēr mēs turpinām nepārtraukti uzņemt enerģiju, elpojot un ēdot. Taču – cits agrāk, cits vēlāk – vienreiz mēs pārstāsim to darīt un pilnīgi droši nonāksim līdz brīdim, kad par mums teiks – no pīšļiem tu esi nācis, par pīšļiem tev būs palikt... Te mēs atkal nonākam pie domas, ka laiks nav iespējams bez vielas, bez matērijas. Nav absolūta laika “tur ārā”, kur nekā nav.

### LAIKU IETEKMĒ TĒLPA – VISI PULKSTENĪ NERĀDA VIENĀDI, BET IR PĀREIZI

Un visbeidzot. Varbūt tomēr nemēģināsim izmežģīt prātu, domājot par laika ļoti abstrakto dabu. Paliksim pie tā, ka laiks ir tas, ko mēra mūsu pulksteņi. Tie kļūst elektroniski un aizvien precīzāki paši par sevi, un vēl papildus

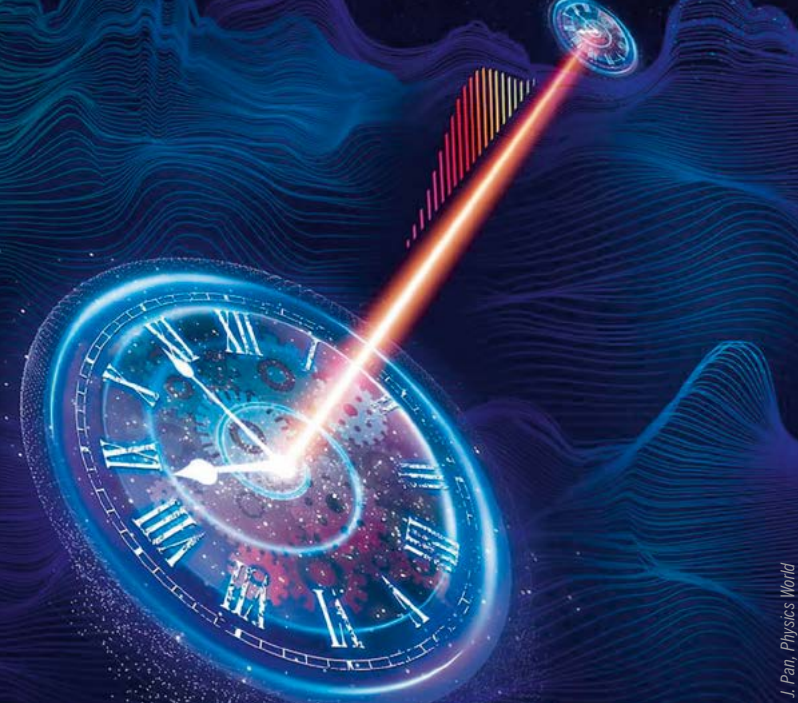


Jebkas, atstāts savā vaļā, sabrūk, sairst

mūsu viedierīces tos konstanti saskaņo ar precīzā laika dieņestiem caur globālo tīmekli. Visi mūsu pulksteņi tāpat rāda vienu un to pašu laiku. Neviens ne steigjas, ne arī atpaliek. Piemēram, tiešsaistes sapulcēs mēs vairs nevaram aizbildināties – atvainojiet, mans datora pulkstenis kavējās par dažām minūtēm, tāpēc nokavēju sanāksmes sākumu...

Bet te nu kārtējais pārsteigums. Izrādās, ka mūsu ļoti precīzais atomu pulkstenis rādīs dažādu laiku atkarībā no tā, cik ātri tas kustēsies. Tam arī ir interesants





Pulkstenis rādīs dažādu laiku atkarībā no tā, cik ātri tas kustēsies

iemesls, par kuru ikdienā, visticamāk, neesam aizdomājušies. Visi mūsu pulksteņi laiku mēra pastarpināti, atkarībā no procesiem, kas notiek TELPĀ. Piemēram, vectēva pulkstenis mājās pie sienas skaita, cik reižu skaistais misiņa svārstš, ko mīļi sauc par “pulksteņa pendeli”, būs nosvārstījies. Un, lai kāds arī būtu modernais pulkstenis, mehānisks vai elektronisks, tas joprojām vienā vai citā veidā skaita noteiktus cikliskus procesus telpā.

Te slēpjas intriga.

Iespējams, esam dzirdējuši, ka jau pieminētais Alberts Einšteins radīja relativitātes teoriju. Gribas jautāt, kādēļ relativitātes teorija? Kas tajā ir relatīvs? Izrādās, ka relatīvas ir tās pašas telpas īpašības, piemēram, garums. Un, ja caur telpā notiekošiem procesiem mēs mērām laiku, tad relatīvs kļūst arī laiks.

Kā tas izpaužas? Piemēram, ja katrs paņemtu senu pulksteni ar vienāda garuma “pendelēm”, pēc tam jūs iesēdinātu kosmosa kuģī un “aizšautu” ar lielu ātrumu.

Tas, ko es redzētu, – jūsu pulksteņa penbele vairs nebūtu tikpat gara kā manam pulkstenim. Bet pulksteņi ar dažādu garumu pendelēm dažādi skaita laiku. Kurš ir pareizais laiks? Izrādās, ka atbildes uz šo jautājumu nav.

Abi laiki ir pareizi. Fiziķu žargonā tas nozīmē – katrā atskaites sistēmā ir savs laiks.

## LAIKS, KO UZTVĒR GPS, NAV TAS PĀTS, KAS MUMS UZ ZEMES

Varētu šķist, ka viss šis stāsts ir abstrakts un nekādi neattiecas uz mūsu ikdienas dzīvi. Droši vien daļēji tā tas arī ir. Bet tikai daļēji un tāpēc, ka kāds cits mūsu vietā par šo jau ir padomājis. Viens piemērs, kādēļ tas ir svarīgi mūsu ikdienā. Daudzi no mums izmanto globālo pozicionēšanas sistēmu jeb GPS, gan braucot mašīnā nepazīstamā vietā, gan telefonā tūrisma pārgājienā vai meklējot kādu adresi pilsētā.

Šajā rakstā neiedziļināsimies detaļās, bet mūsu GPS ierīce uztver signālu no vismaz trīs mākslīgajiem Zemes pavadoniem, nosaka šo signālu pienākšanas laikus un, tos zinot, izrēķina ierīces atrašanās vietu attiecībā pret šiem pavadoniem, bet tālāk to pārrēķina attiecībā pret vietu uz Zemes, kur jūs atrodaties. Lai noteiktu pavadoņu raidīto signālu pienākšanas laiku, ir jāzina, cikos

”  
TAS, KO ES REDZĒTU, – JŪSU PULKSTEŅA PENDELE VAIRS NEBŪTU TIKPAT GARA KĀ MANAM PULKSTENIM. BET PULKSTEŅI AR DAŽĀDU GARUMU PENDELĒM DAŽĀDI SKAITA LAIKU. KURŠ IR PAREIZAIS LAIKS? IZRĀDĀS, KA ATBILDES UZ ŠO JAUTĀJUMU NAV.

GPS satelīts orbītā ap Zemi

VISS KĻŪST GRŪTI UZTVERAMS, TĀPĒC RĒĶINUS ATSTĀSIM FIZIĶU ZIŅĀ. TAČU, JA VIŅI NEBŪTU MŪS IEMĀCĪJUŠI TO VISU ŅĒMT VĒRĀ, DARBINOT GPS IERĪCES, MŪSU ATRAŠANĀS UZ ZEMES BŪTU NOTEIKTA TIK NEPRECĪZI, KA NO GPS IEKĀRTĀM NEBŪTU NEKĀDA LABUMA.

tas tika noraidīts, cik rādīja pavadoņa pulkstenis. Taču pavadonis kustas gan ar lielu ātrumu (apmēram 14 000 kilometru stundā), gan – vēl svarīgāk – atrodas Zemes gravitācijas (pievilkšanas spēka) laukā. GPS pavadoņi riņķo ap Zemi apmēram 20 000 kilometru augstumā, kur Zemes pievilkšanas spēks ir ievērojami mazāks nekā uz Zemes. Arī Zemes gravitācijas lauka stiprums ietekmē garumu telpā

un tātad pavadoņa pulksteņa gaitu. Interesanti pamanīt, ka garuma izmaiņa pavadoņa kustības ātruma dēļ izraisa tā pulksteņa atpalikšanu no pulksteņa uz Zemes par apmēram 7 mikrosekundēm dienā, bet gravitācijas lauks, tieši pretēji, tā kustību pātrina par apmēram 45 mikrosekundēm dienā.

Viss kļūst grūti uztverams, tāpēc rēķinus atstāsim fiziķu ziņā. Taču, ja viņi nebūtu mūs iemācījuši to visu

ņemt vērā, darbinot GPS ierīces, mūsu atrašanās uz Zemes būtu noteikta tik neprecīzi, ka no GPS iekārtām nebūtu nekāda labuma.

Taču, pateicoties fizikas atbilstībai un fiziķu formulām, GPS veidotāji visus šos efektus ir ņēmuši vērā, un mēs varam izbaudīt GPS tehnoloģiju piedāvātās ērtības.

Ko šis stāsts mums māca? Galvenokārt to, ka ir interesanti un lietderīgi dažreiz padomāt arī par šķietami acīmredzamo un vienkāršo, piemēram, par to, ko tad īsti mēs redzam, kad skatāmies savos pulksteņos. Aiz tā bieži vien slēpjas daudz interesanta un aizraujoša. 🦋

Raksts pirmo reizi publicēts Latvijas sabiedrisko mediju portālā LSM.lv



# Roboti dodas uz Mēnesi



Mākslīniskā skatījums. Xinhua News Agency

Chang'e 5 modulis ar iegu paraugiem startē no Mēness

KAMĒR GAIDĀM CILVĒKU ATGRIEŠANOS UZ MĒNESS, UZ TĀ REGULĀRI NOLAIŽAS AUTOMĀTISKĀS ZONDES. TAČU NE VISĀM VEICAS.

20. gadsimta beigās un 21. gadsimta sākumā Mēnesi aktīvi pētīja orbitālie aparāti. Misijas beigās tos reizēm apzināti ietrieca Mēness virsmā, lai analizētu trieciena radīto gāzu un putekļu mākonī. Taču mīkstās nosēšanās mēģinājumi nenotika līdz pat 2013. gadam, kad uz Mēness nolaidās Ķīnas zonde *Chang'e 3*. Tā bija atgriešanās uz Mēness pēc ilgjiem gadiem, jo pēdējo lēno nolaišanos 1976. gadā veica PSRS zonde *Luna 24*. Pēdējos

desmit gados uz Mēness mēģinājuši nosēties astoņi kosmiskie aparāti, četriem tas ir izdevies. Sagaidāms, ka nākamajos desmit gados mēģinājumu būs vairāk, jo ir atjaunojusies interese par Mēness virsmas izpēti.

## PAŅĀKUMI UN NEVEIKSMES

**2013.** Ķīnas zonde *Chang'e 3* **sekmīgi nolaidās** uz Mēness un palaida roveri *Yutu*, kas pārvietojās pa Mēness virsmu.

**2019.** Ķīnas zonde *Chang'e 4* **sekmīgi nolaidās** Mēness neredzamajā pusē un palaida roveri *Yutu 2*, kas pārvietojās pa Mēness virsmu. Skatīt Ilgoņa Vilka rakstu *Ķīnieši Mēness neredzamajā pusē* žurnāla *Zvaigžņotā Debess* 2019. gada pavasara numurā.

**2019.** Izraēlas privāttās firmas *SpaceIL* nolaižamais aparāts *Beresheet* **nogāzās** uz Mēness, jo



žiroskopu kļūdas dēļ izslēdzās galvenais dzinējs.

**2019.** Ar Indijas zondes *Chandrayaan 2* nolaižamo aparātu *Vikram* bremsēšanās laikā tika pazaudēti sakari, un tas **nogāzās** uz Mēness.

**2020.** Ķīnas zonde *Chang'e 5* **sekmīgi nolaidās** uz Mēness, paņēma iegu paraugus un nogādāja tos uz Zemes.

**2023.** 25. aprīlī ar Japānas privātās firmas *ispace* nolaižamo aparātu *Hakuto-R* dažas sekundes pirms nosēšanās tika pazaudēti sakari, un tas **ietriecās** Mēness virsmā.

**2023.** Krievijas zonde *Luna 25* neprecīzi veica orbitālo manevru un 19. augustā **ietriecās** Mēness virsmā.

**2023.** 23. augustā Indijas zondes *Chandrayaan 3* nolaižamais aparāts **sekmīgi nosēdās** Mēness dienvidpola apkaimē un palaida roveri *Pragyan*, kas pārvietojās pa Mēness virsmu.

Kā redzam, vislabāk ir veicies Ķīnai, visas misijas bijušas veiksmīgas. Indijas zondei *Chandrayaan* izdevās nolaisties uz Mēness ar trešo piegājienu. Tiesa, *Chandrayaan 1* mīkstā nosēšanās nemaz nebija paredzēta. Sliktāk ir veicies privātajām firmām un Krievijai.

### KO PAVEICA CHANDRAYAAN 3?

Nolaižamais aparāts *Vikram* analizēja tuvāko apkārtni – mērīja temperatūru,

regolīta siltumvadītspēju, plazmas koncentrāciju un virsmas vibrācijas. Roveris *Pragyan* nobrauca 100 metru pa Mēness virsmu un analizēja iegu ķīmisko sastāvu. Tika konstatēts alumīnijs, kalcijs, dzelzs, hroms, mangāns, silīcijs un skābeklis. Pārsteidzoši, ka atrada arī sēru, kura Mēness iežos ir maz. Meklēja, taču, cik saprotams, neatrada ūdeņradi. Protams, visi rezultāti vēl nav apstrādāti un publicēti. 3. septembrī nolaižamo aparātu un roveri pārslēdza miega režīmā. Pēc Mēness nakts tie vairs “nepamodās”, jo elektronika nebija paredzēta –120 grādu temperatūrai.

### MĒRKIS – DIENVIDPOLS!

Mēness dienvidpols ir iezīmēts kā perspektīvākā kosmisko aparātu darbības vieta. Kāpēc? *Zvaigžņotās Debess* 2021. gada pavasara numurā vairāku autoru rakstā *Mēness zelta drudzis* ļoti precīzi pateikts, ka darbībai uz Mēness nepieciešami gaismas un ūdens. No Saules gaismas ar saules baterijām var iegūt elektroenerģiju. Jāņem vērā, ka lielākajā daļā Mēness divas nedēļas ilgst nakts un valda liels aukstums. Tikai Mēness polu apgabalos ir krāteru apmales – “mūžīgās gaismas virsotnes”, kur gandrīz nepārtraukti spīd Saule. Turklāt šajos pašos



Indijas zonde *Chandrayaan 3* uz Mēness 2023. gada 30. augustā



Indijas Mēness roveris *Pragyan* uz nobraucamās rampas

apgabalos krāteru dziļākās vietas atrodas mūžīgā ēnā, un tur ir atrodams ūdens ledus. Ledu var izkausēt, ūdeni pakļaut elektrolīzei un iegūt lielus raķešu degvielas komponentus – ūdeņradi un skābekli. Tālākā nākotnē Mēness ūdens būs vajadzīgs cilvēkiem

dzeršanai, ēku būvēšanai u. tml. Pētījumi rāda, ka vairāk ledus ir Mēness dienvidpola krāteros, tāpēc ir sāktā šā apgabala aktīva izpēte un apgūšana.

