

Zvaigžņotā DEBESS

2019
RUDENS

PIELIKUMS: ASTRONOMISKAIS KALENDĀRS 2020

UNIKĀLA
IESPĒJA!

Latvija dod vārdu
zvaigznei
un citplanētai

Gaia turpina:
**MILJARDS
ZVAIGŽŅU,**
tikai vēl precīzāk

NAMĪBIJA —
astrofotogrāfa sapnis

**MĒRĪSIM
SAULES VĒJU**

LOFAR radioteleskopa
segments Irbenē

Izdevējs



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

ISSN 0135-129X

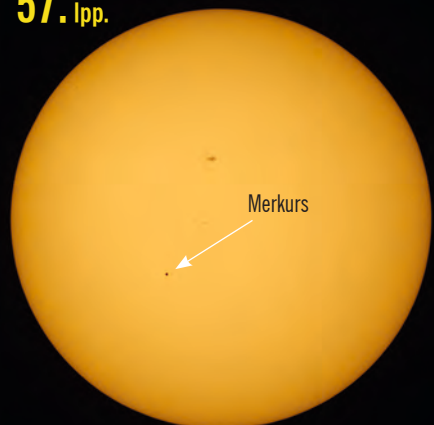
9 770135 129006 > 0 3 >



Cena 3,00 €

Nepalaid garām!
Merkurs uz Saules
diska.

57. lpp.

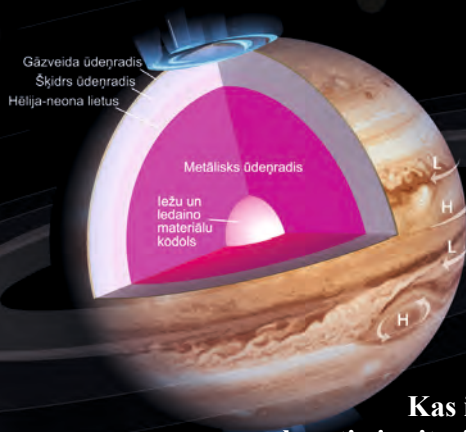


Laba zinātniskā
teorija pati
“rok sev kapu”

30. lpp.

Zonde spridzina
asteroīdu un ievāc
paraugus

24. lpp.



Kas ir
karstie jupiteri?

18. lpp.

Aicinām apmeklēt—vecā
Tartu observatorija

29 lpp.



Kāpēc rudenī biežāk
redzama ziemeļblāzma?

52. lpp.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

2019. GADA RUDENS (245)

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 zvaigžnēm, 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, *PhD* Jānis Jaunbergs,
Mg. sc. comp. Raitis Misa,
Guna Spurava, Vents Zvaigzne,
Dr. hab. phys. Juris Žagars.

Maketētāja: Andra Liepiņa**Literārais redaktors:** Oskars Lapsiņš**Žurnāls sagatavots:**

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

Iespiests: SIA Latgales druka**Interneta resursi:** www.lu.lv/zvd**Digitālais arhīvs:** <http://ejuz.lv/zvd>

Uz 1. vāka: 2019. gada 2. jūlijā
pilnā Saules aptumsuma josla šķērsoja
ESO Lasilijas observatoriju.
Astronomi to izmantoja, lai iegūtu
skaistus attēlus, kā arī lai veiktu
Saules pētījumus.
Avots: P. Horálek/ESO

AKTUĀLI

Jaunami īsumā. *Ilgonis Vilks* 2
Astronomijas jaunumi Latvijā. *Ilgonis Vilks* 4

VISUMA IZPĒTE

Gaia – precīzās navigācijas meistars. *Anna Gintere* 6

CITPLANĒTA LATVIJAI

Latvija dod vārdu zvaigznei un citplanētai.
Mārtiņš Gills 12

OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

Kosmiskās misijas. *Sagatavojis Māris Krastiņš* 13

CITPLANĒTA LATVIJAI

Kā atklāja Latvijas citplanētu. *Intervē Mārtiņš Gills* 14

Iepazīsimies – karstais jupiters! *Intervē Mārtiņš Gills* 18

Grūtais ceļš uz otrās Zemes atklāšanu.
Intervē Mārtiņš Gills 20

KOSMISKIE LIDOJUMI

Zonde *Hayabusa2* šauj pa asteroīdu. *Raitis Misa* 24

TELESKOPI

Irbenē mērīsim Saules vēju. *Artūrs Vrubļevskis,
Boriss Rjabovs, Dmitrijs Bezrukovs* 26

ASTROVIETA

Vecā Tartu observatorija. *Mārtiņš Gills* 29

ZINĀTNES SASNIEGUMI

Atspēkojamība un fizika. *Metjū R. Frensis.
Tulkojis Ilgonis Vilks* 30

FOTOSTĀSTS

Herkulesa zvaigžņu kopa M13. *Sergejs Klimanskis* 36

LATVIJAS ZINĀTNIKI

Jānim Klētniekam – 90! *Intervē Raitis Misa* 38

ASTRONOMIJA SKOLĀ

**Latvijas 47. atklātā skolēnu astronomijas
olimpiāde.** *Māris Krastiņš* 44

AMATIERU ASTRONOMIJA

Latviešu astrofotogrāfa sapnis – Namībija?
Kristaps Kemlers 46

Rudens – ziemeļblāzmu laiks. *Ilgonis Vilks* 52

Merkurs uz Saules diska! *Ilgonis Vilks* 57

DEBESS APSKATS

Debess spīdekļi 2019. gada rudenī. *Juris Kauliņš* 58

MOBILĀ LIETOTNE

Lai nenokavētu astronomisku notikumu.
Mārtiņš Gills 64



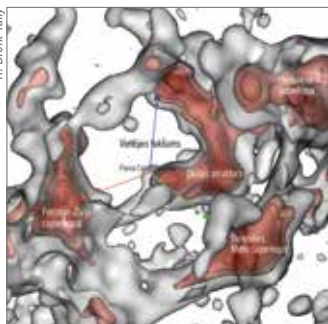
ISRO

Jaunumi ĪSUMĀ

KOSMIŠĀ TUKŠUMA KARTĒŠANA

Izrādās, ka Piena Ceļa galaktika un tās kaimiņi atrodas liela kosmiska burbuļa – **Vietējā tukšuma** – malā. To jau 1987. gadā atklāja Havaju Universitātes astronoms

R. Brent Tully



Brents Talijs (*Tully*) un ASV Nacionālās radioastronomijas observatorijas astronoms Ričards Fišers (*Fisher*), taču izpēti apgrūtināja tas, ka tukšums atrodas aiz mūsu Galaktikas centra. Tagad starptautiska zinātnieku grupa Brenta Talijs vadībā izanalizējusi 18 000 tuvējo galaktiku kustību un izveidojusi Vietējā tukšuma karti. Visumam izplešoties, tukšuma izmēri palielinās, tajā pašā laikā Jaunavas galaktiku kopa velk mūs uz savu pusi. Tas daļēji izskaidro mūsu Galaktikas un tās kaimiņu kustību šajā virzienā ar ātrumu 600 km/s attiecībā pret tālākām galaktikām.

INDIJAS ZONDE CEĻĀ UZ MĒNESI

2019. gada 22. jūlijā Indijas starpplanētu zonde **Chandrayaan-2** startēja no Zemes un devās Mēness virzienā. Paredzēts, ka 7. septembrī zonde nolaidīsies uz Mēness dienvidu polārajā apgabālā, bet ne pašā dienvidpolā. Ja viss ritēs veiksmīgi, nolaižamais aparāts **Vikram**, kura masa ir gandrīz 1,5 tonnas, veiks zinātniskos novērojumus vismaz 14 dienas, kamēr uz Mēness iestāsies nakts. No tā atdalīsies sešriteņu pašgājējs **Pragyan**, kas ir aptuveni veļas mazgājamās mašīnas lielumā. Pašgājējs pārvietosies pa Mēness virsmu ar vidējo ātrumu 60 cm/minūtē, veidojot apkārtnes 3D karti un veicot virsmas ķīmisko analīzi. Arī tas darbosies 14 dienas, jo domājams, ka pašgājēja elektronika neizturēs Mēness nakts aukstumu.

NEPAKLĀVĪGĀ HABLA KONSTĀNTE

Neraugoties uz daudziem pētījumiem, ar dažādām metodēm iegūst nedaudz atšķirīgu **Habla konstantes** vērtību. Jaunākajā mērījumā, kas veikts Čikāgas Universitātes astronomes Vendijas Frīdmenas (*Freedman*) vadībā, noteica sarkano milžu redzamo spožumu ar Habla kosmisko teleskopu

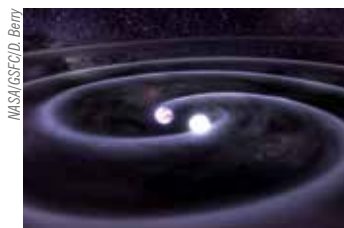
iegūtajos galaktiku M101, NGC 1448, NGC 1365 attēlos. Zinot sarkano milžu starjau, iespējams aprēķināt attālumu līdz galaktikām. Iegūtā Habla konstantes vērtība ir 69,8 km/(s×Mpc). 2019. gadā vien ir veikti seši Habla konstantes mērījumi, kas deva rezultātus robežās no 68 līdz 74 km/(s×Mpc), turklāt vērtību 74 km/(s×Mpc) arī ieguva ar Habla teleskopu, tikai



veicot cefeīdu novērojumus Lielajā Magelāna mākonī.

REKORDĀTRIS ZVAIGŽŅU KARUSELIS

Ar Kitpikas Nacionālās observatorijas 2,1 metra teleskopu



atklāts balto punduru pāris ZTF J1539+5027, kas apriņķo viens otru 6 minūtēs un 55 sekundēs. Tas ir īsākais novērotais aptumsuma maiņzvaigžņu rotācijas periods. Kad ciešā dubultzvaigžņu sistēmā viena zvaigzne kļūst par sarkano milzi, tā izplešas un “apriņķo” kompanjonu. Zvaigznes bremsējas un pa spirāli tuvojas cita citai, to

orbitālais periods ievērojami samazinās. Vēlāk, kad abas zvaigznes kļūst par baltajiem punduriem, turpmāko tuvošanās izraisa enerģijas zudumi gravitācijas viļņu veidā. Tomēr ir kāds balto punduru pāris, kas riņķo vēl ātrāk. Rentgenstarojuma avota Vēža HM komponentes veic apriņķojumu viena ap otru 5 minūtēs un 24 sekundēs.