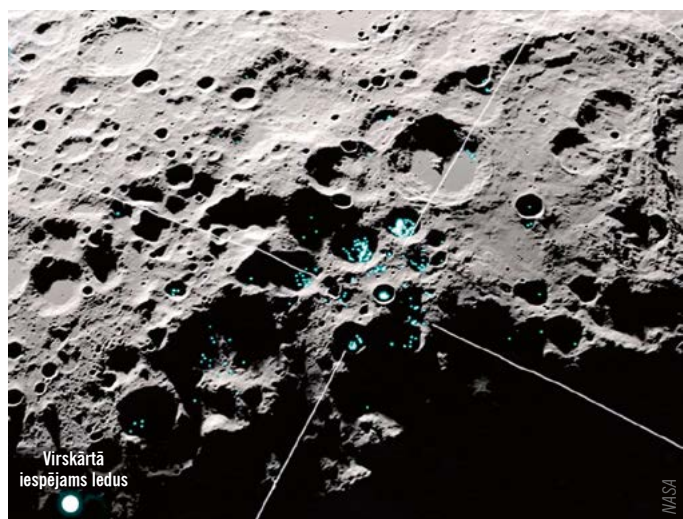
### TURPMĀKIE PLĀNI

Laikā, kad top šis raksts, ceļā uz Mēnesi ir Japānas

kosmosa aģentūras JAXA zonde SLIM, kuras nosēšanās izvēlētajā vietā ar 100 metru precizitāti paredzēta 2024. gada janvārī vai februārī. Ja viss veiksies labi, tā nosviedīs divus nelielus aparātus, kas lēkās (LEV-1) un rāpos (LEV-2) pa Mēness virsmu. Turpmāk paredzētas daudzas nolaišanās uz Mēness. Savu Mēness izpēti programmu turpina Ķīna. *Chang'e 6*, ko paredzēts palaist 2024. gada maijā, pētīs Mēness dienvidpola apkaimi un pirmo reizi nogādās uz Zemes Mēness neredzamās puses iežu paraugus. *Chang'e 7*, kuras starts paredzēts 2026. gadā un kuras sastāvā būs orbitālais aparāts, nolaižamais aparāts un miniatūra lidojoša zonde, pētīs resursus Mēness dienvidpolā. *Chang'e 8*, ko plānots palaist 2028. gadā, izmēģinās Mēness resursu izstrādes un izmantošanas tehnoloģijas.

Nodomi ir arī Krievijai, taču uz tās solītajiem termiņiem nevar īpaši paļauties. Lai atceramies, ka gandrīz desmit gadus bija jāgaida zondes *Luna 25* starts, turklāt lidojums izrādījās neveiksmīgs. 2028. gadā ir iecerēts Mēness neredzamajā pusē pie dienvidpola nosēdināt zondi *Luna 27*.

NASA ir likusi uzsvāru uz privāto firmu iesaistīšanu transportlīdzekļu izstrādē, kas varētu Mēness dienvidpolā nogādāt NASA un citu pasūtītāju kravas. Programma *Commercial Lunar Payload Services* (komerciālie



Virskārtā iespējams ledus

Mēness dienvidpols. Norādītas vietas, kur virszemē iespējami ledus krājumi

Mēness kravu pakalpojumi) sākās 2018. gadā un paredzēta desmit gadiem.

Tuvākajā laikā programma varētu nest pirmos augļus, jo 2024. gada janvārī paredzēts firmas *Intuitive Machines* Mēness zondes *Nova-C* starts. Tās derīgā krava ir 100 kilogramu, un to palaidīs kosmosā ar *Space-X* ražeti *Falcon 9*. Ne ātrāk kā 2023. gada beigās uz Mēnesi dosies firmas *Astrobotic* nolaižamais aparāts *Peregrine*, kas pirmajā lidojumā varēs nogādāt galamērķi 90 kilogramu derīgās kravas, bet turpmāk – līdz pat 265 kilogramiem. Tiesa, vēl nav gatava nesējražete *Vulcan Centaur*, tāpēc lidojums varētu aizkavēties. Ja pirmie lidojumi būs veiksmīgi, uz Mēnesi pavisam drīz dosies nākamie šo firmu lidaparātu eksplēmāri vai arī lielākas zondes, piemēram, *Griffin*, kas jau 2024. gadā uz Mēness varētu nogādāt NASA roveri *VIPER*.

## INTERNETS UZ MĒNESS?

Lai sazinātos ar zondēm, katra kosmosa aģentūra izmanto savas iekārtas. Taču, kad uz Mēness vienlaikus darbosies vairāki desmiti kosmisko aparātu, būs jāsāk domāt par sadarbību. NASA un Eiropas Kosmosa aģentūra sākušas rīkoties jau tagad. *Artemis 2* pilotējamajā lidojumā apkārt Mēnesim 2024. gada nogalē iecerēts izmēģināt lāzera sakarus ar Zemi. NASA arī noslēgusi kontraktu ar *Nokia* par mobilo sakaru bāzes stacijas izgatavošanu, kas spētu darboties uz Mēness. To plānots

## NASA KOMERCIĀLO MĒNESS KRAVU PAKALPOJUMU PROGRAMMA DRĪZ NESĪS PIRMOS AUGĻUS. UZ MĒNESI DOSIES KOSMISKIE APARĀTI NOVA-C UN PEREGRINE.

izmēģināt *Nova-C* otrajā lidojumā. Eiropas Kosmosa aģentūras iniciatīva *Moonlight* paredz, ka turpmāk Mēnesi apjozīs sakaru satelītu tīkls, kas varēs sazināties arī ar Zemi, kā arī nodrošinās navigācijas un precīzā laika sistēmu līdzīgi kā uz Zemes GPS.

Ap 2026. gadu sagaidīsim cilvēku atgriešanos uz mūsu planētas pavadoņa, vēl pēc dažiem gadiem orbītā ap Mēnesi sāks darboties starptautiskā kosmosa stacija *Lunar*

*Gateway*, kas tiešām kalpos kā vārti uz Mēnesi (skatīt Raita Misas rakstu *Vārti uz Mēnesi vēl neveras* žurnāla *Zvaigžņotā Debess* 2020. gada rudens numurā). Var teikt, ka uz Mēness un orbītā ap to pakāpeniski izveidosies infrastruktūra, kuru varēs izmantot gan roboti, gan cilvēki. Un pienāks brīdis, kad uz Mēness iekārtos pastāvīgi apdzīvojamu bāzi un uzreiz pēc attēla uzņemšanas astronauts no Mēness uz Zemi nosūtīs pirmo selfiju. 📸



Mēness zonde *Peregrine* drīz dosies ceļā





# Teleskopi meklēs ārpuszemes dzīvību

Lielais binokļa teleskops pēc efektīvā diametra šobrīd ir lielākais pasaulē

DŽEIMSA VEBA KOSMISKAIS TELESKOPS NESEN, IESPĒJAMS, ATKLĀJIS ĀRPUSZEMES DZĪVĪBAS PAZĪMES UZ CITPLANĒTAS. VAI LĪDZĪGUS ATKLĀJUMUS VAR VEIKT AR TELESKOPIEM UZ ZEMES? PIEDĀVĀJAM ESOŠO UN TOPOŠO TELESKOPU APSKATU.

2023. gada septembrī pasauli aplidoja ziņa, ka, izmantojot Džeimsa Veba kosmisko teleskopu, atrasta citplanēta ar raksturīgu dzīvības pazīmi. Planētu K2-18b atklāja ar Keplera kosmisko teleskopu 2015. gadā. Pirms četriem gadiem tā pirmo reizi piesaistīja uzmanību, kad Habla

kosmiskais teleskops planētas atmosfērā konstatēja ūdens tvaikus. Nu K2-18b otrreiz piesaistījusi astronomu uzmanību, jo uz tās, iespējams, atklāts dimetilsulfīds. Šo vielu uzskata par vienu no dzīvības klātbūtnes pazīmēm. Uz Zemes dimetilsulfīds rodas tikai bioloģiskajos procesos,

un līdz šim izpētītajos Saules sistēmas nostūros nav zināms cits tā veidošanās mehānisms.

Šobrīd gan vēl pār-agri spriest, vai esam atraduši "zaļo cilvēciņu" dzīvesvietu, jo dimetilsulfīda klātbūtne nav droši apstiprināta. Tāpat pastāv iespēja, ka šī viela radusies ar dzīvību

nesaistītā veidā. Tāpēc novērojumi tiks turpināti.

Bet vai šādus pētījumus varētu veikt ar teleskopiem, kas atrodas uz Zemes? Jau esošie teleskopi noteikti var dot pieņemamu ārpuzemes dzīvības meklējumos. Turklāt tiek būvēti un projektēti vairāki jauni, par esošajiem daudz spējīgāki teleskopi, kas veiks redzamās gaismas un infrasarkanā starojuma novērojumus.

Šajā apskatā aplūkosim 21. gadsimtā tapušos vai topošos optiskos teleskopus, kuru efektīvais diametrs ir lielāks par 8,2 metriem. Šajā izmēru kategorijā ietilpst arī divi Keka teleskopi, kuru spoguļa diametrs ir 10 metri, taču tie ir uzbūvēti 20. gadsimta beigās, un par tiem *Zvaigžņotā Debess* jau ir rakstījusi.

## ESOŠIE TELESKOPI

**1.** Šobrīd lielākais optiskais teleskops pasaulē ir **Lielais binokļa teleskops** (*Large Binocular Telescope, LBT*). To veido divi galvenie spoguļi, katra diametrs ir 8,4 metri. Tāpēc nosaukums – binokļa teleskops. Šāda interesanta konstrukcija nodrošina to, ka, vienlaikus izmantojot abus spoguļus, teleskopa gaismas savākšanas spēja pielīdzināma teleskopam ar 11,8 metru diametra galveno spoguļi, un izšķirtspēja pielīdzināma teleskopam ar 22,4 metru diametra spoguļi. Turklāt tie ir lielākie viengabala spoguļi, kas tiek izmantoti. Teleskops atrodas ASV, Arizonas štata dienvidos. Darbību tas sācis 2005. gada 12. oktobrī.

# LIELĀ BINOKĻA TELESKOPA GAISMAS SAVĀKŠANAS SPĒJA PIELĪDZINĀMA TELESKOPAM AR 11,8 METRU DIAMETRA SPOGULI.

Lielajam binokļa teleskopam ir kameras, kas uztver redzamo gaismu un ultravioleto starojumu, spektrogrāfi, interferometrijas iekārtas, laba adaptīvās optikas sistēma. Tas ir novērojis tālas galaktiku kopas, gamma uzliesmojumu pēcspīdēšanu, protoplanētāros miglājus un citus objektus.

## **2.** Lielajam Kanāriju teleskopam

(*Gran Telescopio Canarias, GTC*) ir viens galvenais spoguļis, kas sastāv no 36 sešstūra spoguļiem, to kopējais diametrs ir 10,4 metri. Teleskops atrodas vienā no

Kanāriju salām – Palmas salā. Darbību sācis 2009. gada 24. jūlijā. Tam ir kameras un spektrogrāfi, kas darbojas redzamās gaismas un infrasarkanajā diapazonā. Lielais Kanāriju teleskops ir pētījis zvaigžņu veidošanos, brūnos pundurus, ļoti tālas galaktiku kopas, supermasīvos melnos caurumus un citas astronomiskās parādības.

## **3.** Hobija-Eberlija teleskops

(*Hobby-Eberly Telescope, HET*) tapis jau pasen, 1996. gadā, taču 2015. gadā tam palielināts galvenais spoguļis, un



Lielais Kanāriju teleskops



Hobija-Eberlija teleskops

”  
 ASV UN  
 DIENVIDĀFRIKĀ  
 ATRODAS “DVĪŅU  
 TELESKOPI”. VIENS  
 IR HOBIJA-EBERLIJA  
 TELESKOPS, OTRS –  
 DIENVIDĀFRIKAS  
 LIELAIS TELESKOPS.

tagad teleskopa efektīvais diametrs ir 10 metri. Spogulis sastāv no 91 sešstūra elementa, kas izkārtoti 11 × 9,8 metrus lielā laukumā. Teleskopam izvēlēts īpatnējs tehniskais risinājums – tā spogulis fik-sēts 55° leņķī un var griezties tikai ap vertikālo asi. Lai varētu novērot pietiekami plašu debess apgabalu, pār-vieto instrumentus telesko-pa fokusā. Hobija-Eberlija

teleskops atrodas Makdonalda observatorijā Teksasā, ASV.

Ar šo teleskopu neiegūst attēlus. Tam ir trīs spektro-grāfi, kas darbojas redza-mās gaismas un infrasarkanā starojuma diapazonā. Ar Hobija-Eberlija teleskopu atklātas citplanētas, novēro-tas tālas pārnovas, mērīta ga-laktiku rotācija. Tagad notiek novērojumi, kas palīdzēs sa-prast tumšās enerģijas dabu.

4. Kā redzams, lielākie optiskie teleskopi atrodas gal-venokārt Čīlē, ASV un oke-ānu salās. Izņēmums ir **Dienvidāfrikas lielais teleskops**

(*Southern African Large Telescope, SALT*), kas atro-das Dienvidāfrikas Republikā, Sazerlendā, vietā ar labu as-troklīmatu. Tas lielā mērā ir Hobija-Eberlija telesko-pa kopija. Galvenais spogu-lis tāpat sastāv no 91 seš-stūra elementa, kas izkārtoti 11 × 9,8 metrus lielā lau-kumā. Taču spoguļa efektī-vais diametrs ir nedaudz ma-zāks – 9,2 metri. Teleskops

## 21. gadsimtā tapušie vai topošie optiskie teleskopi, kuru spoguļa diametrs lielāks par 8,2 metriem

Nosaukums	Efektīvais diametrs, metri	Atrašanās vieta	Augstums vjl, metri	Pirmā gaisma, gads
Ārkārtīgi lielais teleskops	39,3	Armazones kalns, Čīle	3046	2028
Tīrdesmit metru teleskops	30	Maunakea, Havaju salas	4050	?
Milzīgais Magelāna teleskops	25,4	Laskampanas observatorija, Čīle	2516	2029
Lielais binokļa teleskops	11,8	Arizona, ASV	3221	2005
Lielais Kanāriju teleskops	10,4	Palma, Kanāriju salas	2267	2009
Hobija-Eberlija teleskops	10	Teksasa, ASV	69	2015*
Dienvidāfrikas lielais teleskops	9,2	Sazerlenda, Dienvidāfrika	1798	2005
Simonji pārskata teleskops	8,4	Pačona kalns, Čīle	2663	2025

\* Teleskopa diametrs palielināts līdz 10 metriem.





Dienvidāfrikas lielais teleskops

”  
 ĀRKĀRTĪGI LIELAIS  
 TELESKOPS, KURŠ  
 BŪS LIELĀKAIS  
 OPTISKAIS  
 TELESKOPS  
 PASAULĒ, SPĒS  
 UZŅEMT APMĒRAM  
 16 REIZES ASĀKUS  
 ATTĒLUS NEKĀ  
 HABLA KOSMISKAIS  
 TELESKOPS.

sāka darboties 2005. gadā un iegūst debess objektu attēlus un spektrus.

Teleskops ir īpašs ar to, ka spēj iegūt ātri mainīga spožuma objektu attēlus. Piemēram, ar to novēro ciešas zvaigžņu dubultsistēmas, kur viena zvaigzne var būt baltais punduris, melnais caurums vai cits kompakts objekts. Tas ir pētījis mūsu Galaktikas struktūru, Magelāna mākoņus un arī tālos kvazārus.

## TOPOŠIE TELESKOPI

5. Eiropas dienvidu observatorijā Čīlē top **Ārkārtīgi lielais teleskops** (*Extremely Large Telescope, ELT*). 2023. gada jūlijā observatorijas pārstāvji paziņoja, ka teleskopa būvniecība ir pusceļā. Proti, ir veikta puse darbu, kas nepieciešami, lai teleskops varētu sākt darbību.

Teleskopa galvenā spoguļa diametrs būs 39,3 metri.

Tas sastāvēs no 798 sešstūra spoguļiem. Iespaidīgs ir arī sekundārā spoguļa izmērs – 4,2 metri. Ir aplēsts, ka ELT spēs uzņemt apmēram 16 reizes asākus attēlus nekā Habla kosmiskais teleskops. Tas ir ievērojams sasniegums, jo jāņem vērā, ka ELT atrodas uz Zemes, kur novērojumu

kvalitāti ietekmē atmosfēras viļņošana. Paredzēts, ka novērojumi sāksies 2028. gadā.

Ārkārtīgi lielais teleskops darbosies redzamās gaismas un infrasarkanajā diapazonā. Tieši ar šo teleskopu astronomi cer iegūt daudz jaunu ziņu par citplanētām, ieskaitot tiešus planētu attēlus un,



Ārkārtīgi lielā teleskopa celtniecība 2023. gada augustā.

iespējams, pat to atmosfēras raksturojumu. ELT instrumentu komplekts ļaus astronomiem pārbaudīt planētu sistēmu veidošanās agrīnos posmus, atrast ūdeni un organiskās molekulas protoplanētārajos diskos ap topošām zvaigznēm. Tāpat ELT sniegs ziņas par pirmajām zvaigznēm un galaktikām, supermasīvo melno caurumu veidošanos agrīnajā Visumā.

**6. Trīsdesmit metru teleskops** (*Thirty Meter Telescope*, TMT), iespējams, tiks uzbūvēts Maunakea observatorijā Havaju salās. Teleskopa galvenā spoguļa diametrs būs 30 metri, un tas sastāvēs no 492 sešstūra spoguļiem. Tā kā TMT atradīsies augstu virs jūras līmeņa (4205 metri), ar to paredzēts novērot plašā diapazonā – no ultravioletā starojuma (0,31 mikrometri)

līdz infrasarkanajam starojumam (28 mikrometri).

Teleskopa celtniecību sāka 2014. gadā, bet pavisam drīz to apturēja vides aktivistu – Havaju salu pamatiedzīvotāju – protesti. Teleskopa celtniecība vairākas reizes ir atsākta un atkal pārtraukta protestu un tiesvedības dēļ. 2023. gadā sākās Maunakea virsotnes pārvaldības nodošana padomei, kas sastāvēs no Havaju salu iezemiešiem un astronomiem. Kaut arī šobrīd vēl nav nosaukti TMT celtniecības atsākšanas un pabeigšanas termiņi, vienošanās ar vietējiem iedzīvotājiem par nozīmīgās vietas izmantošanu esot panākama, un sagaidāms, ka TMT tomēr taps.

**7. Milzīgais Magelāna teleskops** (*Giant Magellan Telescope*, GMT) teleskops

top Laskampanas observatorijā Atakamas tuksnesī Čīlē. Teleskopa galvenā spoguļa efektīvais diametrs būs 25,4 metri. To veidos septiņi lieli apaļi spoguļi 8,4 metru diametrā. Katra spoguļa izgatavošanai izmanto 20 tonnas īpaša stikla. Pēc spoguļa atliešanas tam sešus mēnešus jādziest. Atliešana, atdzišana un slīpēšana kopā aizņem apmēram četrus gadus.

Spoguļu izgatavošanu sāka 2005. gadā, teleskopa būvniecību – 2015. gadā. Raksta tapšanas brīdī seši no septiņiem galvenā spoguļa elementiem ir atlieti un atrodas dažādās gatavības stadijās. Septītā spoguļa atliešanu plānots pabeigt 2023. gadā. Ir sākta arī spoguļu stiprinājumu ražošana, lielā mērā veikta visu GMT sistēmu un instrumentu projektēšana.

Ir aplēsts, ka GMT spēs uzņemt apmēram 10 reizes asākus attēlus nekā Habla kosmiskais teleskops. Paredzēts, ka novērojumus ar to sāks 2029. gadā. Arī šis teleskops iegūs attēlus un spektrus redzamās gaismas un infrasarkanajā diapazonā. Ar GMT novēros citplanētas to apdzīvojamajās zonās, liekot uzsvāru uz dzīvības meklējumiem, mēģinās atšifrēt tumšās matērijas un tumšās enerģijas būtību, pētīs pirmo zvaigzņu un galaktiku veidošanos un attīstību, melno caurumu un galaktiku kopīgo evolūciju.

Milzīgais Magelāna teleskops novēros citplanētas to apdzīvojamajās zonās, liekot uzsvāru uz dzīvības meklējumiem.



Trīsdesmit metru teleskops mākslinieka skatījumā





Milzīgais Magelāna teleskops mākslinieka skatījumā

8. Samērā drīz, 2025. gada sākumā, Veras Rubinās observatorijā Pačona kalnā Čīlē jā-sāk darboties **Simonji pārskata teleskopam** (*Simonyi Survey Telescope, SST*). Tā galvenā, vienlaidus spoguļa diametrs ir 8,4 metri. Pateicoties inovatīvai optiskajai konstrukcijai, SST veidos asus attēlus neticami plašā – 3,5 loka

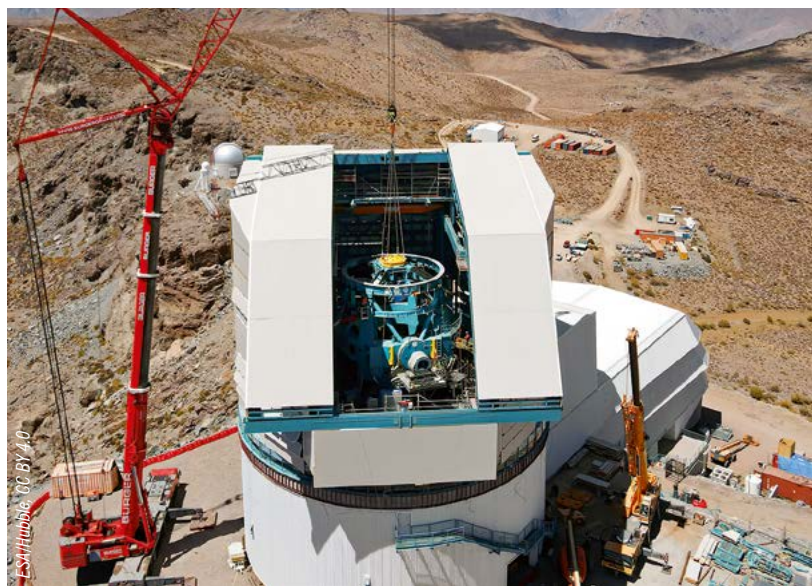
grādu – redzeslaukā. Teleskops ir apgādāts ar pasaulē lielāko CCD kameru. Tai ir 3,2 gigapikseļi.

Šis teleskops regulāri, ik pēc dažām naktīm, pārskatīs

visu pieejamo debess daļu, meklējot objektus, kas kustas vai maina spožumu. Ik pēc 20 sekundēm tiks uzņemts attēls ar 15 sekunžu ekspozīciju. Šāds ekspozīcijas ilgums ir kā kompromiss, kas ļauj uzņemt gan vāji spīdošus, gan kustīgus objektus. Ar to varēs veikt tumšās enerģijas un tumšās matērijas izpēti, mērot vājās gravitācijas lēcas un pārnovas, kartēt Saules sistēmas mazos objektus, jo īpaši Zemei tuvos asteroīdus un Koīpera joslas objektus, reģistrēt strauji mainīgus astronomiskus notikumus, tostarp novas, pārnovas, gamma gamma starojuma uzliesmojumu pēcspīdēšanu, kvazāru un gravitācijas lēcu spožuma maiņu, kartēt Piena Ceļu.

Tātad lieli optiskie teleskopi sola daudz atklājumu, tostarp saistībā ar raksta sākumā pieminēto potenciālo dzīvību uz citplanētām. 🦋

”  
SIMONJI PĀRSKATA  
TELESKOPS IK PA  
DAŽĀM NAKTĪM  
PĀRSKATĪS VISU  
PIEEJAMO DEBESS  
DAĻU, MEKLĒJOT  
OBJEKTUS, KAS  
KUSTAS VAI MAINA  
SPOŽUMU.



Simonji pārskata teleskopa konstrukcijas ievietošana kupolā





# Ērglis Andrupenē

PĒC VAIRĀK NEKĀ DIVDESMIT GADIEM ĒRĢĻA SEMINĀRS  
ATKAL NORISINĀJĀS LATGALĒ.

Pēc tam kad kovida pandēmija trīs gadus bija ietekmējusi Ērgļa semināru norisi, 2023. gada 10.–13. augustā Andrupenē notika “klasiska” ilguma Ērgļa seminārs. Ar vairāk nekā četrdesmit interesentu dalību tas ierindojas Latvijas gada lielākā astronomijas pasākuma godā. Lai gan semināra pamata formāts atbilda līdz šim praktizētajam – novērojumi, lekcijas, projekti un spēles –, bija arī šis tas jauns. Organizējot pasākumu, tika ņemti vērā daudzi iepriekš izteiktie ierosinājumi, tāpēc nepilnas trīs dienaktis ilgais seminārs bija saturiski piesātināts un aktīvs.

Jaunums bija konkurss *Noķer viltus komētu aiz astes!*, kurā bija jāatpazīst viltus un

patiesas astronomijas ziņas. Zem atklātas debess naktī norisinājās *Zvaigžņu erudīts* – debess objektu atpazīšanas konkurss. Vēl viens jaunievedums bija populārzinātniskais vakars *Fokusā – Mēness*, kas bija pieejams ikvienam Andrupenes iedzīvotājam vai tālākam viesim. Lai gan apmeklējums bija bez maksas un pasākums bija laikus izziņots, apmeklētāju, neskaitot semināra dalībniekus, bija gaužām maz. Līdz ar to autora stāstījumu par Mēness izpēti no astronomiskā viedokļa un tulkotāja Ivāra Magazeiņa (jeb dzejnieka Juoņa Ryučāna) ieskatu Mēness attēlojumā mākslā, dzejā un folklorā klausījās galvenokārt Ērgļa dalībnieki.

Semināra laikā tika izdoti četri eksperimentālas sienasavīzes Ērgļa Acs numuri.

Dalībniekiem domāto lekciju klāstu veidoja Jura



Andreja Puķīša lekcija

Seņņikova lekcija par debess fotografēšanu, Andreja Puķīša stāsts un praktiskie demonstrējumi radio signālu uztveršanā, Raita Misas stāsts par raķešu konstrukcijām un to dzinējiem un Roberta Purvinska atskats uz personīgo pieredzi, strādājot kosmiskā aparāta JUICE izveides komandā.

Neiztrūkstoša *Ērgļa* pasākuma daļa ir novada iepazīšana. Vaļasprieka astronomi devās ekskursijā uz Lubānu ģimenes veidoto Kroma kolnu – latgaļu fortifikācijas būvju rekonstrukciju – un uz Andrupenes lauku sētu, kas deva lielisku ieskatu Latgales dažādajos vēsturiskajos posmos. Skaidrītes Pauliņas vadītais muzejs visu semināra laiku dalībniekiem nodrošināja arī lielisku ēdināšanu. Neplānotu papildu stāstu par planetārijiem bija sagatavojis Māris Krastiņš.

Daži saka, ka *Ērgļa* semināra būtība ir ievērot tradīcijas. To ir daudz, un tās ir dažādas, komandām pat bija uzdevums apzināt dažas no tām. Protams, neizpalika *Alkor* teleskopa salikšanas un izjaukšanas sacensības, *Mēmais šovs*, astronomiskais skrējiens, spēles *Kosmiskais cirks* un *Uzmini astrofrāzi*. Brīvajā laikā varēja šķetināt gadiem ilgi neredzētu astronomisku vārdu “jucekli” ar vairāk nekā 160 aplēptiem vārdiem.

Laikapstākļi sākotnēji raisīja bažas. Jo tuvāk nāca semināra sākuma datums, jo pārliecinošākas bija laika prognozes, ka visas trīs naktis



Raitis Misa

Kroma kolna apmeklējuma laikā



Teleskopa salikšanas un izjaukšanas sacensības

Raitis Misa

būs apmākušās un pārsvarā līs. Daži dalībnieki, kas bija pieteikušies uz nakšņošanu teltīs, meklēja iespēju nakšņot telpās. *Ērglis* 2023 norisinājās Andrupenes Tautas namā, un tā saimnieks Dainis Platācis sagādāja papildu gulvietas, tomēr tas nebija nepieciešams. Dienas un nakts aizritēja bez nevienas lietus pilītes. Pirmajā

naktī bija mainīgs mākoņu daudzums, bet pārējās divas lieliski derēja astronomiskajiem novērojumiem. Semināra oficiālais meteorologs Martins Bergšteins bija nedaudz pārsteigts par prognožu neprecizitāti un par prognožu kļūdu iemesliem pastāstīja 2023. gada septembra Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmē. 🦉

# Pilnā Saules aptumsuma novērojumi Austrālijā

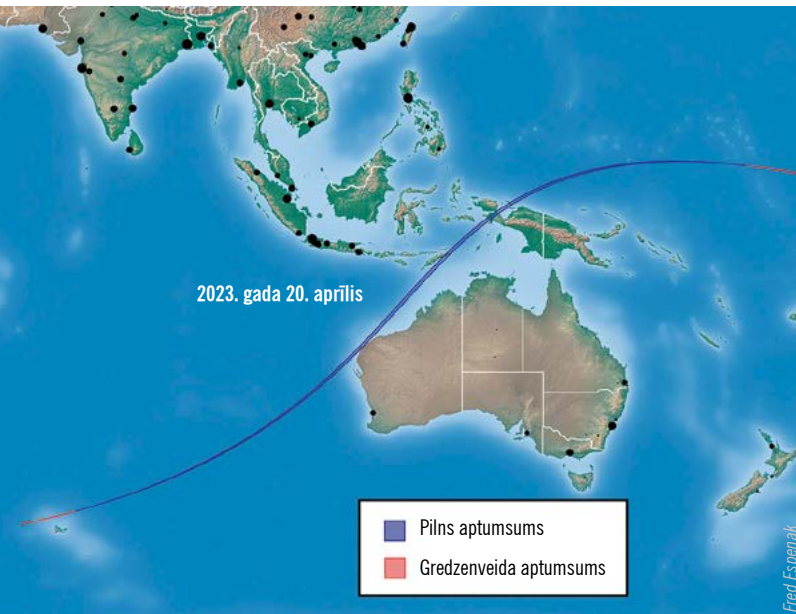
KAUT ARĪ APTUMSUMS BIJA NOVĒROJAMS NIECĪGĀ AUSTRĀLIJAS SAUSZEMES DAĻĀ, TAS PULCĒJA SAMĒRĀ DAUDZ INTERESĒNTU.

2022. gada rudenī ar līdzbraucēju Intu sākām gatavoties ceļojumam uz Austrāliju, lai 2023. gada aprīlī novērotu pilnu Saules aptumsumu. Jau novembrī nopirkām diezgan izdevīgas avio biļetes caur Parīzi un Singapūru. Plāns bija izlidot 10. aprīlī un atgriezties

24. aprīlī, bet starplaikā ar nomas auto 11 dienās apceļot Rietumaustrālijas interesantākās vietas un 20. aprīlī novērot pilno Saules aptumsumu netālu no Eksmutas (*Exmouth*) pilsētas. Vietas izvēli noteica tas, ka Austrāliju pilnā aptumsuma josla skāra

ļoti nedaudz, tikai vienā nelielā nomaļā reģionā, tāpēc visiem interesentiem bija jādodas faktiski uz vienu vietu.

Aptumsuma fotografēšanai un filmēšanai gribēju līdzīgti ņemt *Celestron* 150 milimetru diametra Šmita-Kasegrēna teleskopu, 600 milimetru fokusa attāluma teleobjektīvu, *Nikon* un *Olympus* spoguļkameras, teleskopa statīvu ar sekošanas iekārtu un fotostatīvu. Tomēr, tuvojoties aptumsumam, Eksmutas pašvaldība noteica stingru kontroli reģionā un noteikums aptumsuma novērošanai. Novērotājiem bija jāizvietojas nožogotā vietā un jāpērk biļetes par 53 Austrālijas dolāriem (32 eiro). Auto stāvieta atradās ne visai tuvu novērošanas laukumam. Ar Latvijas Astronomijas biedrības starpniecību sūtījām lūgumu atļaut novērot aptumsumu individuāli, blakus automašīnai, kas stipri atvieglotu darbošanos ar instrumentiem. Tomēr atbilde bija negatīva, un nācās samazināt



2023. gada 20. aprīļa Saules aptumsuma pilnā aptumsuma josla tikai nedaudz skāra Rietumaustrālijas krastu



līdzņemamo aprīkojumu. Galu galā man bija līdzī 600 milimetru teleobjektīvs ar *Nikon* fotokameru, kas novietots uz teleskopa statīva ar sekošanu – filmēšanai un fotografēšanai; 400 milimetru teleobjektīvs ar *Olympus* fotokameru uz fotostatīva – fotografēšanai; *GoPro* kamera – kopējai aptumsuma filmēšanai. Laikus rezervēju viesnīcu un kempingu.