INDIJĀ NOKRĪT KOSMISKA FUTBOLBUMBA

Visas pazīmes liecina, ka 2019. gada 22. jūlijā Indijā, Bihāras štata Mahadevas ciematā, nokritis futbolbumbas lieluma meteorīts. Strādnieki redzējuši pie debesīm ugunsbumbu. Pēc tam rīsa laukā no 1,5 metru dziļuma izrakts aptuveni futbolbumbas lieluma akmens ar magnētiskām īpašībām, kas sver aptuveni 13 kilogramu. Uz akmens virsmas redzami tādi kā pirkstu nospiedumi mālā, kas var būt regmaglipti – notecējumi, kas rodas, meteorīta virskārtai

kūstot ugunīgajā lidojumā cauri atmosfērai. Skaidrību sniegs turpmāka akmens pārbaude *Srikrishna* zinātnes centrā. Jācer, ka

nebūs kā 2016. gadā, kad Indijas iestāžu pārstāvji apgalvoja, ka meteorīta trieciens nogalinājis cilvēku, bet NASA to apstrīdēja. 🌩



Astronomijas jaunumi Latvijā

LOFAR RADIOTELESKOPA SEGMENTS ARĪ LATVIJĀ

2019. gada jūlijā Ventspils Starptautiskajā radioastronomijas centrā sākās intensīvs darbs pie radioteleskopa LOFAR Irbenes segmenta antenu montāžas un uzstādīšanas. Montāža notiek Nīderlandes uzņēmuma *Astron* pārstāvja Marhela Gerbera vadībā, darbus veic VSRC Elektronikas nodaļas darbinieki. LOFAR ir zemo

frekvenču (10–240 MHz) radioteleskops, kas sastāv no daudziem segmentiem, 40 no tiem uzstādīti Nīderlandē, citi atrodas Lielbritānijā, Vācijā un citās Eiropas valstīs. Kopējais uztverošais laukums sasniedz 300 000 kvadrātmetru. Šim radiointerferometram ir liela izšķirtspēja, jo komponentu attālums pārsniedz 2000 kilometru. LOFAR-Latvia segmenta atklāšana plānotā 2019. gada 25. oktobrī.

ASTRONAUTA VIRTUĀLĀ VIZĪTE LATVIJAS UNIVERSITĀTĒ



Karis Bāziņš

2019. gada 22. maijā Latvijas Universitātē virtuāli viesojās NASA astronauts Gerets Reismens (*Garrett Erin Reisman*). Ikvienam apmeklētājam, kas ieradās LU jaunajā Zinātņu mājā, izmantojot mūsdienu video sakaru iekārtas, bija iespēja uzdot savu jautājumu pieredzes bagātajam astronautam. Saruna ilga apmēram stundu. Gerets Reismens piedalījies lidojumos uz Starptautisko kosmisko staciju kā misijas speciālists un lidojuma inženieris. Kosmosā viņš pavadījis 107 dienas, 21 stundu – atklātā kosmosā. Vēlāk viņš bijis firmas *SpaceX* apkalpes operāciju direktors un konsultants. Pasākums, ko organizēja Mazais meteorītu muzejs, ievadīja Starptautisko asteroīdu dienu, kas norisinājās 30. jūnijā.



Jūris Zaganis

JAUNA MĒRIERĪCE ASTRONOMIJAS INSTITŪTĀ



Kalvis Salmiņš

Latvijas Universitātes Astronomijas institūtā kopā ar Elektronikas un datorzinātņu institūtu pabeigts darbs pie laika intervālu mērītāja RTS 2006 modernizācijas. Jaunā ierīce TS/ATIC aizstāj RTS 2006 signālu apstrādes bloku un palielina satelītu lāzerlokācijas mērījumu precizitāti, uzlabojot izejošo un ienākošo lāzera impulsu piesaisti laika skalai. Mēriekārtu Astronomijas institūtā sāka regulāri izmantot 2019. gada pavasarī. Tagad ģeodēzisko pavadoņu novērojumos viena atsevišķa attāluma mērījuma kļūda ir tikai 8 mm, kas Rīgas lāzerlokācijas staciju ierindo starp labākajām pasaulē. Projektu atbalstīja LU fonds, un tas tika veikts par SIA "Mikrotīkls" ziedotajiem līdzekļiem.

IEJUSTIES ASTRONOMA ĀDĀ

LU Astronomijas institūta Baldones Astrofizikas observatorija 2018. gada beigās sāka darbu piecu valstu (Dānijas, Latvijas, Lielbritānijas, Norvēģijas un Somijas) projektā *Online Observatory* (<https://online-observatory.eu/>), kura mērķis ir izveidot atraktīvus



Ilgmārs Egliņš

materiālus skolotāju un citu interesentu vajadzībām, kas dos iespēju iejusties astronoma ādā. Divu gadu laikā taps materiāli par šādiem tematiem: Debess novērojumi; Observatoriju virtuālais apmeklējums; Saules sistēmas mazie ķermeņi; Jaunie astronomi; Mēness; Visums; Saule un zvaigznes; Planētas un eksoplanētas. Astronomijas institūta pārstāvji gatavo materiālus vairākām sadaļām, taču pilnīgā institūta pārziņā ir temata "Saule un zvaigznes" izstrāde.

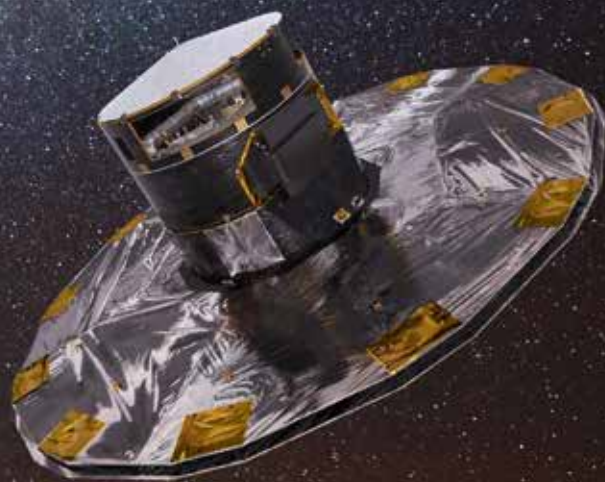
ONE SMALL STEP, 50 GADUS VĒLĀK

2019. gada 20. jūlijā Mazajā meteorītu muzejā notika pasākums, kas veltīts 50. gadadienai, kopš cilvēks izkāpis uz Mēness. 1969. gada 20. jūlija vakarā NASA kosmosa kuģa *Apollo 11* Mēness

modulis veiksmīgi nolaidās uz Zemes dabiskā pavadoņa virsmas. Sešas stundas vēlāk Nīls Ārmstrongs spēra slaveno pirmo soli uz Mēness. Par godu šim notikumam visā pasaulē, tostarp Latvijā, notika dažādi pasākumi. Rīgā piecu stundu garumā apmeklētājiem bija iespēja apskatīt Mēness meteorītus – īstus Mēness gabaliņus – un pat pieskarties tiem. Bērniem tika sarīkotas simboliskas sprinta skriešanas sacīkstes "Skrējieni uz Mēnesi". Vēl bērni tika aicināti piedalīties starptautiskā mākslas konkursā "Zem viena Mēness". 🚀



meteoriti.lv

Kosmiskais aparāts *Gaia*

ESA/ATG medialab; background image: ESA/OS. Binnier

GAIA — precīzās navigācijas meistars

“KĀ NONĀKT PRECĪZI GALAMĒRĶĪ? LIETOJOT KARTES! NEATKARĪGI NO TĀ, VAI TĀS IR PAPIĒRA FORMĀTĀ VAI DIGITĀLAS, CILVĒKI PAĻAUJAS UZ KARTĒM. BEZ PRECĪZĀM ZVAIGŽŅU KARTĒM NAV IEDOMĀJAMA ARĪ DROŠĀ NAVIGĀCIJA KOSMOSĀ. KĀ KOSMISKAJAM TŪRISTAM SASNIEGT ALDEBARANA SISTĒMU? PROTAMS, IZMANTOJOT *GAIA* KATALOGU!” *FRAGMENTS NO 2112. GADA PIENA CEĻA GALAKTIKAS TŪRISMA CEĻVEŽĀ.*

ATSKATS PAGĀTĒ

Viens no senākajiem astronomijas atzariem ir astrometrija, kas nosaka debess ķermeņu atrašanās vietu un mēra kustību. Antīkajā pasaulē tā bija ne tikai iespēja paplašināt zināšanas par pasauli, bet arī praktiska nepieciešamība, ko izmantoja dažādās tautsaimniecības nozarēs, sākot ar lauksaimniecību un beidzot ar tirdzniecību. Pirmo zvaigžņu katalogu izveidoja senās Grieķijas astronoms Hiparhs, kas dzīvoja 2. gs. pirms mūsu ēras. Tajā aptuveni ar viena loka grāda precizitāti norādīts 850 zvaigžņu izvietojums. Tiho Brahes 16. gadsimtā izveidotajā zvaigžņu katalogā bija 1000 spīdekļu, kuru atrašanās vieta bija noteikta jau 60 reižu precīzāk, aptuveni ar vienas loka minūtes precizitāti.

Gan Hiparhs, gan Brahe veidoja zvaigžņu katalogus, veicot novērojumus ar neapbruņotu aci un dažādiem instrumentiem. Anglis Džons Flemstīds kļuva par pirmo astronomu, kurš, lai sasniegtu šo mērķi, izmantoja teleskopu, ar precizitāti līdz 10–20 loka sekundēm nosakot aptuveni 3000 zvaigžņu pozīcijas. Maisam gals bija vaļā, un turpmākie zvaigžņu katalogi kļuva arvien apjomīgāki un precīzāki. Tomēr viens "cietoksnis" vēl nepadevās. Tā bija paralakse, ko veiksmīgi izmantoja, lai noteiktu attālumus Saules sistēmā. Tikai 19. gadsimta 30. gados gandrīz vienlaikus trīs astronomi – Frīdrihs Georgs Vilhelms

LIELĀKAIS ZVAIGŽŅU PARALAKSES MĒRĪJUMU DEVUMS SABIEDRĪBAI BIJA APJAUŠMA PAR VISUMA PATIESAJIEM IZMĒRIEM.

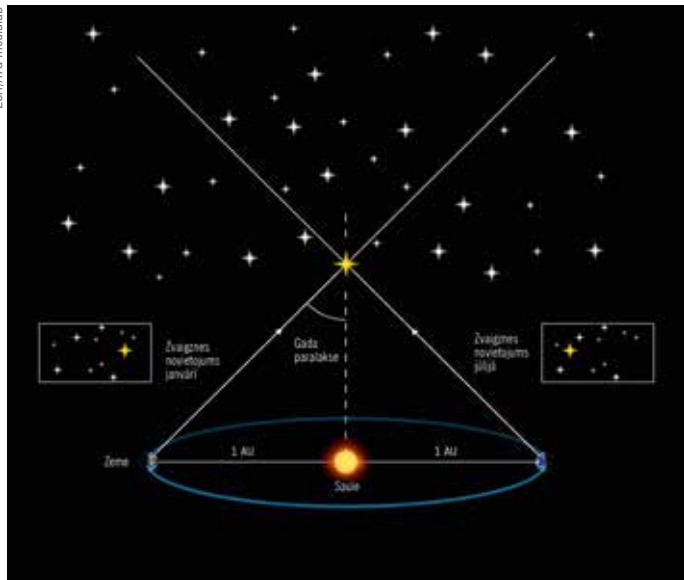
Strūve, Frīdrihs Beselis un Tomass Hendersons – salīdzinoši precīzi izmērija paralaksi dažām tuvākajām zvaigznēm.