Neilgi pirms brauciena vairāki cilvēki izrādīja interesi par aptumsuma novērojumiem Austrālijā. Tā kā citas amatieru grupas no Latvijas neplānoja doties uz turieni, piekritu, ka mums pievienojas aptumsumu novērošanas veterāns Imants Zaķis. Viņš ātri nopirka biļetes caur Stambulu un Kualalumpurū. Marta sākumā rezervējām auto, un Imants apņēmās būt galvenais braucējs. Viņam aptumsuma novērošanai bija līdzī 600 mm teleobjektīvs ar *Nikon* fotokameru un fotostatīvs. Pasūtījām T kreklus un uzlīmes ar ceļojuma emblēmu.

11. aprīļa pēcpusdienā ieradāmies Pērtā. Vakarpusē pēc iekārtošanās viesnīcā devāmies pastaigā pa pilsētas centru. Nākamās dienas rītā apmeklējām Pērtas vēsturisko pilsētas daļu Frīmentlu un Kingsparku. Ap dienas vidu sēdāmies iznomātajā *Peugeot 3008*, lai sāktu 11 dienu ilgo braucienu pa Rietumaustrālijas plašumiem. Pirmajās dienās devāmies uz štata dienvidu daļu. Šeit dabūjām izjust laika apstākļu kaprīzes – lietu, stipru vēju



Autora fotogrāfiskais ekipējums gatavs darbam

un vēsumu. Tobrīd Austrālijā bija rudens beigas. Ļoti interesants bija *Giants Cave* (Milžu alas) apmeklējums.

Ceturtajā brauciena dienā sākām tālo ceļu uz Rietumaustrālijas ziemeļiem, lai pēc piecām dienām nonāktu aptumsuma novērošanas vietas tuvumā. Šeit pieredzējām to, cik mazapdzīvota ir štata lielākā daļa. Lielu iespaidu atstāja slavenā Viļņa (*Wave*) klints, kas atgādina akmenī sastingušu vilni. Interesants bija arī Karidžini (*Karjini*) nacionālā parka apmeklējums, tur ir skaisti, iespaidīgi kanjoni un aizas.

Rietumaustrālijā atrodas vairāku meteorītu krāteri. Biju plānojis apmeklēt divus, kuri atrodas



Saules aptumsuma ekspedīcijas emblēma

brauciena maršruta tuvumā, – Dalgarangas (*Dalgaranga*) un Hikmena (*Hickman*) krāterus. Brauciens pa zemes ceļiem uz Dalgarangas krāteri bija aptuveni 200 kilometru garš. Visā šajā posmā neredzējām nevienu auto un nevienu cilvēku! Krāteris ir mazs, tā diametrs ir 24 metri, dziļums – trīs metri. Tas ir aptuveni 3000 gadu vecs. Lielu iespaidu krāteris nerada, un kopskatu pasliktina saaugušie krūmi un koki. Arī



Jānis Kaupins

## Imants Zaķis Dalgarangas meteorīta krāterī

nomalais apvidus nepalielina apmeklētāju skaitu.

Hikmena meteorīta krāteris atklāts 2007. gadā un ir samērā liels, tā diametrs ir 260 metri, dziļums – 30 metri. Tas atrodas kalnrūpniecības raktuvju rajonā. Lai varētu to apmeklēt, vispirms jāizņem atļauja Nūmenas pilsētas viesu centrā. Atļauju saņēmam, un nākamās dienas rītā sākām aptuveni 85 kilometrus garo braucienu uz turieni. Bija jābrauc lielākoties pa dažādas kvalitātes zemes ceļiem, tāpēc braukšanu ietekmēja laika apstākļi. Neilgi pirms tam šajā reģionā bija bijušas diezgan stipras lietusgāzes, un ne visur ceļi bija nožuvuši. Bijām nobraukuši lielāko daļu ceļa līdz krāterim, kad parādījās arvien vairāk

slapjas, dubļainas vietas. līdz beidzot ūdens priekšā bija visā ceļa platumā, un aiz tā stiepās stipri dubļains turpinājums. Mazliet pamēģinājām pabraukt uz priekšu, tomēr, tā kā mums bija tikai priekšpiedzīņas automašīna, nācās griezties atpakaļ. Iestrēgšanas gadījumā būtu radušās lielas problēmas, jo nemanījām nekādu satiksmi, nebija arī mobilo sakaru zonas.

Devītajā ceļojuma dienā sagaidījām galveno notikumu – pilno Saules aptumsumu. 20. aprīļa rītā ap 9.00 ieradāmies organizatoru noteiktajā vietā pie Eksmutas. Novietojām auto stāvvietā un ar novērošanas aprīkojumu gājām uz nožogoto novērošanas laukumu, kas atrodās aptuveni 300 metru

attālumā. Gar lielā, plašā laukuma vienu malu bija nojumes, kur uz krēsliem ēnā sēdēja lielākā daļa aptumsuma vērotāju – laiks bija karsts. Aptumsuma fotografētāji un filmētāji ar saviem instrumentiem izvietojās uz smilšainas, puteklainas zemes laukuma vidusdaļā, vietas bija pietiekami daudz. Pagāja apmēram pusstunda, kamēr uzstādīju savus instrumentus, ap 10.00, kad sākās aptumsuma daļējā fāze, viss bija kārtībā. No rīta, kamēr braucām uz novērošanas vietu, daļu debess klāja mākoņi un pūta diezgan stiprs vējš, radās zināms uztraukums, vai izdosies redzēt aptumsumu. Tomēr, kad sākās daļējais aptumsums, debesis jau bija pavisam skaidras, un



iestājās pilnīgs bezvējš, novērošanas apstākļi bija ideāli.

Daļējo fāzi fotografēju ar abiem fotoaparātiem. Īsu brīdi pirms pilnās fāzes sākuma ar *Nikon* sāku aptumsuma filmēšanu. Ar *Olympus* turpināju fotografēt pilno fāzi. *GoPro* kamera filmēja kopējo aptumsuma norisi. Pilnās fāzes laikā kļuva ne pārāk tumšs, jo šoreiz pilnā aptumsuma josla bija šaura. Labi varēja just temperatūras samazināšanos. Pilnās fāzes viena minūte pagāja ļoti ātri, tomēr sajūtas bija fantastiskas, par to liecināja novērotāju pūļa gaviļi un izsaučieni. To, ka šis bija skaistākais no visiem līdz šim redzētajiem un piedzīvotajiem pilnajiem Saules aptumsumiem, liecināja Intas sajūsminātie komentāri.

Pēc pilnās fāzes beigām vēl nedaudz fotografēju daļējo fāzi. Tad varējām mierīgi apēst katram aptumsuma novērotājam sarūpētās bagātīgās pusdienas, kas ietilpa pasākuma dalības maksā. Nedaudz vēlāk aizbraucām uz netālo Eksmutu un *North West Cape* pussalas ziemeļu galu. Nekur nebija sastrēgumu vai cilvēku pūļu, kā pirms tam varēja domāt. Vietējā pašvaldība bija prognozējusi 20 000 interesentu ierašanos, bet reāli bija krietni mazāk. Oficiālajā novērošanas vietā atradās aptuveni 2000 aptumsuma vērotāju. Tas bija atšķirīgi no iepriekšējiem aptumsumiem ASV un Čīlē, kur bija cilvēku pūļi un satiksmes sastrēgumi.

Pēdējās trīs ceļojuma dienas braucām gar Indijas

Pilnās fāzes uzņēmumi ar fotokameru *Olympus E-420* un 400 milimetru fokusa attāluma objektīvu, jutība ISO 400. Ekspozīcija attiecīgi 1/3200, 1/1250, 1/500 sekundes

okeānu uz dienvidiem. Kārnarvonā (*Carnarvon*) aplūkojām bijušās NASA sakaru un raķešu bāzes, kur tagad ir ierīkots muzejs, izstādīti radioteleskopi un raķete. Interesants bija Nambungas nacionālā parka apmeklējums, *Pinnacles* smailās tuksneša klintis ir ļoti neparastas. Jančepas (*Yanchep*) nacionālajā parkā sastapām dažādus dzīvniekus, arī koalas. Kopumā ar nomas auto nobraucām aptuveni 5200 kilometru. Ceļojums bija izdevies, veicām plānoto maršrutu un redzējām ļoti labu Saules aptumsumu. Palikušas jaukas atmiņas un iespāidi par Rietumaustrālijas dabu un cilvēkiem. 🌿

Skaties vēl



Saules aptumsuma video:  
<https://www.youtube.com/watch?v=3weTVzM1Y0o>



Video par ceļojumu:  
[https://www.youtube.com/watch?v=duj5ofb\\_Kwk](https://www.youtube.com/watch?v=duj5ofb_Kwk)





MĀRTIŅŠ GILLS

# Aptumst neliela daļa Mēness diska

**L**ai gan Mēness aptumsumi nav reta dabas parādība, gādās ilgākas pauzes. 2023. gada 28. oktobra vakarā beidzot bija pienācis brīdis, kad Latvijā bija novērojams daļējs Mēness aptumsums. Rudenim raksturīgā laikapstākļu prognoze nebija daudzsološa. Tomēr tas, ka daļēju Mēness aptumsumu



Mēness aptumsums 2023. gada 28. oktobrī 11 minūtes pirms maksimuma

Juris Šepitkovs

Latvijā kopš 2019. gada jūlija nebija gadījies novērot, mudināja vaļasprieka astronomus bruņoties ar pacietību, lai starp mākoņiem noķertu brīdi, kad būs redzams kaut nedaudz satumsis Mēness. Šoreiz aptumsuma fāze bija neliela, tikai 0,12.

Latvijas Astronomijas biedrība sagatavoja preses relīzes tekstu un attēlu piemērus, kā izskatās Mēness aptumsums. Tomēr vadošie ziņu portāli gandrīz bez izņēmumiem publicēja citus attēlus – Mēness izskatu dažādās fāzēs un pat

gredzenveida Saules aptumsuma attēlu. Varam vienīgi secināt, ka informācijas par astronomijas jautājumiem nekad nav par daudz.

Nākamā iespēja novērot daļēju Mēness aptumsumu Latvijā būs 2024. gada 18. septembra agrā rītā. Taču tad satumsis vēl mazāka daļa Mēness diska, tikai 0,09. Tuvākais pilnais Mēness aptumsums notiks ārpus Latvijas (Ziemeļamerikā un Dienvidamerikā) 2025. gada 13.–14. martā, bet Latvijā tas notiks 2025. gada 7. septembra vakarā. 🌑



# 19. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI



Marco Verch, CC

## 1. uzdevuma atrisinājums

Pierādāmo nevienādību ekvivalenti pārveidojam formā

$$x^6 + y^6 + \frac{2}{x^3y^3} \geq 4.$$

Nevienādības kreisās puses izteiksmes saskaitāmo  $\frac{2}{x^3y^3}$  uzrakstām kā divu saskaitāmo summu un lietojam nevienādību starp vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko

$$\begin{aligned} x^6 + y^6 + \frac{2}{x^3y^3} &= x^6 + y^6 + \frac{1}{x^3y^3} + \frac{1}{x^3y^3} \geq \\ &\geq 4 \cdot \sqrt[4]{x^6 \cdot y^6 \cdot \frac{1}{x^3y^3} \cdot \frac{1}{x^3y^3}} = 4, \end{aligned}$$

kas arī bija jāpierāda.

## 2. uzdevuma atrisinājums

Izmantojot nevienādību starp vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko, iegūstam

$$a_1 + a_2 \geq 2 \cdot \sqrt{a_1 a_2} \quad \text{un} \quad a_3 + a_4 \geq 2 \cdot \sqrt{a_3 a_4}.$$

Tātad

$$\begin{aligned} (a_1 + a_2)(a_3 + a_4) &\geq 2 \cdot \sqrt{a_1 a_2} \cdot 2 \cdot \sqrt{a_3 a_4} = \\ &= 4 \cdot \sqrt{(a_1 a_3)(a_2 a_4)} = 4 \cdot \sqrt{2017 \cdot 2017} = 4 \cdot 2017 = 8068. \end{aligned}$$

Vienādība tiek sasniegta, piemēram, ja  $a_1 = a_2 = 2017$  un  $a_3 = a_4 = 1$ . Tātad dotās izteiksmes mazākā iespējamā vērtība ir 8068.

## 3. uzdevuma atrisinājums

Reizinot abas nevienādības puses ar  $a + b + c > 0$ , iegūstam

$$(a + b + c) \left( \frac{1}{a} + \frac{4}{b} + \frac{16}{c} \right) \geq 49.$$

Novērtēsim nevienādības kreisās puses izteiksmi:

$$\begin{aligned} (a + b + c) \left( \frac{1}{a} + \frac{4}{b} + \frac{16}{c} \right) &= 1 + 4 + 16 + \left( \frac{4a}{b} + \frac{b}{a} \right) + \left( \frac{16b}{c} + \frac{4c}{b} \right) + \left( \frac{16a}{c} + \frac{c}{a} \right) \geq \\ &\geq 21 + 2\sqrt{4} + 2\sqrt{16 \cdot 4} + 2\sqrt{16} = 21 + 4 + 16 + 8 = 49, \end{aligned}$$

kas arī bija jāpierāda.



NIKOLAJS NIKOLAJEVS

# Rozetes miglājs

Aptuvēni 5000 gaismas gadu attālumā no Zemes Vienradža zvaigznājā atrodas Rozetes miglājs. Dažādām miglāja daļām doti atšķirīgi kataloga numuri – NGC 2237, NGC 2238, NGC 2239, NGC 2244 un NGC 2246. Rozetes miglāja izskats bieži vien asociējas ar atvērušos ziedu. Centrālā daļas diametrs ir ap 50 gaismas gadu. Miglāja spīdēšanu izraisa jaunās zvaigznes tā centrālajā daļā.

Novērojumi veikti 2023. gada 11. februārī Lielzeltiņu observatorijā. Aprīkojums – 150 milimetru diametra 600 milimetru fokusa attāluma Ņūtona sistēmas astrogrāfs. Kamera – QHYCCD QHY8Pro. Attēls uzņemts caur šaurjoslas filtru ūdeņraža un skābekļa emisijas līnijās. Gala attēls iegūts, grēdojot 24 desmit minūšu ilgus kadrus, summārais ekspozīcijas ilgums 4 stundas. Apstrāde veikta programmā *PixInsight*.







## DALĪBNIKU PIEREDZE

Dalībnieku pārdomas, atbildot uz jautājumiem – kāpēc tev ir svarīga iespēja piedalīties šajā olimpiādē, kāda ir tava vērtīgākā pieredze un ieguvumi?

**Toms:** – Olimpiāde ļauj man pārliecināties par savām spējām astrofizikā un astronomijā pasaules mērogā. Dalība olimpiādē ļāva arī iepazīties ar daudziem spožiem prātiem no visas pasaules. Sapratu, kā astronomi veic novērojumus, kādas problēmas astronomi un astrofizikā risina ikdienā. Iepazīnu astronomijas entuziastus ne tikai no Latvijas, bet arī no citām valstīm.

**Viesturs** (ieguva atzinību 2021. gadā un bronzas godalgu 2023. gadā): – Man patīk astronomija un astrofizika, es to studēju. Es sapratu, ka gribu to darīt, tieši gatavojoties olimpiādei 10. klasē. Tāpēc es teiktu, ka dalība tajā ir ļoti stipri ietekmējusi manu dzīvi. Tā ir iespēja atrasties starp citiem, līdzīgi domājošiem cilvēkiem un kopumā labi pavadīt laiku. Kā jau starptautiskajās olimpiādēs, visi ir ļoti enerģiski, un noslēguma balles ir jautras. Protams, arī pati olimpiādes darba rakstīšana ir jautra, uzdevumi šogad bija forši.

**Olita** (ieguva atzinību 2022. gadā un sudraba godalgu 2023. gadā): – Astronomija ir mana aizraušanās, par planētu kustību uzzināju jau pamatskolā. Olimpiāde ir iespēja īstenot savus sapņus vidusskolēnam pieejamā veidā. Gatavojoties tai, es gatavojos arī savām turpmākajām studijām un

## OLIMPIĀDĒ IR SVARĪGI IZPRAST SEVI UN ATRAST OPTIMĀLU STRATĒGIJU, PAMATOJOTIES UZ SAVĀM PRASMĒM, NEVIS SEKOT CITU DALĪBNIKU VISPĀRĪGIEM PADOMIEM.

Starptautiskajai fizikas olimpiādei. Bez iespējas piedalīties olimpiādē mana dzīve būtu nedaudz nepilnīga tādā ziņā, ka es aizmirstu savus bērnības sapņus, kas ir daļa no manas identitātes. Olimpiādē vissvarīgākais ir izprast sevi un atrast optimālu stratēģiju, pamatojoties uz savām prasmēm, nevis sekot citu dalībnieku vispārijiem padomiem. Arī draudzības dibināšana ar citiem jauniešiem, iespējams, ir viens no olimpiādes uzdevumiem.

### OLIMPIĀDES NORISE

Olimpiāde notika piecās kārtās. Pirmajā kārtā – saliedēšanas sacensībās, kurās katrā komandā bija dažādu valstu dalībnieki – uzdevumi bija vairāk āķīgi nekā sarežģīti. Varat pamēģināt atrisināt šīs kārtas uzdevumu. Attēlā nākamajā lappusē dota zvaigznāju karte. Atbildes lapas tabulas katrā rindā jāieraksta zvaigznāja starptautiskais trīs burtu saīsinājums. Gala atbildi veido treknrakstā iezīmētā vertikālā sleja.

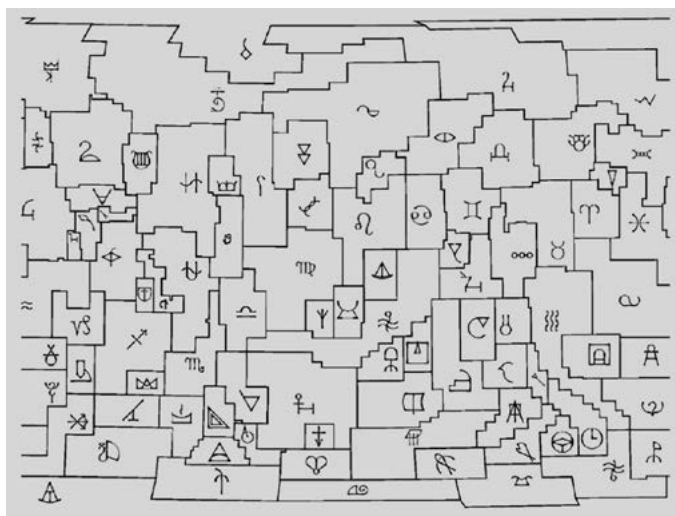
Otrajā, teorijas, kārtā 13 uzdevumi bija sadalīti nosacīti vienkāršos, vidējas grūtības un grūtos uzdevumos. Trešā, novērojumu, kārtā notika apmērotajā *Spodek* stadionā,

kas izskatās pēc avarējuša “lidojošā šķīvja”. Dalībnieki ar teleskopiem novēroja stadiona pretējā pusē novietotos ekrānus, uz kuriem demonstrēja dažādus astronomiskos notikumus – zvaigznes aizklāšanu ar asteroīdu, satelītu kustību pa zvaigžņoto debesi u. tml.

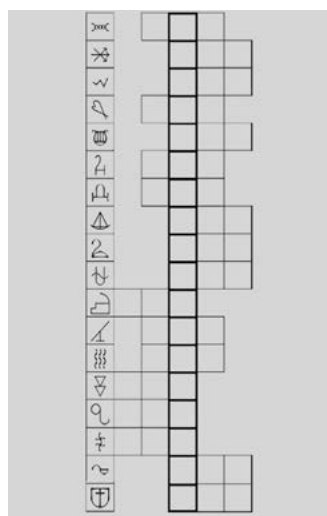
Ceturtajā, datu analīzes, kārtā bija jārisina divi uzdevumi, kas izrietēja no Polijas astronomu zinātniskās darbības. Uzdevumi bija saistīti ar precīza attāluma noteikšanas metodi un izolēta melnā cauruma novērojumiem. Dalībnieki drīkstēja izmantot tikai vienkāršus kalkulatorus. Risinot otro uzdevumu, bija jāapstrādā dati, jāpiemeklē atbilstošā teorētiskā sakarība, kā arī jānosaka parametru sistemātiskās un gadījuma kļūdas.

Noslēdzošā – planetārija – kārtā notika nesen atjaunotajā Silēzijas planetārijā. Dalībnieki ar neapbruņotu aci analizēja paātrinātu Marsa kustību starp zvaigznēm divu gadu laikā, noteica planētu orbitālos periodus un rezonances citplanētu TRAPPIST-1 sistēmā. Bija arī tradicionālāki uzdevumi – zvaigznāju identifikācija, mainīgu zvaigžņu spožuma novērtēšana.





Komandu sacensības uzdevums



## DALĪBNIEKI AR TELESKOPIEM NOVĒROJA STADIONĀ NOVĪETOTOS EKRĀNUS, UZ KURIEM DEMONSTRĒJA DAŽĀDUS ASTRONOMISKOS NOTIKUMUS.

### IESKATS TEORĒTISKĀS KĀRTAS UZDEVUMOS

*Double Asteroid Redirection Test (DART)* bija NASA misija, kuras mērķis bija novērtēt planētas aizsardzības metodi no Zemei tuviem objektiem. DART kosmosa zonde ietriecās Dimorfā (*Dimorphos*), asteroīda Didima (*Didymos*) pavadoņī, lai izpētītu, kā trieciens ietekmēs pavadoņa orbītu.

1. Aprēķiniet sagaidāmo pavadoņa orbitālā perioda izmaiņu (minūtēs), pieņemot, ka sadursme bija frontāla, centrāla un pilnīgi neelastīga.

Pieņemiet, ka pirms trieciena Dimorfs riņķoja ap Didimu pa riņķveida orbītu ar periodu  $P = 11,92$  stundas. Dimorfa un Didima masa ir attiecīgi  $m = 4,3 \times 10^9$  kg un  $M = 5,6 \times 10^{11}$  kg. DART zondes masa un ātrums attiecībā pret Dimorfu sadursmes brīdī bija  $m_s = 580$  kg un  $v_s = 6,1$  km/s. Neņemiet vērā citu ķermeņu gravitācijas ietekmi.

2. Patiesībā tika novērots, ka Dimorfa orbitālais periods ir mainījies par  $\Delta P_0 = -33$  minūtēm. Tas ir saistīts ar impulsa pārnese no Dimorfa izmestajās šķembās, jo kosmosa zonde

pēc trieciena palika tajā, bet triecienā kāda Dimorfa viela daļa tika izsviesta kosmosā kā šķembas. Aprēķiniet izsviesto šķembu impulsu un izsakiet to kā daļu no Dimorfa impulsa pirms sadursmes. Var pieņemt, ka izmestās vielas masa ir daudz mazāka nekā Dimorfa masa.

Risinājuma ideja ir šāda.

1. Noteikt jauno Dimorfa ātrumu no impulsa nezūdamības likuma, jauno orbitālo periodu no t. s. vis-viva vienādojuma un jauno orbitālo periodu no 3. Keplera likuma. Atbilde:  $-10$  minūtes.
2. Ievietot impulsa nezūdamības likumā nezināmo šķembu impulsu un izteikt to, zinot reālo ātrumu pēc sadursmes no 3. Keplera likuma un vis-viva vienādojuma. Atbilde: 1,1%.

### IESPĒJA IEPAZĪT APKĀRTNI

Dalībnieki un komandu vadītāji tradicionāli iepazīstas ar vietu, kur notiek olimpiāde.



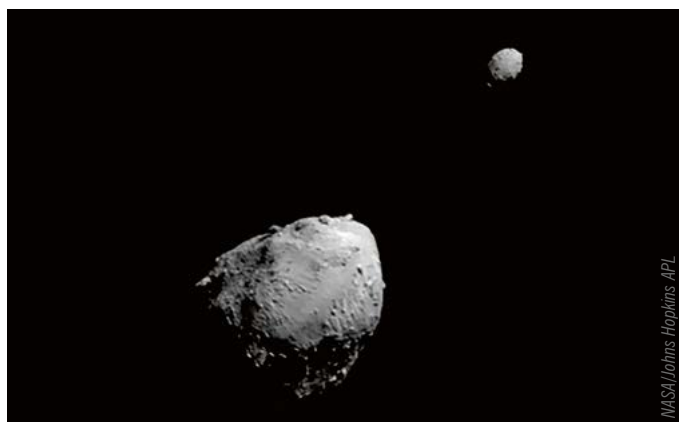
Olimpiādes dalībvalstu komandu vadītāji pie Silēzijas planetārija

Apmeklējām Silēzijas planetāriju un tam blakus esošo zinātnes centru. Devāmies ekskursijās uz Silēzijas ogļu raktuvēm, botānisko dārzu, viduslaiku pili un nelielā pārgājienā kalnos uz Polijas-Slovākijas robežas. Olimpiādes noslēgumā parasti notiek kultūras vakars, kurā katras komandas dalībnieki sniedz priekšnesumu, iepazīstinošot ar savas valsts kultūru.

Olita Anastasija Zadorožnaja izcīnīja sudraba, Viesturs Streļčs – bronzas godalgu, kļūstot par pirmajiem Latvijas pārstāvjiem, kas Starptautiskajā astronomijas un astrofizikas olimpiādē ieguvuši medaļas.

Papildu informāciju par olimpiādi var atrast vietnē <https://ioaa2023.pl/>.

”  
OLITA ANASTASIJA ZADOROŽNAJA  
16. STARPTAUTISKAJĀ ASTRONOMIJAS  
UN ASTROFIZIKAS OLIMPIĀDĒ IZCĪNĪJA  
SUDRABA, VIESTURS STREĻČS – BRONZAS  
GODALGU.



Didims (leja) un Dimorfs

NASA/Johns Hopkins APL

# Zemes apkārtmēra noteikšanas eksperiments

LIEPĀJAS RAIŅA 6. VIDUSSKOLAS SKOLĒNI KOPĀ AR ITĀĻU SKOLĒNIEM  
NOTEICA ZEMES APKĀRTMĒRU. VAI TAS IR VIEGLI IZDARĀMS,  
UN KĀDS BIJA REZULTĀTS?

**A**r Mārtiņu Mami sazinājās Ravennas planetārija pārstāvis Paolo Morino un ierosināja Latvijas un Itālijas skolēniem kopīgi noteikt Zemes apkārtmēru, izmantojot mērīšanas metodi, kuru lietoja jau sengrieķu zinātnieks Eratostens.

Augšēģiptē, Saule iespīd līdz pašam akas dibenam, tā tad atrodas gandrīz zenītā. Aleksandrijā, kur dzīvoja zinātnieks, tas nekad nenotika, tur jebkurš obelisks vienmēr meta nelielu ēnu. Eratostens pieņēma, ka Asuāna un Aleksandrija atrodas uz viena meridiāna. Vēl viņam bija

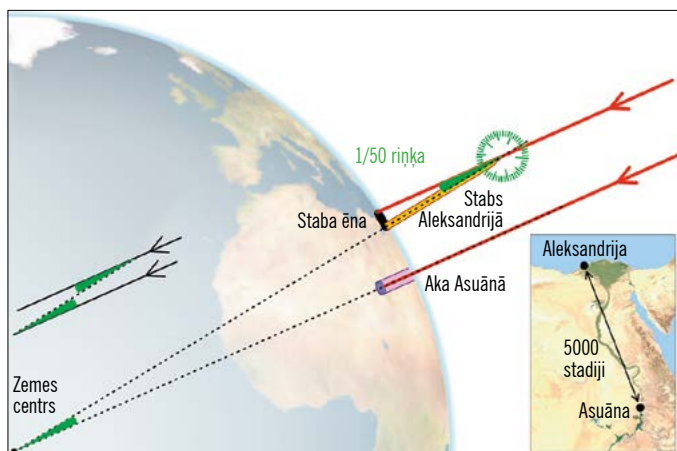
zināms, ka attālums starp abām pilsētām ir aptuveni 5000 stadiju, šo un citus attālumus starp pilsētām Ēģiptē bija noteikuši speciāli mērītāji.

Eratostens izmērīja obeliska ēnas garumu Aleksandrijā vasaras saulgriežu dienā, kas izrādījās vienāds ar 1/50 daļu riņķa līnijas, un

## KĀ RĪKOJĀS ERATOSTENS?

Eratostens (276–194 p. m. ē.) bija ģeogrāfs, matemātiķis un astronoms. Viņš noteica Zemes apkārtmēru, nepametot Ēģipti. Eratostens pareizi pieņēma, ka Saule atrodas ļoti tālu no Zemes, tik tālu, ka tās stari, sasniedzot Zemes virsmu, ir gandrīz paralēli viens otram. Viņš arī uzskatīja, ka Zemei ir lodes forma.

Bija zināms, ka vasaras saulgriežos Asuānā,



Eratostena mērījuma shēma

cmglee, David Monniaux, CC BY-SA 4.0





Mārtiņš Mamis

Liepājas Raiņa 6. vidusskolas skolēnu komanda veic mērījumus

noteica, ka Zemes apkārtmērs ir  $50 \times 5000 = 250\,000$  stadiju. Viņa izmantotā stadija garums nav precīzi zināms. Ja Eratostens lietoja olimpisko stadiju (176,4 metri), tad viņš ieguva Zemes apkārtmēru 44 100 kilometri, kas ir par 10% vairāk nekā faktiskais Zemes polārais apkārtmērs (40 008 km). Taču, ja pieņem, ka viņš izmantoja ēģiptiešu stadiju, kas ir apmēram 157,5 metri, tad mērījumi dotu 39 375 kilometrus lielu apkārtmēru, kas no patiesā atšķiras tikai par 1,6%. Ņemot vērā metodes vienkāršību un zināmas neprecizitātes, piemēram, to, ka Aleksandrija un Asuāna neatrodas uz viena meridiāna, rezultāts bija pārsteidzoši labs.

## SADARBĪBA AR ITĀĻIEM

No Latvijas projektā piedalījās Liepājas Raiņa 6. vidusskolas skolēni Mārtiņa Mamis vadībā, no Itālijas – A. Oriani zinātņu liceja (*Liceo Scientifico Statale "A. Oriani"*) skolēni no Ravennas Paolo Morino

vadībā. Uzdevums bija izmērīt 1,5 metrus augsta vertikāla staba ēnas garumu, kad Saule vietējā pusdienlaikā sasniedza maksimālo leņķisko augstumu. To, vai stabs bija vertikāls, pārbaudīja ar svērtēni. Stabs tika novietots uz līdzenas horizontālas virsmas. Lai uzlabotu kontrastu un iegūtu asu attēlu, vietā, kur krīta staba ēna, nolika baltu papīru. Ēnas garumu mērīja ar piecus metrus garu mērlenti.

Tā kā Liepāja un Ravenna neatrodas uz viena meridiāna, sākumā tikai noteikts attālums starp Liepāju un Belgradu, jo Belgrada atrodas aptuveni vienā ģeogrāfiskā platumā ar Ravennu. Skolēni izmantoja *Google Earth* lietotnes parocīgo "lineāla" funkciju un noskaidroja, ka no Liepājas līdz Belgradai (tātad arī no Liepājas līdz Ravennai pa meridiānu) ir 1328 kilometri.