Šis atklājums bija revolūcija astrometrijā un citās astronomijas nozarēs. Iespēja noteikt attālumus līdz zvaigznēm ļāva precizēt zvaigžņu katalogus un analizēt zvaigžņu fizikālās īpašības. Bet, iespējams, lielākais paralakses mērījumu devums sabiedrībai bija apjausma par Visuma patiesajiem izmēriem.

VISUMA "PAPLAŠINĀŠANA" UN ZEMES ATMOSFĒRAS BARJERA

Turpmākā teleskopu attīstība, fotogrāfijas un spektroskopijas ienākšana astronomijā ļāva izveidot precīzākus zvaigžņu katalogus, iekļaujot tajos arvien vairāk un vairāk zvaigžņu. 20. gadsimta sākumā ASV astronoms Frenks Šlesingers (*Schlesinger*) izveidoja aptuveni 2000 zvaigžņu katalogu, izmantojot Jerkīza (*Yerkes*) observatorijas 40 collu refraktoru, kas tobrīd bija

ESA/ATG mediatlab



Paralakses metodes princips. Paralakses leņķis viennozīmīgi saistīts ar zvaigznes attālumu – tālākai zvaigznei paralakse ir mazāka

lielākais šāda tipa teleskops pasaulē. Ar ļoti lielu precizitāti astronomi varēja noteikt attālumu līdz zvaigznēm, kuras atradās dažu desmitu gaismas gadu attālumā no Zemes.

20. gadsimta sākumā paralakses efektu izmantoja dāņu astronoms Ainars Hercsprungs, lai aprēķinātu attālumu līdz dažām tuvākajām cefeidām. Šo mainzvaigžņu klasi daudz pētīja ASV astronome Henrieta Līvita, kura izvirzīja hipotēzi, ka cefeīdu perioda garums ir saistīts ar starjaudu. Izmantojot šo sakarību, bija iespējams aprēķināt attālumu līdz zvaigznei, pat ja

20. GADSIMTA VIDŪ ASTROMETRIJA BIJA ATDŪRUSIES PRET NEPĀRVARAMU ŠĶĒRSLI – ZEMES ATMOSFĒRU, KAS TRAUCĒJA IEGŪT AUGSTĀKU PRECIZITĀTI.

tā atradās tūkstošiem gaismas gadu attālumā. Pateicoties cefeidām, Visuma robežas atkāpās vēl tālāk. Amerikāņu astronoma Edvina Habla novērojumi apstiprināja cefeīdu klātbūtni Andromedas galaktikā. Aprēķinātais

attālums bija prātam grūti aptverams – aptuveni 2,5 miljoni gaismas gadu.

Tomēr 20. gadsimta vidū, kad citas astronomijas nozares attīstījās milzu ātrumā, astrometrija bija burtiski apstājusies. Tā bija atdūrusies pret nepārvaramu šķērslī – Zemes atmosfēru, kas traucēja iegūt augstāku precizitāti par to, kādu bija izdevies sasniegt Šlesingeram 20. gadsimta sākumā.

HIPPARCOS – PIRMAIS SOLIS KOSMOSĀ

Bija skaidrs, ka jātiek prom no Zemes. Astrometriskie mērījumi ar kosmosā izvietotu teleskopu būtu ne tikai precīzāki, bet šāda atrašanās vieta sniegtu daudz priekšrocību, piemēram, teleskops redzētu vairāk zvaigžņu, redzētu tās labāk, varētu aptvert abas debess puslodes. 20. gadsimta 60. gados radās pirmais šāda satelīta koncepts, kurš reālu apveidu sāka iegūt 1980. gadā, kad to iekļāva Eiropas Kosmosa aģentūras (EKA) zinātniskajā programmā. Projektu nodēvēja par *Hipparcos* (*High Precision PARallax Collecting Satellite*), tādējādi godinot astrometrijas



Pirmais astrometriskais pavadoņs *Hipparcos*

pamatlicēju, senās Grieķijas astronomu Hiparhu.

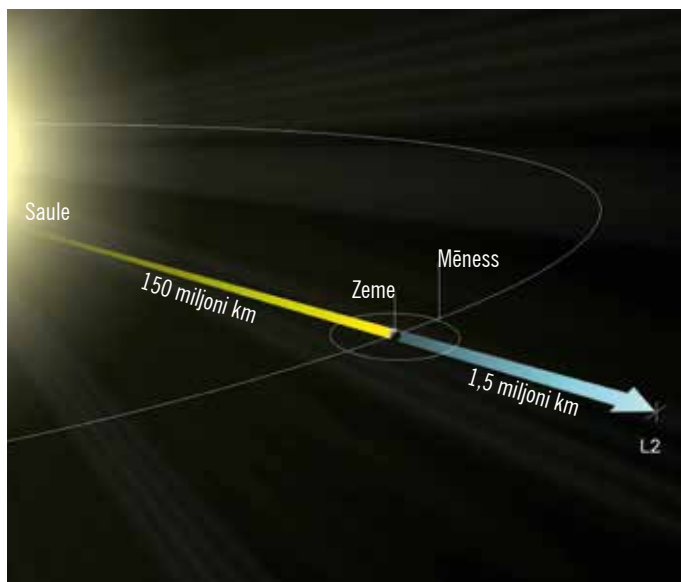
Hipparcos startēja

1989. gadā un sekmīgi darbojās līdz 1993. gadam. Katalogā, kas tika publicēts 1997. gadā, bija iekļautas 117 955 zvaigznes. Mērījumu precizitāte bija 0,001 loka sekunde. Attālums, kādu varēja precīzi noteikt, izmantojot paralakses metodi, sasniedza aptuveni 300 gaismas gadu. Projekta laikā iegūtie dati ne tikai ļāva precizēt Visuma attālumu mērauklu, bet arī deva iespēju aprakstīt Saules sistēmai tuvāko zvaigžņu kustību, pētīt zvaigžņu kopas un analizēt atsevišķu zvaigžņu fizikālos parametrus, pilnveidojot to uzbūves un evolūcijas modeļus. *Hipparcos* kataloga dati joprojām tiek izmantoti, gan organizējot Zemes teleskopu darbu, gan vadot satelītus kosmosā.

GAIA – LĒCIENS GLUŽI VAI BEZGALĪBĀ

2000. gadu sākumā EKA bija gatava nākamajam izaicinājumam – satelītam, ar kura palīdzību varētu noteikt atrašanās vietu vienam miljardam jeb aptuveni 1% Piena Ceļa galaktikas zvaigžņu. Mērījumu precizitātes latiņa tiktu pacelta līdz 0,00001 loka sekunde. Iecerētajā projektā tiktu noteikts precīzs attālums līdz zvaigznēm, kas atrodas līdz pat 30 000 gaismas gadu tālu no Zemes.

Gaia (*Global Astrometric Interferometer for Astrophysics*) startēja 2013. gada 19. decembrī.



Gaia atrodas 1,5 miljonus kilometru no Zemes Lagranža punktā L2 un vienmēr raugās prom no Saules

2014. gada janvāra sākumā kosmiskais aparāts sasniedza savu darba vietu, kas atrodas aptuveni 1,5 miljonu kilometru attālumā no Zemes un ļauj veikt nepārtrauktus novērojumus. 2014. gada 25. jūlijā tika sāta *Gaia* projekta galvenā zinātniskā fāze, kas noslēdzās 2019. gada jūlijā. Tā kā kosmiskais aparāts joprojām ir labā darba kārtībā, ir sākts nākamais darbības periods, kas varētu ilgt līdz 2022. gada nogalei.

Misijas uzdevumu klāstā ir ne tikai zvaigžņu precīzas atrašanās vietas noteikšana, bet arī to spektrālo parametru, kustības ātruma un virziena mērījumi. Tā kā *Gaia* novēro konkrētas zvaigznes ilgākā laika periodā, atgriežoties pie viena un tā paša spīdekļa aptuveni 70 reizi, iegūtos datus iespējams

izmantot arī tādu mērķu saņemšanai, kas nav misijas galveno uzdevumu sarakstā, piemēram, lai analizētu citplanētu kustības parametrus. Sākotnējo datu apstrādi veic kosmiskā aparāta dators, lai samazinātu uz Zemi pārraidāmo datu apjomu. Atšķirībā no daudzām citām misijām, piemēram, Habla teleskopa, *Gaia* iegūtie dati nav skaitiskas fotogrāfijas, bet gan individuālu zvaigžņu “paketes”, kas ietver pašu objektu un dažus pikselus ap to. Dati tiek uzglabāti un reizi dienā sūtīti uz Zemi. Datu pārraides ilgums atkarībā no novēroto objektu daudzuma svārstās no 8 līdz 14 stundām. Turpmāko datu apstrādi veic starptautisks konsorcijs *Gaia* DPAC, kurā darbojas vairāk nekā 450 zinātnieku ar mērķi 21. gadsimta 20. gadu sākumā

publicēt *Gaia* projekta zvaigžņu katalogu, kurā būs apkopota informācija par *Gaia* galvenās misijas laikā novērotajām zvaigznēm. Ar zināmu regularitāti tiek publicēti līdz šim apkopotie dati.

Patlaban jau ir pieejami divi datu izlaidumi, pēdējais no tiem – 2018. gada 25. aprīlī.

RADOŠA PIEEJA DATIEM

Lai arī primārais *Gaia* uzdevums ir novērot zvaigznes

un precīzi noteikt to atrašanās vietu, pārvietošanās ātrumu un virzienu, kā arī spožumu, zinātnieki spēj izmantot *Gaia* datus ļoti radoši. Lūk, daži piemēri.

2019. gada 1. janvārī NASA kosmiskais aparāts *New Horizon* palidoja garām Koipera joslas objektam 2014 MU69. Lai noteiktu pēc iespējas precīzāku objekta atrašanās vietu un izstrādātu korektu pārlidojuma plānu, 2017. gadā tika veiktas vairākas 2014 MU69 novērošanas kampaņas, izmantojot aizklāšanas, kad Koipera joslas objekts aizsedza konkrētas zvaigznes. To precīza atrašanās vieta bija noteikta, pateicoties *Gaia* rezultātiem.