Abas skolēnu grupas staba ēnas mērījumus veica 2023. gada 4. februārī. Liepājā vietējais pusdienlaiks iestājās plkst. 12:49:47, Ravennā – plkst. 12:25:02. Laiks bija saulains, bez mākoņiem. Skolēni izmērīja, ka staba ēnas garums Liepājā bija 484,2 centimetri, Ravennā – 236,9 centimetri. Zinot, ka staba garums ir 1,5 metri, un izmantojot arktangensa funkciju, viņi aprēķināja, ka Saules leņķiskais augstums Liepājā bija 17,21 loka grādi, Ravennā – 30,11 loka grādi.



Paolo Morino

Saules leņķisko augstumu mēra Ravennas licejā



Pumpuru vidusskolas skolēni veic mērījumus 2019. gada rudenī

## REZULTĀTI

Saules leņķiskā augstuma starpība Liepājā un Ravennā bija  $12,9^\circ$ . Šī starpība parāda abu komandu atrašanās vietas ģeogrāfiskā platuma atšķirību. Tātad  $12,9$  ģeogrāfiskā platuma grādiem atbilst 1328 kilometri, bet 360 grādiem atbilst  $X$  kilometri. Izmantojot šo proporciju, eksperimenta dalībnieki aprēķināja, ka Zemes apkārtmērs ir 37 060 kilometri. Tas atbilst  $7,4\%$  kļūdai, salīdzinot ar patieso Zemes polāro apkārtmēru. Galvenais kļūdas iemesls bija neprecīzi Saules leņķiskā augstuma mērījumi. Izmantojot vietni *Heavens-Above*, viņi secināja, ka itāļi mērījumos kļūdījušies par  $2,4\%$ , liepājnieki – par  $0,5\%$ .

Vēlāk skolēni atrada metodi, kā iegūt precīzāku

rezultātu. Ja staba galā novieto kartona gabalu, kurā ir caurums 10 milimetru diametrā, tad Saules apgaismotā ovāla centra atrašanās vietu var noteikt precīzāk nekā staba gala izplūdušās ēnas robežu. Lai mērījumos neradītu sistēmiskas kļūdas, jebkurā gadījumā abām komandām jāizmanto vienādas metodes.

## CITI MĒRĪJUMI

Eratostena eksperiments Latvijā ir diezgan populārs, to ir veikušas skolēnu grupas dažādās skolās. Piemēram, Ilgoņa Vilka vadītie skolēni Rīgā 1996. gadā un Jūrmalā 2000. gadā sadarbojās ar Atēnu skolēniem. Rīdzinieki ieguva Zemes apkārtmēru 41 490 kilometri (kļūda  $4\%$ ). Skatīt Ilgoņa

Vilka rakstu *Mūsdienu eratoteni žurnāla Zvaigžņotā Debess* 1998. gada pavasara numurā. Pumpuru vidusskolā Jūrmalā šāds pasākums notiek katrā pavasara un rudens ekvinoxijā. Mērījumi notiek vienkāršotā veidā, par otru punktu izvēloties vietu uz ekvatora. Ekvinoxijā Saule atrodas uz debess ekvatora, līdz ar to uz Zemes ekvatora Saule atrodas zenītā, un tas atvieglo aprēķinus.

Ilgonim Vilkam 2007. gadā Ēģiptes ceļojuma laikā bija iespēja atkārtot Eratostena eksperimentu oriģinālajās vietās Asuānā un Aleksandrijā, tiesa, ne vasaras saulgriežos. Asuānā 2. aprīlī templī uz Files salas viņš nofotografēja sfinksas statujas ēnu. Saules leņķiskais augstums pusdienlaikā bija  $70^\circ 58'$ .

Aleksandrijā novērojumi notika 7. aprīlī Kaitbeja cietoksnī, kur izdevās nofotografēt cietokšņa mūra fragmenta mesto ēnu. Šeit Saules leņķiskais augstums pusdienlaikā bija  $65^\circ 09'$ . Pēc mūsdienu datiem, attālums pa meridiānu starp mērījumu punktiem Aleksandrijā un Asuānā ir 847,59 kilometri. Veicot Zemes apkārtmēra aprēķinus, bija jāņem vērā pagājušās piecas dienas. Tika iegūts rezultāts 39 457 kilometri, kas ir par 551 kilometru jeb  $1\%$  mazāk par faktisko polāro apkārtmēru. Vai tas nav lieliski, ka no divām fotogrāfijām var elementāri noteikt Zemes apkārtmēru tikai ar viena procenta kļūdu! 🦋



# Zemes saplakums – tas ir fakts

JAUTĀJUMS PAR ZEMES FORMU IZSENIS NODARBINĀJIS CILVĒKU PRĀTUS. IZSKAN ARĪ KURIOZI APGALVOJUMI PAR “PLAKANO ZEMI”. MŪSDIENU INŽENIERZINĀTNISKIE UN TEHNISKIE SASNIEGUMI IR KLIEDĒJUŠI VISAS ŠAUBAS.

**K**āda tad īsti ir Zemes forma, un cik daudzi no mums par to ir aizdomājušies? Daļa būs dzirdējuši, ka Zeme pēc savas formas atgādina ābolu vai kartupeli. Cilvēces vēsturē nozīmīgi mērījumi notika 19. gadsimta sākumā un sniedza apstiprinājumu tam, ka Zeme ir saplacināta pie poliem. Uz Zemes virsmas veica triangulācijas mērījumus 2822 kilometrus garā līnijā, savienojot vienotā uzmērījumā Melno jūru un Ziemeļu Ledus okeānu. Šā vēsturiskā darba rezultātu pazīstam kā ģeodēzista un astronoma Vilhelma Strūves ģeodēzisko loku, kas

2005. gadā iekļauts UNESCO Kultūras mantojuma sarakstā. Tas apliecināja, ka angļu dabaszinātnieka Īzaka Ņūtona izvirzītā teorija par Zemes saplacinājumu pie poliem ir pareiza, pretstatā itāļu-franču matemātiķa un astronoma Džovanni Kasīni teorijai, ka Zeme ir saplacināta tieši ekvatora plaknē, atgādinot vertikāli novietotu olu. Zeme ir “izpletusies” ekvatora plaknē tāpēc, ka tā rotē un uz ekvatoriālo zonu visvairāk darbojas centrālās radīšanas spēki.

Tolaik mērījumi notika sarežģītos un fiziski grūtos apstākļos un ilga vairākus gadu desmitus. Tikai pēc

mērījumu matemātiskās analīzes varēja konstatēt Zemes saplakumu. Tas izrādījās tuvs vienai trīsdesmitajai daļai Zemes rādiusa jeb 1/298. Var pateikt arī citādi – Zemes polārais rādiuss ir par 21 kilometru mazāks nekā Zemes ekvatoriālais rādiuss. Mūsdienās šo lielumu var ātri izmērīt ar satelītiem. Speciālisti lieto pasaules ģeodēzisko sistēmu WGS84 un citas atskaites sistēmas. Un visās mūsdienas modernajās teorijās par Zemes formu tās saplakums ir viens no pamata lielumiem.

Fakts, ka Zeme nav ideāla lode, bet ir saplacināta, ir reāls. ✎



# Saulespuķu lauka meteorīts Migejs

VIENS NO RETĀKAJIEM UN INTERESANTĀKAJIEM METEORĪTIEM  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES MUZEJA FRĪDRIHA CANDERA UN LATVIJAS  
ASTRONOMIJAS KOLEKCIJĀ IR UKRAINĀ NOKRITUŠAIS OGLEKĻA  
HONDRĪTS MIGEJS.

**M**eteorīts Migejs nokrita 1889. gada 21. jūnijā ap 8.30 vakarā

Ukrainā, Mikolajivas apgabalā, Skaržinska muižas teritorijā aiz Migijas ciema (*Мигія*) saulespuķu laukā un svēra 7948 gramus – gandrīz 8 kilogramus. Notikumam bija aculiecinieki plašā apkārtnē – gan blakus esošajos ciematos, gan Hersonā, Voznesenskā un Olviopolē, tostarp pats Hersonas gubernators Aleksandrs Erdeli, kurš tajā vakarā bija atradies uz savas mājas balkona. Tieši pēc viņa iniciatīvas sāka meteorīta izpēti.

## METEORĪTA LIDOJUMS

Hersonas apriņķa mācītājs Jons Filipovičs 1902. gadā apkopoja hroniku *Летопись прихода Петро-Павловской церкви с. Мигея Елисаветградского уезда Херсонской епархии*, kur plaši apraksta šo notikumu un citē arī gubernatora stāstu par redzēto: “Nejauši paskatījies uz priekšu un augšu, kur vienā vietā

debesis jau bija attīrījušās no mākoņiem. Es ieraudzīju, kā no augšējiem mākoņiem šajās skaidrajās dzidrajās debesīs parādījās spoža, sarkanīgi spīdoša lode, kas momentāni izgaismoja visu apkārtni, neraugoties uz vēl esošo dienas gaismu. Pusceļā starp apakšējiem mākoņiem lode uzliesmoja kā raķete un turpināja lidojumu kopā ar veselu spietu dzirkstelju. Pēc brīža uguns lode pazuda mākoņos. Viss notika ļoti ātri – debesīs palika tikai labi redzama sudrabaini baltu dūmu sliede, bet vidū, kur lode bija uzliesmojusi, – liels dūmu aplis. Es paskatījos uz pulksteni, kas rādīja laiku pēc Hersonas meridiāna – bija 8.22. Pēc notikuma es vēl pusstundu vēroju

šo vietu debesis ar binokli – vēja trūkuma dēļ dūmu sliede stāvēja un nemaz nemainījās, līdz to vairs nevarēja saskatīt, tumsai iestājoties. Arī apaļais mākonis virs sliedes visu laiku bija pavisam nekustīgs.”

Gubernators Erdeli nosūtīja atradumu uz Pēterburgu profesoram Julianam Simaško – zoologam un rakstniekam, kam bija arī liela interese par meteorītiem. Viņš veica rūpīgu meteorīta izpēti un publicēja žurnālā *Нива* (1890. gada 1. numurā) rakstu par šo atradumu – *Метеорит Миген. История падения и предварит. исслед.* Simaško raksta: “Nonācu pie šāda slēdziena – meteorīts parādījās sakarsētā stāvoklī 100 verstu (106 kilometru) augstumā.

”  
DZIDRAJĀS DEBESĪS PARĀDĪJĀS  
SPOŽA, SARKANĪGI SPĪDOŠA LODE, KAS  
IZGAISMOJA VISU APKĀRTNI, NERAUGOTIES  
UZ VĒL ESOŠO DIENAS GAISMU.

60 verstu (64 kilometru) augstumā tas uzliesmoja un tad, atdaloties gāzēm un dūmiem, pazuda no aculiecinieku acīm mākoņos 30 verstu (34 kilometru) augstumā. Meteorīts nokrita 180 verstis (192 kilometrus) uz ziemeļrietumiem no Hersonas, Migijas ciema apkārtnē.”

## KRIŠANAS APSTĀKĻI

Stāsts par meteorīta krišanu atrodams profesora Simaško savāktajās Migijas zemnieku liecībās. Vistuvāk notikuma vietai atradās četri zemnieki, kas tajā vakarā atgriezās no darba saulespuķu laukā. Pašā kritiena brīdī viņi bija aiz pakalna un dzirdēja tikai troksni, vispirms svilpšanu un šņākšanu, tad it kā šāvieni no lielgabala. Bet zemniece Jevdokija Kostenkova gāja pa to pašu lauku, tikai otrā pusē pakalnam, un atradās kādus 340 metrus no kritiena vietas. Kostenkova redzējusi visu notikumu pilnībā – uguns lodes (bolīda) lidojumu, kas pusceļā spoži uzliesmojis, gaisā palikusī nespodra sudrabaina sliede, pašā uzliesmojuma vietā – tāds pats nespodri sudrabains mākonis.

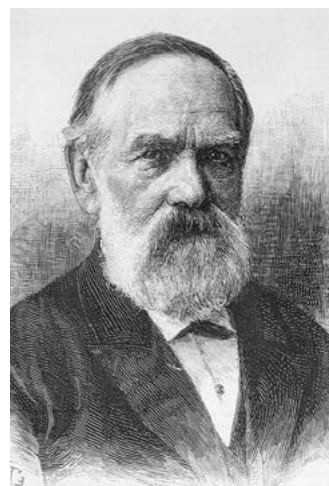
Zemniece dzirdēja briesmīgo troksni. Meteorītam ietriecoties zemē, pat zeme nodrebējusi. Kritiena brīdī viņa redzēja sacejāmie lielu vēja virpuli, kas nolieca pie zemes saulespuķes un stipri locīja arī netālu augošos kokus. Krītošo meteorītu viņa pamānījusi tikai 20–25 metrus virs zemes, kad tas stāvus kritis zemē. Kritiena ātrums neesot

atšķīries no parasta akmens krišanas, kas krīt zemē no liela augstuma. Pavisam tuvu zemei tas esot atgādinājis melnu apaļu lodi liela arbūza izmērā, kas strauji rotējis, tam apkārt bijis liels tvaiku vai dūmu aplis. Kad pārējie četri zemnieki pēc 15 minūtēm nonāca notikuma vietā, viņi sajuta stipru degoša sēra smaku. Meteorīts bija ietriecies augsnē ne pārāk dziļi, tikai apmēram 3 sprīžu dziļumā. Kritiena laikā tas bija notriecis trīs saulespuķes. Zemnieki atstāja nokritušo objektu laukā, tikai stāstīja visiem, kādus brīnumus redzējuši.

Nākamajā dienā pēc notikuma saimniecības īpašnieks Černovs savā saulespuķu laukā atrada apmēram desmit augus, kam apakšējās lapas līdz pusmetra augstumam bija pārklātas ar mīkstu sodrēju kārtu. Černovs atcerējās vakardienas it kā pērkona grāvienu jau pēc lietus un zemnieku runas par degoša priekšmeta krišanu no debesīm. Starp nokvēpušajām saulespuķēm viņš atrada vairākus notriektus augus un bedrē – apdegušu, apogļojušos akmeni. Meteorīts bija apdedzis vienmērīgi no visām pusēm; ietriecoties zemē, tas nebija sadalījies. Bedres forma un apkārt izsviestā augsne liecināja, ka meteorīts kritis gandrīz stāvus.

## TURPMĀKIE NOTIKUMI

Atrašanas brīdī apdegušais akmens svēra 25 mārciņas (11 kilogrami), atradēji sev par piemiņu atšķēla gabalus, apmēram 8 mārciņas



Migejas meteorīta pētnieks Julians Simaško

(3 kilogrami) smagus. Tad no gubernatora pienāca ziņa, ka atradums jānogādā Hersonā, bet tur nokļuva tikai 17 mārciņas (7,9 kilogrami) smags gabals, kuru tad vēlāk arī nosūtīja uz Pēterburgu profesoram Simaško izpētei. Profesors gan, vācot liecības no vietējiem iedzīvotājiem, esot atguvis atpakaļ gandrīz visu sākotnējo meteorīta masu.

Pēc meteorīta izpētes pabeigšanas profesors Simaško galveno masu 1889. gadā nodeva Odesas Universitātei, atstājot sev tikai dažus nelielus fragmentus. Tur meteorīts atradās līdz 1936. gadam, kad apmaiņas kārtā nonāca Krievijas Zinātņu akadēmijā Maskavā. Šobrīd tur atrodas divi kilogrami meteorīta masas, pārējais ir apmainīts vai pārdots.