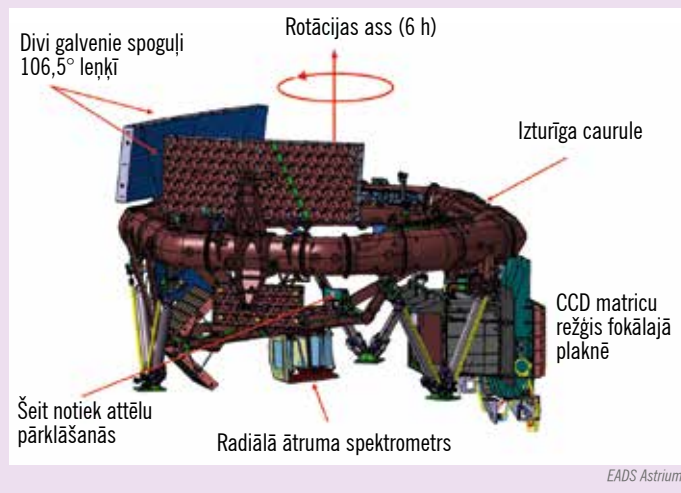
Ne mazāk aizraujoša bija *Gaia* datu izmantošana noslēpumainā objekta Oumuamua sākā. 2018. gadā, izmantojot otro datu izlaidumu, zinātnieku grupa Korina Bailer-Džounsa (*Bailer-Jones*) vadībā atlasīja zvaigznes, no kurām potenciāli varēja būt atklātais starpzvaigžņu asteroīds. Šis pētījums lieliski nodemonstrēja *Gaia* datu pielietojumu Piena Ceļa galaktikas vēstures izpētē. Izmantojot informāciju par zvaigžņu kustības ātrumu un virzienu, iespējams "patīt laiku atpakaļ" un pētīt dažādus Galaktikas attīstības posmus.

Lai arī *Gaia* pamatā pievēršas zvaigznēm, pastarpināti iespējams iegūt informāciju arī par objektiem, kas riņķo ap tām. Piemēram, astronomi Ignass Snellens (*Snellen*)

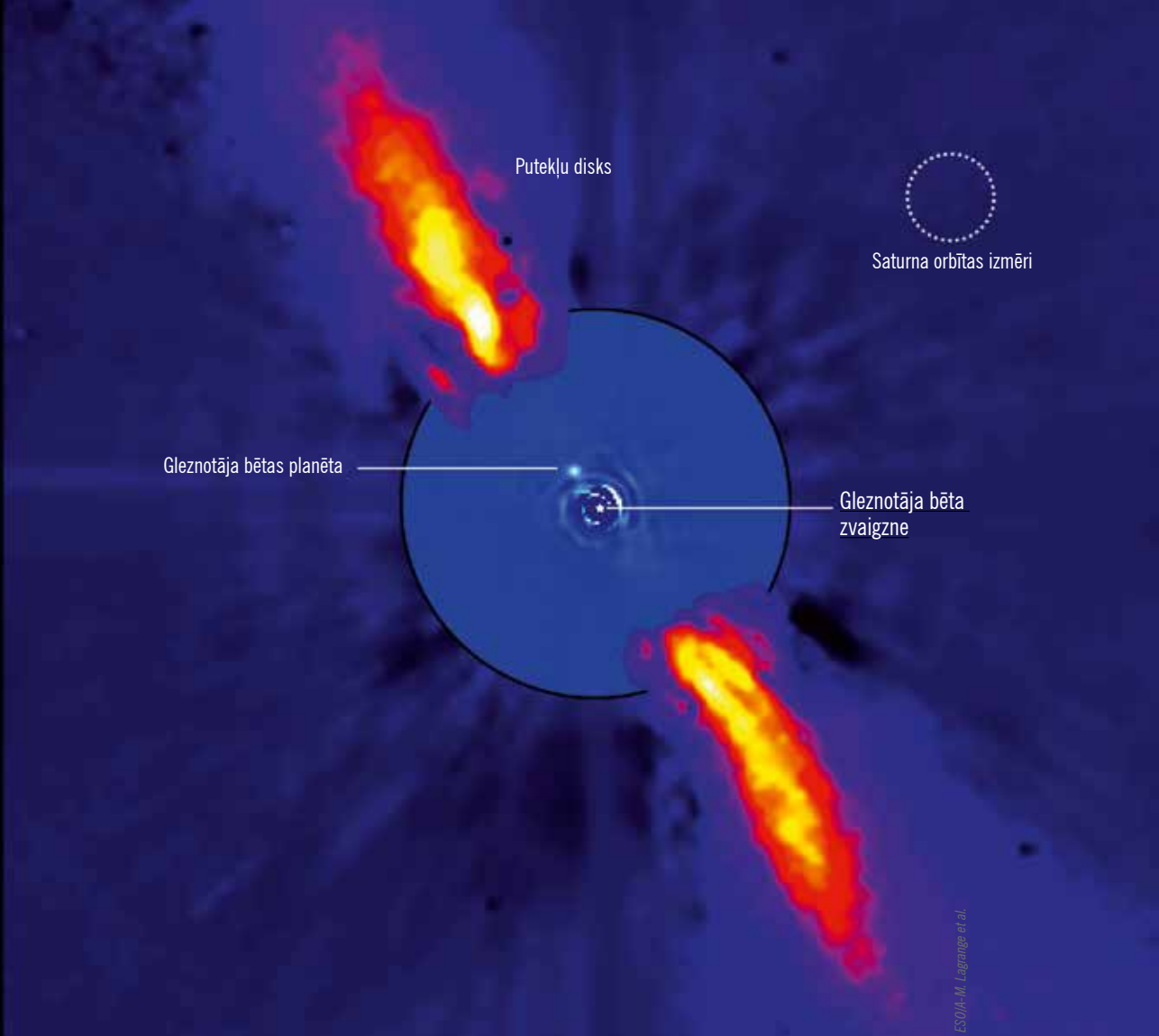
Gaia uzbūve un darbības princips

Kosmiskais aparāts *Gaia*, kas sver aptuveni divas tonnas, sastāv no servisa moduļa, zinātniskā moduļa un Saules aizsargvairoga. Zinātniskais modulis aprīkots tikai ar vienu instrumentu, kas vienlaikus veic fotometriskos, astrometriskos un spektroskopiskos mērījumus, kā arī ar datu apstrādes un uzglabāšanas iekārtām. Instruments veidots no diviem identiskiem teleskopiem, kuru galvenie spoguļi vērsti dažādos virzienos. Spoguļi uzstādīti uz izturīgas caurules tā, lai leņķis starp abām optiskajām asīm būtu precīzi un nemainīgi $106,5^\circ$. Gaisma iziet cauri vairākiem optiskajiem elementiem – spoguļiem – un nonāk uz kopēja CCD matricu režģa, kas sastāv no 106 atsevišķiem blokiem un atrodas teleskopu sistēmas fokusa plaknē. Katram mērījumam tipam atvēlēts savs CCD matricas apgabals.

Gaia lēni griežas, veicot vienu apgrieziena ap asi sešās stundās, un skenē debesis. Uz matricas vienlaikus redzami attēli no dažādiem debess apgabaliem, daudzi zvaigžņu "pāri", kas faktiski atrodas $106,5^\circ$ attālumā. *Gaia* pēc iespējas precīzi izmēra šo zvaigžņu savstarpējo leņķisko attālumu. Tā kā misijas gaitā katra zvaigzne tiek uzņemta aptuveni 70 reizi, iespējams noteikt zvaigžņu savstarpējo pārvietošanos. *Gaia* nepārtraukti rotējot, dati par visām zvaigznēm "sasienas kopā", veidojot vienotu koordinātu sistēmu, kas ļauj noteikt zvaigžņu paralaksi un īpaškus īpašības. Zvaigžņu radiālā ātruma noteikšanai izmanto atsevišķu spektroskopisko detektoru.



EADS Astrium



ESO/H. Lagrange et al.

Gleznotāja bētas zvaigzne un planēta

un Entonijs Brauns (*Brown*) no Leidenes Universitātes Nīderlandē izmantoja *Hipparcos* un *Gaia* misiju laikā savāktos datus, lai “nosvērtu” planētu Gleznotāja bēta b, kas ir viena no nedaudzajām tieši nofotografētajām citplanētām. Gleznotāja bētas sistēma ir ļoti jauna, aptuveni 20 miljonu gadu veca. Zvaigzne vēl nav nostabilizējusies, tāpēc planētu sistēmas

izpētē nevar izmantot tradicionālās metodes, piemēram, radiālā ātruma metodi. Apvienojot *Gaia* un *Hipparcos* misiju datus, zinātnieki precīzi noteica zvaigznes īpatnējo kustību un izveidoja zvaigznes trajektorijas modeli, kāds būtu bez planētas ietekmes. Analizējot nobīdes, tika noteikta planētas masa, kas izrādījās aptuveni 9–13 reizes lielāka nekā Jupiteram.

Šie daži piemēri parāda, cik radoši iespējams izmantot *Gaia* misijas datus un cik precīzus rezultātus tie nodrošina. EKA *Gaia* misijas vietnē rakstīts: “*Gaia* katalogs būs tik augstas precizitātes un detalizācijas pārskats par mūsu Galaktiku, ka tas izmainīs fundamentālo astronomisko koordinātu atskaites sistēmu. Tas iezīmēs jaunu astronomijas ēras sākumu.” 🦋

Latvija dod vārdu zvaigznei un citplanētai



Juris Štepiņš

Zvaigzne HD 118203 Lielā Lāča zvaigznājā iezīmēta ar bultu. Lai to ieraudzītu, nepieciešams binoklis vai neliels teleskops, jo zvaigznes vidējais zvaigžņlielums ir 7,85

Starptautiskā Astronomijas Savienība (IAU) savā 100 gadu jubilejā sniedz Latvijai un citām pasaules valstīm lielisku dāvanu – iespēju katrai valstij ar tās iedzīvotāju palīdzību piešķirt nosaukumu īpaši izdalītai citplanētu sistēmai – zvaigznei un ap to riņķojošai citplanētai. Nosaukumu piešķiršana zvaigznēm ir teju bezprecedenta gadījums, jo līdz 2019. gadam tikai 336 zvaigznēm IAU ir oficiāli apstiprinājus nosaukumus. Pēc jubilejas gada tādu būs aptuveni par simtu vairāk. Latvijai ir piešķirta zvaigzne HD 118203. Tā atrodas Lielā Lāča zvaigznājā

nepilna loka grāda attālumā no Micara un Alkora. Tā pieder pie submilžu kategorijas. Oranžās zvaigznes vidējais zvaigžņlielums ir 7,85. Tomēr izziņas un fantāzijas apvārsņus rosinošāks ir fakts, ka nosaukumu iegūs arī citplanēta, par kuras eksistenci pirms dažiem gadiem vēl nekas nebija zināms. Kāda ir Latvijai piešķirtā citplanēta HD 118203 b, kas šā gada noslēgumā saņems Latvijas iedzīvotāju izvēlētu vārdu? Zinām tikai to, ka tā nav līdzīga Zemei, bet nedaudz līdzinās Jupiteram.

Lai vairāk uzzinātu gan par “mūsu” citplanētu, gan citplanētu pētījumiem

kopumā, *Zvaigžņotā Debess* sazinājās ar trim astronomiem. Viena intervija ir ar planētas HD 118203 b atklājēju Ronaldu da Silvu (*da Silva*), otra intervija – ar karsto jupiteru ekspertu Nunu Santušu (*Santos*), trešajā intervijā lasītājiem labi pazīstamais astronoms Dainis Draviņš sniedz ieskatu citplanētu izpētē. 🦋

Nenokavē! Līdz 7. oktobrim vari nobalsot par citplanētu sistēmas nosaukumu.

Meklē *Zvaigžņotās Debess* tīmekļa lapās vai izmanto saīsināto ceļu – <http://ej.uz/citplaneta>

KOSMISKĀS MISIJAS

PIEDĀVĀJAM LASĪTĀJIEM UZDEVUMUS PAR KOSMISKAJĀM MISIJĀM,
KURUS SKOLĒNI RISINĀJUŠI
LATVIJAS ATKLĀTAJĀS ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDĒS.

1. ZONDE CHANG'E 4 UZ MĒNESS

2019. gada janvārī Mēness neredzamajā pusē nolaidās Ķīnas zonde *Chang'e 4*. Zondes sakarus ar Zemi nodrošināja satelīts, kas riņķoja ap sistēmas Zeme–Mēness Lagranža punktu L_2 pa riņķveida orbītu, kuras centrs atrodas 61 500 kilometru no Mēness centra. Mēness rādiuss – 1737 kilometri, Zemes rādiuss – 6371 kilometrs, attālums starp Zemes un Mēness centriem – 384 400 kilometru. Cik lielam jābūt pavadoņa orbītas rādiusam, lai no pavadoņa vienlaikus būtu redzami Zemes un Mēness diski tā, ka tie saskaras?

2. KOSMISKĀ KUĢA LIDOJUMS UZ MARSU

Kosmiskais kuģis no Zemes lidoja uz Marsu pa eliptisku orbītu, kas perihēlijā pieskārs Zemes orbītai, afēlijā – Marsa orbītai. Atrast lidojuma ilgumu, ja zināms, ka Zeme apriņķo Sauli 365,25 dienās un Marss apriņķo Sauli 687 dienās!



Daļa no *Chang'e 4* pārraidītās Mēness panorāmas

3. AREOSTACIONĀRAIS PAVADOŅIS ORBĪTĀ AP MARSU

Pieņemsim, ka 2034. gada 16. aprīlī galīgajā orbītā ap Marsu tiks ievadīts pirmais areostacionārais pavadoņš *Mars Transmitter 1*.

Pašlaik tas atrodas eliptiskā orbītā ap Sarkanā planētu.

Orbītas pericentra augstums ir vienāds ar Marsa areostacionārās orbītas augstumu, un pavadoņa ātrums šajā punktā

$$v_p = 2000 \text{ m/s.}$$

Kāda būs pavadoņa masa pēc manevra veikšanas, ja tā sākotnējā masa $m_s = 3276 \text{ kg}$,

gāzu izplūdes ātrums no dzinēja

$$v_g = -1900 \text{ m/s,}$$

degviela ir pietiekamā apjomā un pavadoņa kustības virziens un plakne netiek mainīta?

Marsa masa

$$M_M = 0,642 \cdot 10^{24} \text{ kg,}$$

gravitācijas konstante

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2,$$

Marsa rotācijas periods

$$T_M = 24^{\text{h}}37^{\text{m}}.$$

CNESA, CC BY 4.0



Jupitēra tipa planēta pie citas zvaigznes mākslinieka skatījumā

ESO

Kā atklāja Latvijas citplanētu

KAD STARPTAUTISKĀ ASTRONOMIJAS SAVIENĪBA
IZZIŅOJA CITPLANĒTU, KURU LATVIJAS IEDZĪVOTĀJIEM
BŪS GODS NOSAUKT PAŠU IZVĒLĒTĀ VĀRDĀ, ZVAIGŽŅOTĀ
DEBESS VĒLĒJĀS VAIRĀK UZZINĀT PAR PLANĒTAS
ATKLĀŠANAS APSTĀKĻIEM.

Piedāvājam sarunu ar Ronaldo da Silvu – 2006. gadā žurnālā *Astronomy & Astrophysics* publicētā pētījuma galveno autoru, kurā ziņots par jaunatklātajām citplanētām pie zvaigznēm HD 118203 un HD 149143 (raksta anotāciju un pilnu tekstu var lasīt <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0510048>). Sākumā Ronaldo da Silva bija izbrīnīts, kādēļ populārzinātniskam žurnālam no astronomijas jomā ne pārāk pazīstamas valsts ir tāda interese par pētījumiem, kas veikti pirms vairāk nekā desmit gadiem. Tomēr tagad zinātnieks ir pagodināts, ka tieši viņa atklāto citplanētu latvieši turpmāk varēs saukt par savējo.

Zvaigžņotās Debess lasītāji zina, ka ir vairākas metodes, kā atklāj citplanētas. Kā tieši tika atklāta citplanēta HD 118203 b?

Šo citplanētu atklāja, izmantojot radiālā ātruma metodi, kas ir viena no izplatītākajām metodēm, ko izmanto citplanētu sistēmu atklāšanā. Zvaigzni HD 118203 novēroja 43 naktis laika intervālā, kas pārsniedza gadu. Katrā novērojumā mēs izmērījām zvaigznes radiālo ātrumu attiecībā pret zvaigznes sistēmas masas centru. Pēc pirmajiem trim novērojumiem mūsu komanda jau pamanīja lielas radiālā ātruma izmaiņas, kas varētu liecināt par vēl kāda objekta klātbūtni, kas izraisa novērojamās zvaigznes kustību. Pēc tam šī iespējamā

citplanētu sistēma tika uzraudzīta turpmākos novērojumos, un jau pēc dažiem mēnešiem mēs varējām šai sistēmai aprēķināt Keplera orbītu. Keplera orbīta raksturo zvaigznes un tās planētas orbitālo kustību ap abu komponentu masas centru. Tika iegūti vairāki orbītas parametri, piemēram, apriņķošanas periods, orbītas ekscentricitāte un minimālā planētas masa.

Kādas, pēc Jūsu domām, ir radiālā ātruma metodes priekšrocības un trūkumi citplanētu meklēšanā?

Priekšrocība ir tā, ka radiālais ātrums ir viegli izmērāms. Ir tikai vairākas reizes jāveic konkrētas zvaigznes spektrālie mērījumi, ko katrā novērojumā reizē var izdarīt dažu minūšu laikā.

Trūkumi – ir nepieciešami augstas precizitātes instrumenti, un to konstrukcija ir dārga; iespējams viegli atklāt tikai lielas planētas, tādas kā Saturns vai Jupiters. Mazāku planētu atklāšanai nepieciešami augstākas precizitātes instrumenti. Trūkums ir arī tas, ka mēs varam aprēķināt tikai planētas minimālo masu, jo metode neļauj noteikt orbītas plaknes orientāciju attiecībā pret



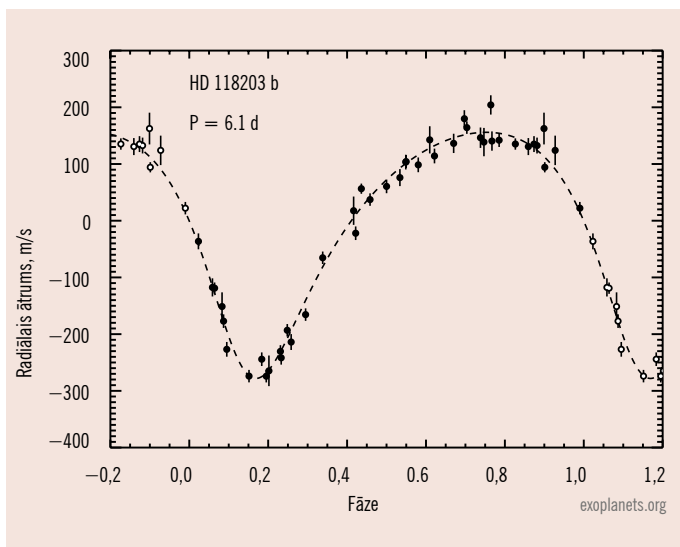
Citplanētas HD 118203 b atklājējs Ronaldo da Silva

novērotāju. Var izrādīties, ka planētas masa ir lielāka.

Cik ilgs laiks nepieciešams, lai saprastu, ka konkrētas zvaigznes tuvumā ir planēta?

No visām manu pētījumu laikā aplūkotajām zvaigznēm, HD 118203 uzvedās ļoti tipiski. Pēc diviem vai trim novērojumiem, piemēram, divas vai trīs naktis nedēļā, ļoti bieži jau varējām pārbaudīt, vai zvaigznei ir noteikta veida radiālā ātruma izmaiņas. Tomēr ātruma variāciju var izraisīt arī citas parādības, piemēram, otra zvaigzne, nevis planēta, vai arī vielas kustība zvaigznes

MĒRĶIS BIJA NOVĒROT AR METĀLIEM BAGĀTĪGĀKĀS ZVAIGZNES, KAS PALIELINĀJA PLANĒTAS ATKLĀŠANAS VARBŪTĪBU.



Exoplanet Orbit Database | Exoplanet Data Explorer

Zvaigznes HD 118203 radiālā ātruma izmaiņas, ko izraisa planētas kustība ap zvaigzni

atmosfērā. Tāpēc nepieciešami vēl vairāki novērojumi, lai mērījumi aprakstītu gandrīz pilnu planētas orbītu. Parasti pēc diviem vai trim mēnešiem, atkarībā no aprīņkošanas perioda, mēs varējam iegūt ticamu sistēmas Keplera orbītu.

Vai atklājums bija daļa no lielākas "citplanētu medību" programmas?

Jā, tā bija. Galvenā manas doktora disertācijas tēma bija jaunu citplanētu meklēšana pie zvaigznēm, kuru ķīmiskais sastāvs ir bagātīgāks nekā Saulei. Šādām ar metāliem bagātīgām zvaigznēm, kā tās tiek dēvētas astronomijā, ir lielāka varbūtība (saskaņā ar statistikas pētījumiem) atklāt Jupiteram līdzīgas planētas, kuras riņķo zvaigznei ļoti tuvā orbītā. Tāpēc šajā citplanētu meklēšanas programmā mūsu komanda pētīja aptuveni 1000 atlasītu zvaigžņu,

un prioritāte bija novērot ar metāliem bagātīgākās zvaigznes, kas palielinātu planētas atklāšanas varbūtību.

Publikācijai, kas paziņo par kasto jupiteru atklāšanu pie zvaigznēm HD 118203 un HD 149143, ir 10 autori. Kā bija sadalīti pienākumi pētniecības komandā?

Tā kā šī meklēšanas programma lielākoties bija saistīta ar manu doktora disertāciju, galvenie pienākumi tika uzticēti man. Tomēr mūsu komandā

bija cilvēki ar dažādām zināšanām. Piemēram, bija tādi, kas atbild par zvaigznes ķīmiskā sastāva noteikšanu, un tādi, kas atbild par planētu – kandiātu – orbītas stabilitātes pārbaudi, kā arī tādi, kas vairākas naktis pavadīja, veicot novērojumus, utt. Pirmā autora gods vienmēr tiek uzticēts personai, kas uzņemas atbildību rakstīt pašu rakstu, ieskaitot tabulu un grafiku veidošanu.

Vai Augšprovansas observatorija (L'Observatoire de Haute-Provence), kur tika veikti novērojumi, ir īpaši labvēlīga vieta citplanētu meklēšanai?