## OGLEKĻA HONDRĪTI

Migejs ir unikāls meteorīts, tā sauktais oglekļa



Migeja meteorīta fragments (7,6 grami) Latvijas Universitātes Muzejā



Oglekļa hondrīts (Aljendes meteorīts) tuvplānā

hondrīts. Oglekļa hondrīti sastāv no materiāliem, kas radušies no pirmatnējā Saules miglāja, tajos ietilpst vecākie Saules sistēmā izveidojušies minerāli, kuru vecums ir 4,5 miljardi gadu. Tie netika pakļauti augstas temperatūras iedarbībai, līdz ar to termiskie procesi tos gandrīz nav mainījuši, kā tas bija ar materiāliem, kas nonāca Saulei tuvāko debess ķermeņu sastāvā un mūsdienās veido tipiskos akmens un dzelzs meteorītus.

Oglekļa hondrīti ir reti sastopami, tikai 5% no zināmo meteorītu kopskaita. Kā jau rāda nosaukums, tajos ir daudz oglekļa (līdz 3%) grafiņa, karbonātu un organisko savienojumu formā. Šo meteorītu galvenā sastāvdaļa ir silikāti, oksīdi un sulfīdi, tipiskie minerāli ir olivīns un serpentīns. Viena oglekļa hondrītu grupa (CM) nosaukumu ieguvusi tieši no Migeja

meteorīta. CM hondrīti satur sarežģītas organiskās vielas, tostarp aminoskābes un nukleīnskābju sastāvdaļas – purīnu un/vai pirimidīnu. Pēc vairākiem līdzīgiem atradumiem Eiropas teritorijā notika zinātniskas diskusijas, vai šīm organiskajām vielām var būt bioloģiska izcelsme, bet pierādīts nekas netika.

Krievu ģeokīmiķis Genādijs Vdovikins 1961. gadā veica atkārtotu rūpīgu Migeja izpēti, pētot arī pēc sastāva līdzīgo 1861. gada 28. jūnijā Čečenijā nokritušo meteorītu Grozniju (Грозный). Šajos meteorītos Vdovikins konstatēja lielas molekulmasas ogļūdeņražus no parafīna

sērijas. Migeja meteorītā tas bija bitumens (piķis), Groznija meteorītā – vazelinam līdzīga viela ar aromātisku smaržu. Jau profesors Simaško savā pētījumā ar ētera ekstrakcijas metodi Migeja meteorītā bija atklājis 0,23% bitumena.

Meteorītu kolekciju, kurā ietilpst Migejs, kā arī citus interesantus ar astronomijas vēsturi saistītus objektus var aplūkot Frīdriha Candra un Latvijas astronomijas kolekcijā Rīgā, Raiņa bulvārī 19, 4. stāvā. 🌟

Raksts pārpublicēts no Latvijas Universitātes Muzeja materiālu sērijas *Zem lupas* (<https://www.lu.lv/muzejs/petnieciba/zem-lupas/2022-gads/>).



# Šifrētie atklājumi

JAUNA ZINĀTNISKA ATKLĀJUMA PIETEIKŠANA UN PĀRBAUDIŠANA ARĪ MŪSDIENĀS NAV SEVIŠĶI VIENKĀRŠA. KAD VĒL NEBIJA ZINĀTNISKO ŽURNĀLU UN AKADĒMISKO PĀRBAUŽU MEHĀNISMU, ZIŅAS PAR JAUNATKLĀJUMIEM PĒTNIEKI NERETI PUBLICĒJA ŠIFRĒTU VĒSTĪJUMU FORMĀ.

**D**audziem, kas bērnībā lasījuši stāstus par pagātnes zinātniskajiem atklājumiem, ir bijis sapnis pašiem kādreiz nonākt atklājēja lomā. Piemēram, pļavā atrast vēl nevienam nezīnāmu vaboli vai ielūkoties tālskatī un pirmajam saskatīt komētu, kas līdz šim visiem paslīdējusi garām. Skaidrs, ka atklātajam kukainim vai debess ķermenim vēlāk tiks piešķirts atklājēja vārds, un līdz ar to viņš ieies vēsturē.

Nevar noliegt, ka šāda iespēja vilinājusi arī daudzus pētniekus tuvākā un tālākā pagātnē, tomēr pavēstīt pasaulei par jaunu atklājumu var būt arī diezgan riskanti. Zinātnes vēsture var nosaukt neskaitāmus gadījumus, kad ar lielu troksni izziņotais atklājums izrādījies tikai pārsteidzības auglis, nelāgs pārpratums vai pat – vēl jaunāk – viltojums. Savukārt tie, kuri pārāk ilgi glabājuši savu

atklājumu atvilknē un gribējuši to vēl un vēlreiz pārbaudīt, riskējuši, ka galu galā kāds drosmīgāks zinātnieks aizsteigsies viņiem priekšā.

Mūsdienās šo dilemmu vismaz daļēji ļauj atrisināt publikācijas zinātniskos žurnālos, kur iespējams pieteikt arī līdz galam neapstiprinātas hipotēzes, ja tam ir pietiekams pamatojums. Pirms vairākiem gadsimtiem, kad zinātnieku saziņa notika galvenokārt ar vēstulēm, tas bija krietni sarežģītāk, tāpēc pat zinātnes dižgari ķērās pie visai nepārastiem paņēmieniem. Viens no tiem bija uzrakstīt par savu atklājumu aizšifrētu vēstījumu, kuru autors atšifrē tad, ja viņa pieņēmums apstiprināties un par to vairs nav šaubu.

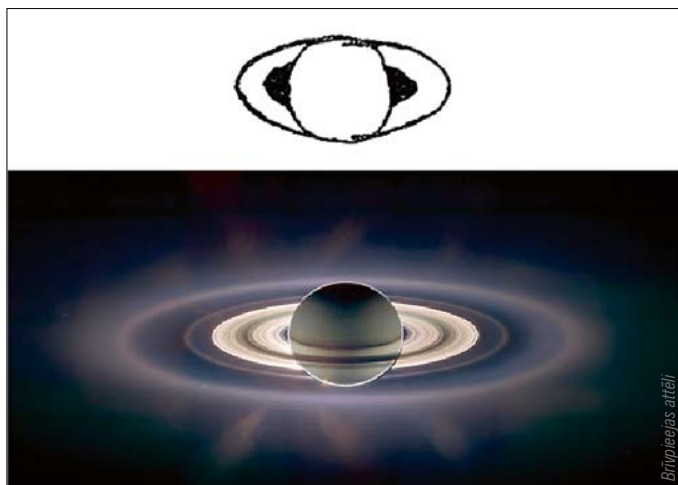
## GALILEJA VĒSTULES KEPLERAM

Viens no dižgariem, kurš par saviem atklājumiem paziņoja ar burtu mīklām, bija Galileo Galilejs (1564–1642).



Galileo Galilejs. Josta Sustermansa portrets, 1636

Savās vēstulēs vācu astronomam Johannesam Kepleram (1571–1630) viņš vairākas reizes lietoja anagrammas, kas vēlāk ļautu apliecināt autorību atklājumam, ja tas apstiprinātos. Tā kādā 1610. gadā nosūtītā vēstulē itāļu zinātnieks iekļāvis šādu burtu savirknējumu:



Saturns – Galileo Galileja 1616. gada skice un 2006. gadā ar zondi *Cassini-Huygens* iegūts attēls

### **smaisrmilmepoeta- levmibunenugttaviras**

Protams, Keplers tūlīt saprata, ka runa ir par kādu jaunu atklājumu, tomēr atrisinājums viņam ilgi nedevās rokā. Pēc ilgākiem pūliņiem viņš no šiem burtiem galu galā izveidoja ne sevišķi pareizu latīņu teikumu “*Salve umbistineum geminatum Martia proles*” – “Esiet sveicināti, klāstāvošie Marsa dvīņu pēcteči”, kas nozīmētu, ka Galilejs atklājis divus Marsa pavadoņus. Keplera gaišredzību var tikai apskaust, jo Marsam tiešām ir divi dabiskie pavadoņi, taču tik mazi, ka tos atklāja tikai 1877. gadā. Patiesībā Galilejs bija šifrējis teikumu:

*Altissimum planetam  
tergeminum observavi.*

Tulkojumā tas nozīmē: “Visaugstāko planētu esmu novērojis trīskāršu (burtiski – kā trīnīšus).” Tolaik par “visaugstāko”, tātad vistālāk no Zemes esošo, planētu sauca

Saturnu, un Galilejs ar savu ziņojumu vēlējās pateikt, ka novērojis Saturnam paplašinājumus uz abām pusēm, kuru izcelsme viņam tolaik vēl nebija skaidra. Katrā ziņā tas bija pirmais vēsturiski fiksētais Saturna gredzenu novērojums.

Jau tā paša 1610. gada nogalē Galilejs aplaimoja Kepleru ar otru anagrammu,

kas šoreiz veidoja sakarīgu teikumu – gan ar diviem liekiem burtiem galā:

***Haec immatura a me  
iam frustra leguntur – oy.***

Aptuvens tulkojums būtu: “Šīs negatavās [lietas] es vēl veltīgi cenšos salasīt – oy.” Pēc ilgākiem pūliņiem Keplers nosūtīja Galilejam vairākus anagrammas atrisinājumus, starp kuriem viens skanēja: “*Macula rufa in Jove est gyratur mathem. etc.*” – “Uz Jupitera ir sarkans plankums, [tas] griežas “matem[ātiski]” utt.” Vēl viens nepareizs atrisinājums – un precīzs trāpījums! Jupitera Lielo Sarkano plankumu pirmoreiz novēroja, pats ātrākais, 1665. gadā, bet varbūt pat tikai 1830. gadā, katrā ziņā jau pēc abu izcilo vēstulju draugu nāves. Galileja iecerētais anagrammas atrisinājums šoreiz bija poētiski mitoloģisks:

*Cynthiae figuras aemu-  
latur Mater Amorum.*

“Amoru Māte atdarina Kintijas figūras.” Lai saprastu



Veneras fāzes 2004. gada pirmajā pusē



Kristiāns Heigenss. Kaspara Netšera portrets, 1673

šo izteikumu, bija labi jāpārzi-  
na antīkā mitoloģijā. Amoru –  
ar loku un bultām bruņoto  
spārnoto zēnu – māte, pro-  
tams, bija mīlas dieviete  
Venera, savukārt Kintija bija  
viens no Mēness un savvaļas  
zvēru dievietes Diānas epi-  
tetiem. Pārtulkojot nedaudz  
prozaiskāk, vēstījums nozīmē-  
ja: “Venerai ir līdzīgas fāzes  
kā Mēnesim.” Šis atklājums  
bija nopietns izaicinājums  
Ptolemaja ģeocentriskajam  
pasaules modelim, jo Venerai,  
kas riņķo ap Zemi pa tuvāku  
orbītu nekā Saule, šāda fāžu  
maiņa nebūtu iespējama.

## HEIGENSA ALFABĒTISKĀ ANAGRAMMA

Galilejs tā arī līdz galam  
neizprata, kāpēc 1610. gadā  
novērotais Saturns bija pār-  
vērties par “trīnīšiem”. Savu

teleskopu pret “visaugstā-  
ko planētu” viņš pavērsa vēl  
daudzkārt un atklāja, ka “pa-  
plašinājumi”, kas varētu būt  
tuvi Saturna pavadoņi, pēc  
kāda laika izzūd un nav redza-  
mi vispār, bet tad parādās kā  
divas puselipses, kas iekļauj  
planētu no abām pusēm, vidū  
atstājot tumšus trijstūrus.

Šīs parādības dabu  
1655. gadā noteica nīderlandiešu  
zinātnieks Kristiāns  
Heigenss (1629–1695).  
Galileja rīcībā bija tikai tele-  
skops ar divdesmit reižu palielinājumu,  
bet Heigenss bija  
iegādājies savam laikam lie-  
lisku instrumentu ar piecdes-  
mitkārtīgu palielinājumu un  
atklāja pirmo Saturna pavado-  
ni – Titānu. Bet ne tikai. Savu  
pētījumu rezultātus viņš publi-  
cēja 1656. gadā grāmatā *De  
Saturni Luna observatio nova*  
(*Jauns novērojums par Saturna  
Mēnesi*), kurā cita starpā at-  
šifrēja arī iepriekš sacerētu  
anagrammu – tajā viņš bija pa-  
vēstījis par Titāna atklāšanu.

Pašās sacerējuma bei-  
gās Heigenss ievieto-  
ja jaunu anagrammu:

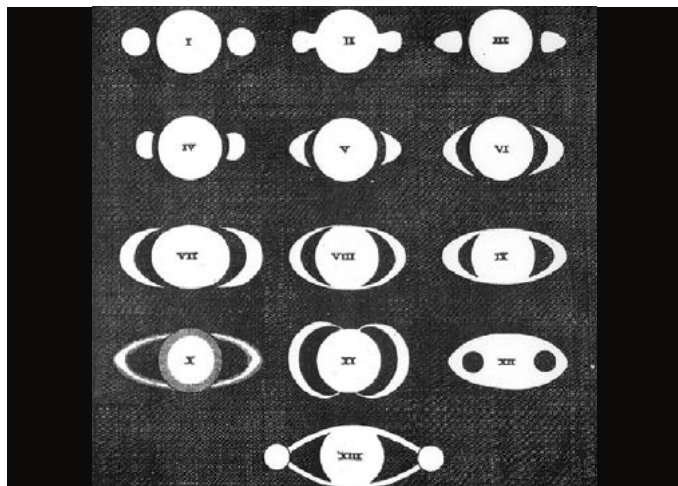
**aaaaaaa ccccc d eeeee  
g iiiiii llll mm nnnnnn-  
nn oooo pp q rr s ttt uuuuu**

Kā redzam, Heigenss īpa-  
ši nepiepūlējās ar skaista  
teikuma sastādīšanu, vien-  
kārši salika visus sava at-  
klājuma burtus alfabētiskā  
secībā. Trīs gadu laikā šo  
anagrammu neviens neatšif-  
rēja, un savā nākamajā dar-  
bā zinātnieks publicēja pats  
savu atrisinājumu – zināt-  
niski sausu un lakonisku:

*“Annulo cingitur, tenui,  
plano, nusquam cohaerente,  
ad eclipticam inclinato.”*

“Apjozts ar gredzenu, plā-  
nu, plakanu, nekur nepiesais-  
tītu, slīpu pret ekliptiku.”

Jau kopš 18. gadsimta ar-  
vien populārāka kļuva prak-  
se par jaunatklājumiem  
paziņot zinātniskajos žur-  
nālos, līdz ar to laikabied-  
riem minamu burtu mīk-  
lu skaits gāja mazumā. 🦋



Saturns. Kristiāna Heigensa 1659. gada zīmējumi



# DEBESS SPĪDEKĻI

## 2023./2024. gada ziemā



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. janvārī plkst. 24.00 un 20. februārī plkst. 22.00

**A**stronomiskā ziema 2023. gadā sāksies 22. decembrī plkst. 5.27. Šajā brīdī Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē, un tai būs maksimāla negatīvā deklinācija. Kopš šā laika deklinācija

sāks pieaugt, tāpēc šo notikumu sauc par ziemas saulgriežiem, kam jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudzu tautu dzīves ritmā. 2024. gada 3. janvārī plkst. 3<sup>h</sup> Zeme atradīsies vistuvāk Saulei (perihēlijā) –

0,983 astronomiskās vienības.

2023./2024. gada astronomiskā ziema beigsies 20. martā plkst. 5.06, kad Saule nonāks pavasara punktā un ieies Auna zodiaka zīmē. Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi

garas. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju, no latīņu vārdiem *aequus* (vienāds) un *nox* (nakts). Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir bagātīgi ar spožām zvaigznēm, sevišķi 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 alfa), Procioms (Mazā Suņa alfa) un Betelgeize (Oriona alfa). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas vaļējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš). Ar binokli vai teleskopu 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). Zvaigžņoto debesi Latvijā novērot traucē galvenokārt tas, ka ir maz skaidra laika un tad, kad ir skaidrs laiks, valda liels, stindzinošs aukstums.