Jā, tā ir. Patiesībā šī vieta ir ļabi piemērota astronomiskiem novērojumiem kopumā, jo šajā Francijas reģionā ir īpašs mikroklimats, kas veicina labus laikapstākļus pat ziemā. Tā ir arī tuvu citām Eiropas valstīm salīdzinājumā ar citām bieži izmantotām astronomiskām vietām (Čīli vai Havaju salām). Tie ir galvenie iemesli, kāpēc Šveices komanda no Ženēvas observatorijas izvēlējās uzstādīt Augšprovansas observatorijā instrumentu, kas īpaši paredzēts šādiem pētījumiem.

”

JA ZVAIGZNE HD 118203 ATKAL TIKS IEKĻAUTA TURPMĀKAJĀS CITPLANĒTU MEKLĒŠANAS PROGRAMMĀS, NAV IZSLĒGTS, KA PIE TĀS IZDOSIES ATKLĀT JAUNAS PLANĒTAS.

IAU dod iespēju valstīm izvēlēties ne tikai vienu citplanētas nosaukumu, bet iesaka arī piedāvāt iespējamus nosaukumus nākamajām planētām tajā pašā citplanētu sistēmā. Cik ticams, ka ap HD 118203 varētu būt arī citas planētas?

Jaunākie pētījumi liecina, ka planētas ap citām zvaigznēm ir daudz biežāk sastopamas, nekā domājām tad, kad vēl nebijām atklājuši pirmās citplanētas. Īpaši tas attiecas uz tā dēvētajām Zemei līdzīgajām (līdzīgām izmēra ziņā) vai superzemēm (dažas reizes lielākām par mūsu Zemi), kas ir daudz mazākas par pirmajām atklātajām planētām, kuras bija līdzīgas Jupiteram vai Saturnam. Tāpēc ir izstrādāti jauni instrumenti un izveidotas jaunas pētniecības programmas, lai koncentrētos uz mazo planētu meklējumiem, ko nespēja veikt instruments, kuru izmantoja HD 118203 b planētas atklāšanā. Tātad – jā, ja HD 118203 tiks atkal iekļauta turpmākajās meklēšanas programmās, tad jaunu, mazāku planētu atklāšana šajā sistēmā nav izslēgta.

Līdz ar citplanētu atklājumiem rodas arvien vairāk jautājumu par to, vai uz tālajām planētām varētu būt kādas dzīvības formas.

Kāds ir Jūsu viedoklis?

Manuprāt, ir ļoti liela varbūtība atrast kādu dzīvības formu uz citplanētām, kas jau atklātas, vai arī uz tām, kas tiks atrastas tuvākajā nākotnē. Zināmo planētu skaits pēdējos gados ir krietni pieaudzis (puse no pašlaik zināmajām

planētām ir atklātas pēdējos četros gados), īpaši daudz atklātas Zemei līdzīgas planētas. Ir atklātas arī vairākas planētas, kas atrodas dzīvībai labvēlīgu apstākļu nodrošināšanai piemērotā attālumā no zvaigznes, zonā, kurā uz planētas vai tās pavadoņa virsmas var pastāvēt šķidrums ūdens. Zinātnieki, kas strādā šajā pētniecības virzienā, veido instrumentus un metodes, ar kuru palīdzību varētu noteikt kādu dzīvības pazīmi (vismaz tādām dzīvības formām, kādas mēs zinām) uz šīm, iespējams, apdzīvojamajām planētām.

Daži no mūsu lasītājiem joprojām mūcās skolā vai augstskolas pirmajosursos. Viņiem būtu interesanti uzzināt, kā Jūs nonācāt profesionālajā astronomijā.

Kad vēl biju bērns, mani interesēja zinātne vispār. Kad bija jāizlemj, kuru zinātnes virzienu izvēlēties, es nosvēros par labu astronomijai. Universitātē pavadītajos gados es sapratu, ka manai karjerai būtu svarīgi, ja man būtu maģistra vai doktora grāds. Ieguvis doktora grādu, es iesaistījos pēcdoktorantūrā, kas izpaužas kā pagaidu darbs, kura laikā var uzkrāt papildu zinātnisko pieredzi. Man bija iespēja strādāt dažādās vietās, līdz ar to es vairākkārt mainīju savu pētījumu galveno tēmu. No vienas puses, nebija viegli pārslēgties, jo katru reizi man bija jāapgūst kaut kas jauns, bet, no otras puses, šis pārmaiņas man ļoti noderēja un bagātināja profesionālo pieredzi.

Teicāt, ka atklājums tika izdarīts Jūsu doktora studiju laikā. Kādas zinātniskās problēmas risināt pašlaik?

Mana doktora darba galvenā tēma bija jaunu citplanētu meklēšana, izmantojot radiālā ātruma metodi. Kad pa-beidzu savu disertāciju, ko darīju Šveicē kopā ar Ženēvas observatorijas grupu, devos atpakaļ uz Brazīliju, lai iesaistītos pirmajā pēcdoktorantūras darbā, un pētīju to zvaigžņu ķīmisko sastāvu, kurām jau ir atklātas planētas. Pēc četriem gadu darba Brazīlijā pārcēlos uz Itāliju, Romu, kur sākotnēji iesaistījos dubultzvaigžņu izpētē. Tad atkal mainīju tēmu un sāku pētīt mainīgzvaigžņu ķīmisko sastāvu. Šajā laikā es uzlaboju savas programmēšanas zināšanas, kas ir ļoti noderīgi, veicot pētījumus astronomijā.

Šī pieredze man deva iespēju iegūt darbu Itālijas Kosmosa aģentūrā, kur es strādāju patlaban. Pēdējos četrus gadus izstrādāju programmatūru, kas tiks izmantota, lai apstrādātu astronomiskos attēlus, kurus iegūs jaunais kosmiskais teleskops *Euclid*. *Euclid* starts ieplānots 2022. gada jūnijā. Itālijas Kosmosa aģentūra ir iesaistījusies un pārskatāmā nākotnē turpinās piedalīties daudzās citās kosmosa misijās. Dažas no tām ir saistītas ar jau zināmu vai nākotnē atklājamu citplanētu izpēti, un, protams, arī man ir plāni iesaistīties šajos projektos.

Paldies par Jūsu ieguldījumu Latvijai nozīmīgās citplanētas atklāšanā! 🍷

Iepazīsimies – karstais jupiters!

LATVIJAS CITPLANĒTA HD 118203 B PIEDER PIE KARSTO JUPITERU KLAŠES. LAI UZZINĀTU, KAS TĀS ĪSTI IR PAR PLANĒTĀM, ZVAIGŽNOTĀ DEBESS SAZINĀJĀS AR KARSTO JUPITERU EKSPERTU NUNU SANTUŠU, KURŠ BIJA VIENS NO PUBLIKĀCIJAS PAR HD 118203 B ATKLĀŠANU LĪDZAUTORIEM.

Cik liela daļa no šobrīd zināmajām 4000 citplanētām ir karstie jupiteri?

Karstie jupiteri ir aptuveni 1% no zināmajām ekso-planētām. Par spīti nelielajam skaitam, patiesībā tos ir relatīvi viegli atrast, un vēl daudzi tiks atklāti.

Kas īsti ir karstais jupiters?

Tā ir milzu planēta, kas masas un sastāva ziņā līdzinās Jupiteram, bet atrodas nelielā attālumā no zvaigznes, tās apriņķošanas periods ir īsāks

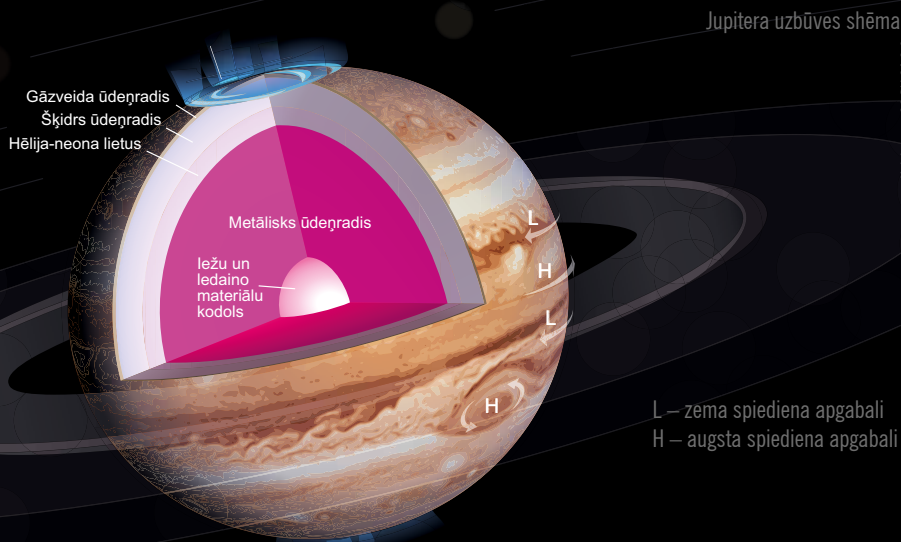
nekā 10 dienas. Tā kā šīs planētas ir tuvu savām zvaigznēm, tās ir karstas, pretstatā Jupiteram, kas ir auksts milzis ar ilgu apriņķošanas periodu.

Pēc tradicionālajiem planētu sistēmu veidošanās priekšstatiem, gāzu milži atrodas tālāk no zvaigznes nekā cietās planētas. Kā karstie jupiteri nokļuva tik tuvu zvaigznei? Patiešām, tiek uzskatīts, ka milzu planētas parasti sastāv no cieto iežu un ledus materiāla maisījuma kodola, ko aptver



No Nunu Santuša personīgā arhīva

Karsto jupiteru eksperts Nunu Santušs



SAIMNIEKZVAIGZNES RADĪTĀ PAISUMA EFEKTA IESPAIDĀ KARSTIE JUPITERI PRET ZVAIGZNI VISU LAIKU PAVĒRSUŠI VIENU PUSI, TĀPAT KĀ MĒNESS PRET ZEMI.

liels daudzums gāzes. Un saskaņā ar modeļiem tādas var izveidoties tikai lielā attālumā no zvaigznes, kur kodaļa veidošanai ir pieejams liels daudzums ledus. Tāpēc pirmo karsto jupiteru atklāšana bija mazliet pārsteidzoša. Mēs joprojām domājam, ka milzu planētas veidojas tālāk no zvaigznes, bet noteiktos apstākļos veidošanās un attīstības laikā tās var pārvietoties tuvāk zvaigznei. Tās var būt dažādu procesu sekas, piemēram, notiek mijiedarbība ar protoplanetāro disku vai arī planētu gravitācijas mijiedarbība.

Kādiem jābūt apstākļiem uz šādas planētas? Kāds būtu tās tipiskais ķīmiskais sastāvs?

Karstie jupiteri, tāpat kā Jupiters, lielākoties tiek uzskatīti par gāzu milžiem, kas sastāv galvenokārt no ūdeņraža un hēlija, visizplatītākajiem elementiem Visumā. Arī lielākā daļa modeļu un novērojumu atbalsta hipotēzi, ka to kodols ir veidots no cietajiem iežiem vai vielām, kas zemā temperatūrā būtu salaušas (ledainie materiāli), bet par to vēl tiek diskutēts.

Vai mazais attālums un ātrā riņķošana ietekmē karstā jupitera tipa planētas evolūciju?

Kādā ziņā tā atšķiras no īstā Jupitera?

Saimniekzvaigznes radītā paisuma-bēguma efekta iespaidā karstie jupiteri pret zvaigzni ir pavērsuši vienu un to pašu pusi, tieši tāpat kā Mēness pret Zemi. Tādējādi viena planētas puse ir ļoti karsta (daudzos gadījumos vairāk nekā 1000 °C), otra – vēsāka. Tas nozīmē, ka tur jābūt spēcīgiem vējiem, kas pārvieto enerģiju no vienas puses uz otru. Modeļu detaļas ir sarežģītas un vēl tiek apspriestas. Dažiem karstajiem jupiteriem ir novērotas arī iztvaikošanas pazīmes. Tā ka te ir daudz kā aizraujoša!

Ar kādām novērošanas metodēm un instrumentiem iespējams pētīt karstos jupiterus?

Astronomi izmanto dažādas pieejas, īpaši tām citplanētām, kas šķērso zvaigznes disku. Piemēram, mēs varam izmantot spektroskopiju, lai pētītu planētas atmosfēras transmisijas spektru (zvaigznes spektru, ko absorbē planētas atmosfēra, kad planēta ir priekšā zvaigznes diskam). Tas ir ļāvis konstatēt uz planētām vairākus ķīmiskos elementus un labāk izprast to atmosfēras uzbūvi. Arī novērojumi infrasarkanajā diapazonā bieži ir palīdzējuši noteikt

planētas fāzes likni, t. i., planētas spožumu atkarībā no leņķa, kādā to apgaismo zvaigzne. Daudz interesantu rezultātu!

Kāds tehnoloģisks atklājums tuvākajā nākotnē ļautu astronomiem sīkāk izpētīt karstā jupitera tipa citplanētas?

Tiek sagatavoti vai jau tagad darbojas vairāki jauni instrumenti, kas nākotnē nodrošinās nozīmīgus rezultātus. Mēs sākam strādāt ar ESPRESSO, jauno augstas izšķirtspējas ESO VLT spektrogrāfu. Pagaidām es vēl nevaru jums daudz pastāstīt, bet drīz mums būs ļoti interesanti jaunumi. 2019. gada novembrī startēs arī CHEOPS satelīts. Augstas precizitātes fotometriskie mērījumi, ko tas iegūs, ļaus sīkāk izpētīt karsto jupiteru atmosfēru. Pāris gadu laikā mums būs NASA Džeimsa Veba teleskops, un jaunas iespējas vēl nāks tikai klāt! Ir daudz ESO un ESA projektu, kas nākamo 10 gadu laikā sola lieliskus rezultātus.

Papildus tam, ka saņems vārdu citplanēta HD 118203 b, cilvēkiem tiek lūgts piedāvāt nosaukumus, ko varētu piešķirt citām iespējamām šīs zvaigznes planētām. Vai planētu sistēmā ar karsto jupiteru varētu būt vēl gāzes milži vai cita veida planētas?

Zināms, ka lielākajai daļai zvaigžņu, ap kurām riņķo karstais jupiteris, nav citu planētu. Iespējams, tas ir saistīts ar karstā jupitera veidošanās procesu vai tā ietekmi uz citām planētām. Tāpēc labāk nogaidīsim, līdz kaut kas tiks atrasts. 🚀

Grūtais ceļš uz otrās Zemes atklāšanu

LAI UZZINĀTU VAIRĀK PAR CITPLANĒTU ATKLĀŠANAS METODĒM UN PAŠREIZĒJĀM PĒTĪJUMU TENDENCĒM, ZVAIGŽNOTĀ DEBESS SAZINĀJĀS AR LUNDAS OBSERVATORIJAS EMERITĒTO PROFESORU DAINI DRAVIŅU, AICINOT UZ INTERVIJU.

Kad IAU izsludināja projektu *NameExoWorlds*, bija zināms nedaudz vairāk nekā 4000 citplanētu. Vai varam sagaidīt, ka pārskatāmā nākotnē secināsim, ka teju vai katrai zvaigžnei ir vismaz pa kādai planētai?

Zvaigžņu katalogā, kas sastādīts pēc *Gaia* satelīta mērījumiem, jau ir vairāk nekā miljards zvaigžņu (skatīt Annas Ginteres rakstu par *Gaia* šajā žurnāla numurā – *Red.*). No statistiskiem paraugiem var secināt, ka teju ap katru zvaigzni riņķo planētas, tomēr, lai pie konkrētas zvaigznes droši atrastu planētu, ir nepieciešami laiktietilpīgi mērījumi ar lieliem teleskopiem. Tāpēc tāda planētu meklēšana ir reāla tikai īpaši izraudzītām, tuvām zvaigznēm, piemēram ap Centaura Alfa sistēmas zvaigznēm. Tātad var sagaidīt, ka atklāto planētu skaits pieaugs, tomēr ne milzīgā apjomā.

Astronomi ir izstrādājuši ne mazāk kā desmit dažādas metodes, kā atklāt citplanētas. No tām visplašāk



Daiņa Draviņa pašportrets pie topošās Ārkārtīgi lielā teleskopa observatorijas būvlaukuma Armazonas kalnā Čīlē

lietotās ir tranzīta fotometrijas un radiālā ātruma metodes. Vai šīs metodes ir populāras savas pieejamības vai iegūto rezultātu dēļ? Jā, abas šīs metodes ir vienkāršas un pieejamas, kā arī devušas lieliskus rezultātus. Ar platformas elektroniskām kamerām var meklēt spožuma izmaiņas daudzām zvaigznēm vienlaikus, cerot, ka gadīsies brīdis, kad kāda citplanēta pāries pāri savas zvaigznes diskam un nedaudz

samazinās tās spožumu. Radiālo ātrumu mērīšanai lielos teleskopus nepieciešams aprīkot ar augstas precizitātes instrumentiem; vienlaikus var novērot tikai vienu zvaigzni, tomēr iegūtie dati var sniegt visai detalizētu izpratni par planētu. Citu metožu (gravitācijas lēcas, radio trokšņi, zvaigznes kustības mērīšana u. c.) gadījumā nepieciešami speciāli instrumenti, tomēr ar tām iespējams atklāt

EIROPAS KOSMISKAIS TELESKOPS GAIA JAU PĒC NEDAUDZIEM GADIEM ĻAUS ATKLĀT VAIRĀK NEKĀ DESMIT TŪKSTOŠUS JAUNU PLANĒTU.

īpašas planētas, kuras nevar pamanīt ar citām metodēm.

Planētu pie zvaigznes HD 118203 atklāja ar radiālā ātruma metodi. Ja astronomi būtu apņēmis pilni atklāt vēl citas planētas ap šo zvaigzni, vai būtu labāk turpināt novērojumus ar šo pašu metodi vai izvēlēties citas?

Cik zināms, šīs planētas orbīta nešķērso zvaigznes disku. Tā kā planētu orbītas parasti atrodas vienā plaknē, tāpat kā mūsu Saules sistēmā, iespējams, ka arī citas planētas nešķērsos zvaigzni. Toties, turpinot precīzus radiālā ātruma mērījumus, var cerēt, ka atklāsies ātruma nevien-

mērības, kas norādītu uz citu planētu klātbūtni.

Tāpat pārējās metodes pamatā balstās uz to, ka citplanēta šķērso zvaigznes disku?

Nē, ir vairākas citas metodes. Piemēram, tiek sagaidīts, ka mērījumi, kurus tieši pašlaik veic Eiropas kosmiskais teleskops *Gaia*, jau pēc nedaudziem gadiem ļaus atklāt vairāk nekā 10 tūkstošus jaunu planētu. Te izmantos ļoti precīzi izmērītas zvaigžņu debess koordinātas, kas nedaudz izmainās, zvaigznei izkustoties citplanētas gravitācijas ietekmē. Būtiski ir, ka astrometriskā metode ļaus atrast arī tādas planētas, kas

atrodas lielā attālumā no savas zvaigznes, līdzīgi kā mūsu Jupiters. Tomēr šie specializētie mērījumi jāveic vairākus gadus. Taču *Gaia* novēro arī HD 118203, un nekādā ziņā nevar izslēgt, ka tieši pie šīs zvaigznes izdosies atrast vēl kādu planētu.

Ir atklāts daudz citplanētu. Kā tās klasificē?

Sākotnēji tika atklātas planētas, kas bija visvieglāk pamanāmas, – masīvas planētas orbītās pavisam tuvu savai zvaigznei. Mūsu Saules sistēmā tādu planētu nav, un šī grupa ir nosaukta par “karstajiem jupiteriem”, jo, būdami zvaigznes tuvumā, tie sakarst līdz 1000 grādu temperatūrai vai pat vairāk, un šo milzu planētu izmēri ir salīdzināmi ar mūsu “auksto Jupiteru”. Līdzīgas, bet nedaudz mazākas gāzveida planētas sauc par “karstajiem neptūniem”. Mazāka izmēra planētas ar lielāku blīvumu, kuras,



Karstā jupitera tipa planēta mākslinieka skatījumā



visticamāk, sastāv no cietiem iežiem un metāliem, līdzīgi kā mūsu Zeme, uzskata par "cietiežu planētām". Pie tām pieder arī apakšgrupa, ko dēvē par "superzemēm". To masa vairākkārt, aptuveni piecas reizes, pārsniedz mūsu Zemes masu. Arī šāda tipa planētu mūsu Saules sistēmā nav.

Pieļauju, ka pētnieku un publikas uzmanību piesaista tādu planētu atklāšana, kas fizikāli ir līdzīgas Zemei. Kas būtu sakāms par šādām citplanētām?

Nereti parādās informācija, ka it kā esot atklāta Zemei līdzīga planēta, taču parasti šīs ziņas ir nedaudz maldinošas. Tiesa, ir atklātas planētas, kurām kāda īpašība ir līdzīga Zemei, tas var būt izmērs, temperatūra, attālums līdz savai zvaigznei, bet vēl nav atrasta neviena planēta, kas tiešām būtu Zemei līdzīga, t. i., aptuveni Zemes izmēros un apmēram gada laikā veiktu apriņķojumu ap dzeltenu, Saulei līdzīgu zvaigzni. Atklāt Zemei tiešām līdzīgu planētu ir būtisks izaicinājums, pie kā strādā daudz astronomu. Galvenās grūtības vairs nav saistītas ar instrumentu precizitāti, bet gan ar to, ka Zeme ir visai maza planēta, kuras ietekme uz zvaigznes radiālo kustību jeb – tranzīta gadījumā – uz zvaigznes spožuma izmaiņām ir ļoti niecīga un mazāka par zvaigznes dabiskajām svārstībām un izmaiņām. Piemēram, Saules plankumi var būt daudz lielāki par Zemi. Turklāt ir ticams, ka tādā planētu sistēmā ir vēl vairākas citas planētas, kuru

signāli sajaucas ar meklētās Zemes tipa planētas datiem.