## PLANĒTAS

Ziemas sākumā **Merkurs** nebūs novērojams, 22. decembrī tas atradīsies apakšējā konjunktijā starp Zemi un Sauli. Jau 12. janvārī Merkurs nonāks maksimālajā rietumu

elongācijā (23°). Tāpēc ap janvāra vidu to var mēģināt ieraudzīt rītos, neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, dienvidaustrumos. 28. februārī Merkurs atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās), līdz ar to janvāra beigās, februārī un marta pirmajā pusē tas nebūs redzams. Pašās ziemas beigās Merkura austrumu elongācija sasniegs 18°. Tāpēc, sākot apmēram ar marta vidu, to varēs novērot vakaros, zemu pie horizonta, rietumos. 9. janvārī plkst. 14<sup>h</sup> Mēness paies garām 8° uz leju, 9. februārī plkst. 1<sup>h</sup> 4° uz leju un 11. martā plkst. 5<sup>h</sup> 2° uz leju no Merkura.

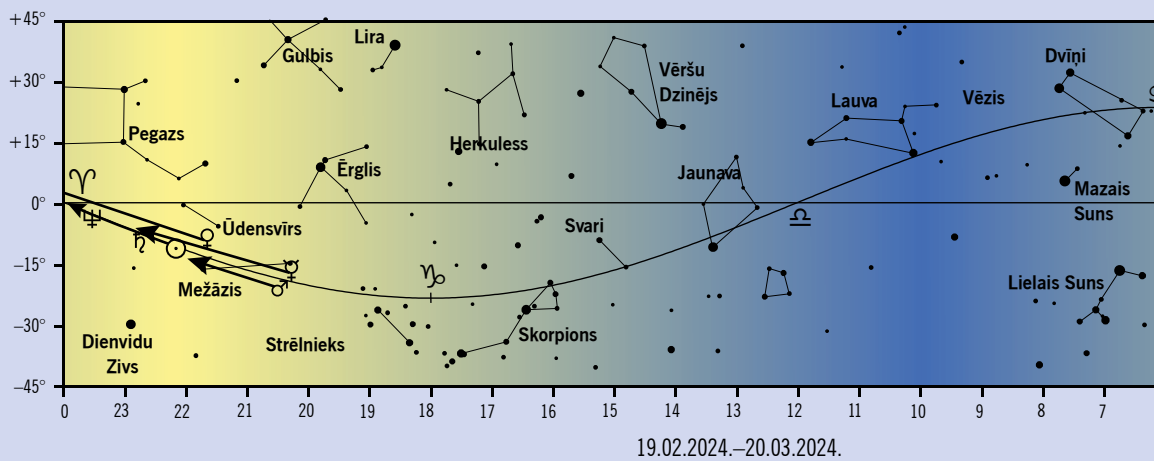
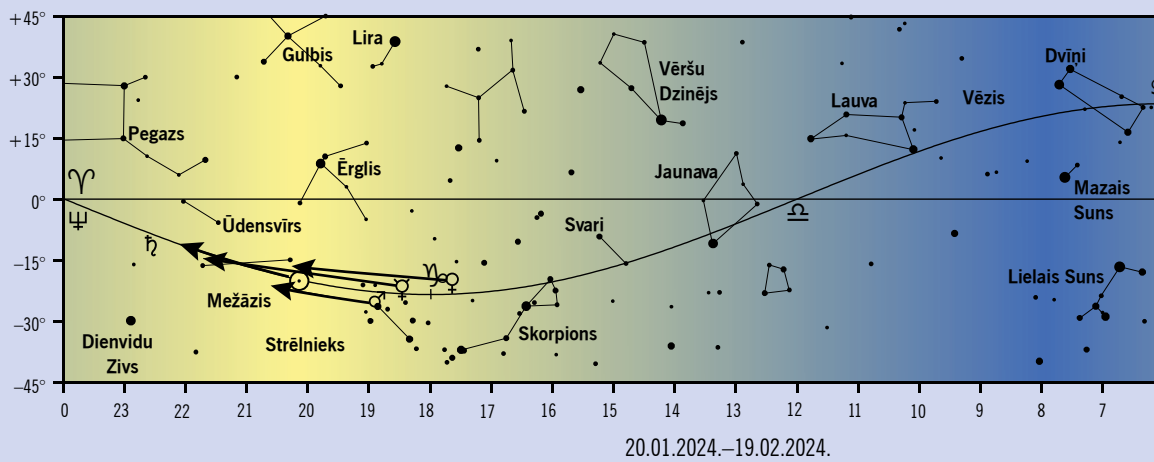
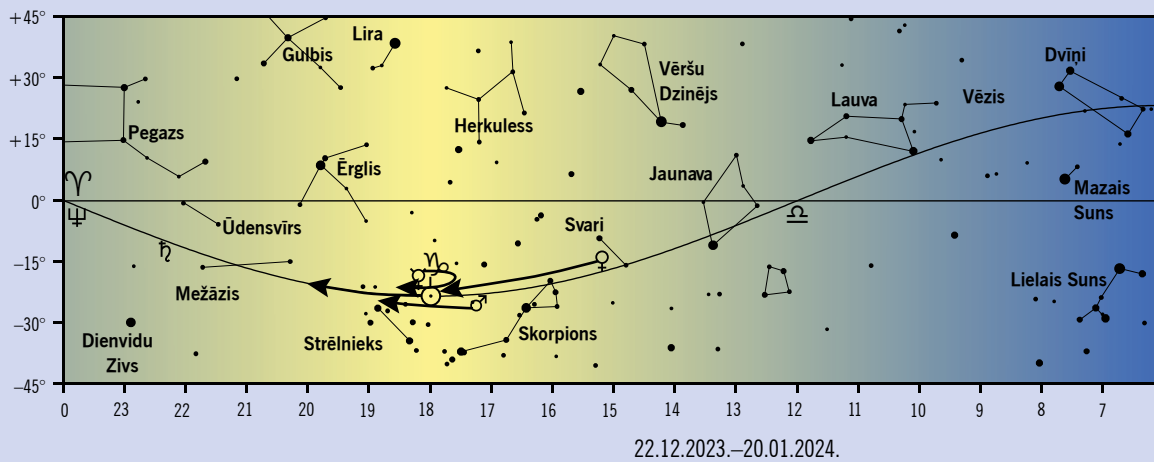
Ziemas sākumā **Veneras** rietumu elongācija būs liela (39°), tā gan visu laiku samazināsies. Tāpēc decembra beigās un janvāra pirmajā pusē tā būs diezgan labi redzama rītos dienvidaustrumu pusē. Planētas spožums būs –4<sup>m</sup>, 1. Janvāra otrajā pusē un februāra sākumā Veneru vēl varēs novērot īsu brīdi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, dienvidaustrumos. Sākot ar februāra vidu, Venera vairs nebūs novērojama līdz ziemas beigām, pat neraugoties uz to, ka tā atradīsies samērā lielā leņķiskā attālumā no Saules. 8. janvārī plkst. 20<sup>h</sup> Mēness paies garām 7° uz leju, 7. februārī plkst. 22<sup>h</sup> 6° uz leju un 8. martā plkst. 20<sup>h</sup> 4° uz leju no Veneras.

2023./2024. gada ziema būs ļoti nelabvēlīga

**Marsa** novērošanai, tas nebūs redzams. 10. janvārī plkst. 10<sup>h</sup> Mēness paies garām 5° uz leju, 8. februārī plkst. 9<sup>h</sup> 5° uz leju un 8. martā plkst. 8<sup>h</sup> 4° uz leju no Marsa.

Ziemas sākumā, janvārī un februāra pirmajā pusē **Jupiters** būs ļoti labi novērojams nakts pirmajā pusē. Tā spožums ziemas sākumā būs –2<sup>m</sup>, 7. Februāra otrajā pusē un martā Jupiters būs labi redzams vakaros vairākas stundas pēc Saules rieta. Planētas spožums ziemas beigās samazināsies līdz –2<sup>m</sup>, 1. Visu ziemu Jupiters atradīsies Auna zvaigznājā. 22. decembrī plkst. 14<sup>h</sup> Mēness paies garām 1,5° uz augšu, 18. janvārī plkst. 21<sup>h</sup> 1,5° uz augšu, 15. februārī plkst. 8<sup>h</sup> 2° uz augšu un 14. martā plkst. 1<sup>h</sup> 2° uz augšu no Jupitera.

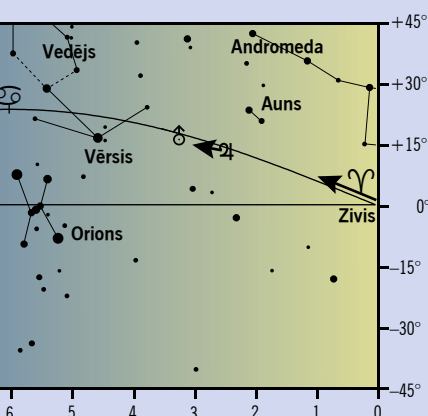
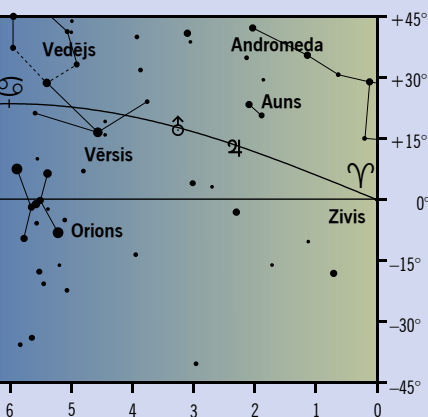
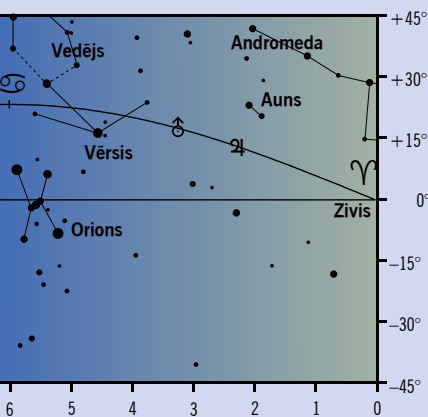
Pašā ziemas sākumā un janvāra pirmajā pusē **Saturns** būs redzams vakaros dažas stundas pēc Saules rieta debess dienvidrietumu pusē. Tā spožums būs +0<sup>m</sup>, 9. Janvāra otrajā pusē un februāra pirmajā pusē Saturns būs novērojams neilgu laiku vakaros tūlīt pēc Saules rieta. Februāra otrajā pusē un martā Saturns nebūs redzams, jo 28. februārī tas būs konjunktijā ar Sauli. Visu ziemu Saturns atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā. 14. janvārī plkst. 12<sup>h</sup> Mēness paies garām 3° uz leju, 11. februārī plkst. 3<sup>h</sup> 3° uz leju un 9. martā plkst. 20<sup>h</sup> 2° uz leju no Saturna.



Janis Kauliņš

Saules šķietamais ceļš 2023./2024. gada ziemā kopā ar planētām. Uz zilā fona parādītie spīdekļi redzami naktī





Ziemas sākumā un janvārī **Urāns** novērojams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums šajā laikā būs +5<sup>m</sup>, 7. Februārī un marta pirmajā pusē Urāns būs redzams nakts pirmajā pusē. Ziemas beigās tas būs novērojams vakaros. Visu ziemu

Urāns atradīsies Auna zvaigznājā. 23. decembrī plkst. 15<sup>h</sup> Mēness paies garām 2° uz augšu, 19. janvārī plkst. 20<sup>h</sup> 2° uz augšu, 16. februārī plkst. 2<sup>h</sup> 2° uz augšu un 14. martā plkst. 12<sup>h</sup> 2° uz augšu no Urāna.

## ASTEROĪDI

2023./2024. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožāki par +9<sup>m</sup> būs trīs asteroīdi – Junona (3), Vesta (4) un Metīda (9).

### Junona

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
10.02.	11 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	+0°46'	1,707	2,616	9,1
20.02.	11 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	+2°15'	1,680	2,644	8,9
1.03.	10 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	+3°54'	1,682	2,671	8,6
11.03.	10 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	+5°34'	1,712	2,698	8,8
21.03.	10 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	+7°07'	1,772	2,724	9,1

### Vesta

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
22.12.	5 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>	+20°33'	1,583	2,566	6,4
1.01.	5 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	+20°59'	1,596	2,563	6,7
11.01.	5 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	+21°25'	1,638	2,560	7,0
21.01.	5 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	+21°50'	1,705	2,557	7,2
31.01.	5 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	+22°15'	1,792	2,553	7,4
10.02.	5 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	+22°40'	1,896	2,549	7,6
20.02.	5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	+23°06'	2,012	2,544	7,8
1.03.	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	+23°31'	2,134	2,540	8,0
11.03.	5 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	+23°54'	2,261	2,534	8,1
21.03.	5 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	+24°15'	2,388	2,529	8,2

### Metīda

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
22.12.	6 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>	+27°15'	1,119	2,101	8,4
1.01.	5 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	+27°46'	1,134	2,105	8,7
11.01.	5 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	+28°07'	1,174	2,110	9,0
21.01.	5 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	+28°20'	1,237	2,116	9,3

## KOMĒTAS

### C/2021 S3 (Panstarrs) komēta

Šī komēta 2024. gada 14. februārī atradīsies perihēlijā. 2023./2024. gada ziemas beigās tā būs novērojama ar binokli vai teleskopu. Komētas efemerīda dota 0<sup>h</sup> UT.

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
10.02.	17 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	-20°58'	1,454	1,322	7,5
20.02.	17 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	-13°48'	1,379	1,323	7,4
1.03.	18 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	-5°37'	1,326	1,340	7,4
11.03.	18 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	+3°14'	1,300	1,373	7,4
21.03.	19 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup>	+12°15'	1,303	1,421	7,6

### 12P/Ponsa-Bruksa komēta

Šī komēta 2024. gada 21. aprīlī atradīsies perihēlijā. 2023./2024. gada ziemas otrajā pusē un pavasarī tā būs labi novērojama ar binokli vai teleskopu un, iespējams, būs redzama ar neapbruņotu aci. Komētas efemerīda dota 0<sup>h</sup> UT.

Datums	Rektascensija	Deklinācija	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
10.02.	22 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	+38°07'	1,833	1,473	8,8
20.02.	22 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup>	+37°22'	1,753	1,341	8,1
1.03.	23 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	+35°44'	1,690	1,211	7,4
11.03.	0 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	+32°56'	1,647	1,086	6,6
21.03.	1 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	+28°53'	1,622	0,972	5,9

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 13. janvārī plkst. 12<sup>h</sup>; 10. februārī plkst. 20<sup>h</sup>; 10. martā plkst. 8<sup>h</sup>.

Apogejā: 1. janvārī plkst. 17<sup>h</sup>; 29. janvārī plkst. 10<sup>h</sup>; 25. februārī plkst. 17<sup>h</sup>.

### Mēness fāzes

#### ● Jauns:

- 11. janvārī 13<sup>h</sup>57<sup>m</sup>;
- 10. februārī 0<sup>h</sup>59<sup>m</sup>;
- 10. martā 11<sup>h</sup>00<sup>m</sup>.

#### ● Pirmais ceturksnis:

- 18. janvārī 5<sup>h</sup>52<sup>m</sup>;
- 16. februārī 17<sup>h</sup>01<sup>m</sup>;
- 17. martā 6<sup>h</sup>11<sup>m</sup>.

#### ○ Pilnmēness:

- 27. decembrī 2<sup>h</sup>33<sup>m</sup>;
- 25. janvārī 19<sup>h</sup>54<sup>m</sup>;
- 24. februārī 14<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.

#### ● Pēdējais ceturksnis:

- 4. janvārī 5<sup>h</sup>30<sup>m</sup>;
- 3. februārī 1<sup>h</sup>18<sup>m</sup>;
- 3. martā 17<sup>h</sup>23<sup>m</sup>.

## METEORI

Ziemā ir novērojama viena stipra meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir no 28. decembra līdz 12. janvārim. 2024. gadā maksimums gaidāms 4. janvārī rīta pusē. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā, lai arī iespējamās svārstības intervālā no 60 līdz 200.





# ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR  
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!

ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻS VAI INTERNETĀ: [PASTS.LV](http://PASTS.LV)  
ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ  
2024. 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 >