Varam secināt, ka īstenas Zemes līdzinieces atklāšana astronomiem varētu kļūt par lielu godu un tehnoloģiski zinātnisko spēju apliecinājumu. Cik drīz šāds notikums varētu iepriecināt zinātnisko sabiedrību?

Jā, iespējamā īstenas Zemes līdzinieces atklāšana un izpētīšana noteikti ietekmētu cilvēku domāšanu un attieksmi daudzās jomās, arī ārpus astronomijas. No vienas puses, citplanētu pētīšana ir attīstījušies daudz straujāk, nekā vairums to paredzēja; pēdējos gados ir izgudrotas elegantas novērojumu metodes, kas agrāk būtu uzskatītas par neiespējamām. No otras puses, iespēja atrast īstenu "otro Zemi" tomēr ir saistīta ar daudziem nopietniem izaicinājumiem, tāpēc neuzdrošinot prognozēt iespējamu gada skaitli.

Apstākļos, kad pieaug atklāto citplanētu skaits, rodas jautājums, vai uz kādas no tām varētu eksistēt dzīvība. Vai tuvākajās desmitgadēs varētu atklāt dzīvības pazīmes uz kādas citplanētas?

Notiek intensīvi pētījumi, lai noskaidrotu, kādi varētu būt t. s. biomarkēri jeb ķīmisko vielu pazīmes, kas liecinātu par dzīvības esamību uz planētas.

Piemēram, citplanētu atmosfērās tādas vienkāršas molekulas kā skābeklis ir nosakāmas. Mēs uztveram skābekli kā dzīvībai nepieciešamu, bet tas attiecas tikai uz mums un tikai pašlaik. Lielākajā daļā Zemes ģeoloģiskās vēstures skābeklis nebija atmosfēras būtiska sastāvdaļa, bet dzīvība tik un tā attīstījās. Kompleksas organiskas molekulas, kuras viennozīmīgi varētu norādīt uz dzīvību, nebūs viegli atrast. Cerības ir atrast ķīmisko vielu kombinācijas, kuras varētu pastāvēt vienlaikus ar dzīvības procesiem. Piemēram, ja vienlaikus uz kādas planētas atrastu skābekli un metānu, tas šķistu aizdomīgi, jo ir skaidrs, ka tur nepastāv ķīmisks līdzsvars. Ja nekas cits netraucētu, viss metāns (purga gāze) jau sen būtu sadedzis ar skābekli bagātīgajā vidē. Tas, ka šīs vielas tomēr pastāv vienlaikus, norādītu, ka to krājumus kaut kas nepātraukti atjauno. Uz Zemes mēs zinām, ka tā ir dzīvība, bet – pirms droši apgalvot, ka tas notiek arī uz citplanētas, jāpārlicinās, ka tur nedarbojas kādi citi procesi, kuri var paveikt kaut ko līdzīgu.

Citplanētas atklāj gan kosmiskie teleskopu, gan observatorijās uz

NOTIEK INTENSĪVI PĒTĪJUMI, LAI NOSKAIDROTU, KĀDAS VARĒTU BŪT ĶĪMISKO VIELU PAZĪMES, KAS LIECINĀTU PAR DZĪVĪBAS ESAMĪBU UZ PLANĒTAS.



Zondes *Hayabusa2* nolaišanās izspridzinātajā krāterī mākslinieka skatījumā

Zonde *Hayabusa2* šauj pa asteroīdu

JAPĀNAS STARPPPLANĒTU ZONDE *HAYABUSA2* VEIC DAUDZVEIDĪGU ASTEROĪDA RJUGU IZPĒTI, PALAIŽOT LĒKĀJOŠUS NOLAIŽAMOS APARĀTUS UN ŠAUJOT PA ASTEROĪDA VIRSMU.

S tarpplanētu zonde *Hayabusa2* 2018. gada jūnijā ieradās pie asteroīda Rjugu, kura diametrs ir tikai viens kilometrs. Šī Japānas zonde nogādāja uz asteroīda trīs nolaižamos aparātus, kas lēcienveidīgi pārvietojās pa tā virsmu, bet paraugu ņemšana tika atlikta uz 2019. gadu.

21. februārī *Hayabusa2* tuvojās asteroīdam. Kad paraugu ievākšanas piltuve pieskārs virsmai, zonde izšāva 5 gramus smagu tantala lodīti, kas ar ātrumu 300 m/s ietriecās asteroīdā, lai uzvandinātu tā virsmu un iežu paraugi nonāktu paraugu ievākšanas mehānismā. Šāda eksotiska metāla lode tika izvēlēta, lai nepiesārņotu ievāktos iežus, jo tantalu iežu paraugos ir viegli atšķirt no pārējiem materiāliem. Iežu ievākšana notiek ar speciāli veidotu mehānismu, ko izstrādājuši Japānas Kosmosa aģentūra sadarbībā ar Tokijas Zinātnes universitāti. Nepieciešamais finansējums daļēji tika iegūts no publiskā kampaņā ievāktiem ziedojumiem.



Attēls no asteroīda Rjugu virsmas, ko 2018. gada 22. septembrī ieguva lēkājais aparāts *Rover-1A*

Pirmajā nolaišanās reizē tika ievākti iežu paraugi no asteroīda virskārtas. Lai tiktu klāt dziļākiem, varbūt pavisam seniem un primitīviem iežu slāņiem, 5. aprīlī *Hayabusa2* palaida jaudīgāku šāviņu, bet pati drošības nolūkā pārvietojās uz asteroīda otru pusi. Izmantojot 4,5 kg sprāgstvielu, asteroīdā Rjugu tika ietriekts vara šāviņš ar masu 2,5 kg, kas radīja krāteri aptuveni 10 m diametrā. 11. jūlijā zonde otru reizi nolaidās uz asteroīda, tieši krāterī, un

sekmīgi ievāca iežu paraugus, lai nogādātu tos uz Zemes. Nolaišanās fiksēta video ar kameru, kas uzstādīta tā, lai varētu labi novērot tieši iežu paraugu ņemšanas procesu.

Asteroīda Rjugu iežu paraugus uz Zemes varam saņemt 2020. gada decembrī, kad nolaižamā kapsula piezemēsies Vūmeras militārajā kompleksā Austrālijā. Nolaišanās brīdī kapsula būs veikusi Saules sistēmā apmēram 5 miljardus kilometru lielu attālumu. 🌩



Asteroīda virsma pirms (pa kreisi) un pēc vara šāviņa trieciena



leskenē kodu un noskaties desmitkārt paātrinātu video, kurā redzama *Hayabusa2* otrā nolaišanās uz asteroīda Rjugu.



ARTŪRS VRUBĻEVSKIS, BORISS RJABOVŠ, DMITRIJS BEZRUKOVŠ
Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūts
“Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs”

Irbenē mērīsim Saules vēju

KĀ JAUNAIS RADIOTELESKOPU KOMPLEKSS LOFAR PALĪDZĒS
ASTRONOMIEM LABĀK IZPRAST SAULES AKTIVITĀTI.

KĀPĒC IR SVARĪGI LABĀK IZPRAST SAULES AKTIVITĀTI?

Saules aktivitāte ietekmē Zemi gan īstermiņā, gan ilgtermiņā, un dažos ekstremālos gadījumos Saules enerģija var

būt postoša. Ilgtermiņā izmaiņas uz Saules, iespējams, ir saistītas ar klimata pārmaiņām, bet īstermiņa ietekme saistīta ar daļiņām un starojumu no uzliesmojumiem un

izvirdumiem, kas notiek uz Saules un, sasniedzot Zemi, izraisa ģeomagnētiskās vētras. Lai arī reti, bet sekas šādām vētrām var būt katastrofālas – tās var apdraudēt

Saules izdalītās enerģijas ietekmē veidojas lādētu daļiņu plūsma, kuras kustību ietekmē Saules magnētiskais lauks



elektronisko ierīču darbību kosmiskajos aparātos, satelītos, augstu lidojošās lidmašīnās, ietekmēt augstsprieguma pārvades līniju, kabeļu un cauruļvadu infrastruktūras darbību. Spēcīgā vētrā no ierindas var tikt izsists liels skaits transformatoru, bez elektrības atstājot plašas teritorijas. 1989. gadā ģeomagnētiskā vētrā tika pārtraukta elektrības padeve sešiem miljoniem cilvēku Kvebekā, Kanādā. Šādas infrastruktūras strauja atjaunošana ir milzīgs izaicinājums, līdz ar to vēl spēcīgākas vētras gadījumā var rasties situācija, kad kādā planētas apgabalā mēnešiem ilgi nav elektrības.

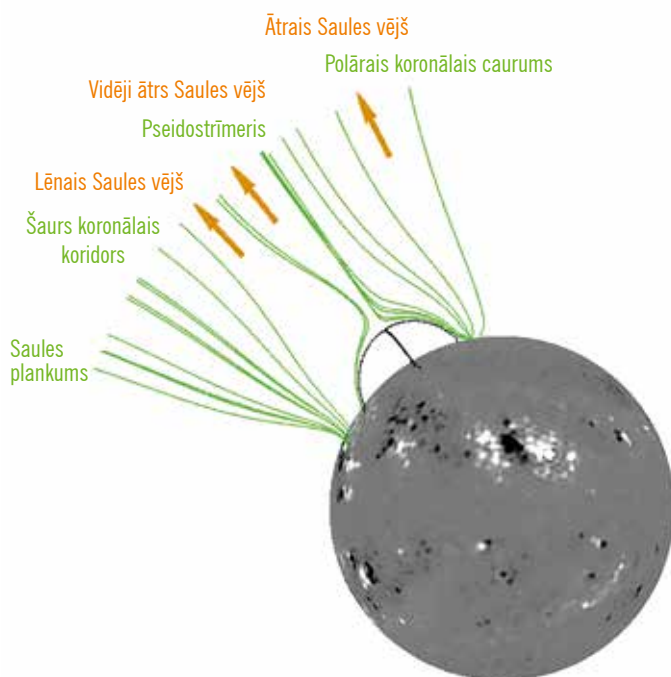
KUR RODAS LĒNAIS SAULES VĒJŠ?

Lai izprastu Saules aktivitātes ietekmi uz Zemi, jāizprot Saules vējš – Saules plazmas daļiņas, kas nepārtraukti aizplūst starpplanētu vidē, arī Zemes virzienā, un veido vidi, kurā izplatās Saules koronālie izvirdumi. Neizprotot vidi, nav iespējams precīzi paredzēt, kā “uzvedīsies” izvirdums ceļā starp Sauli un Zemi. Saules vēja prognozēšanu sarežģī tas, ka plazmas plūsmu ietekmē magnētiskais lauks – lādētas daļiņas brīvi plūst pa magnētiskā lauka līnijām, bet lielākoties nespēj ceļot perpendikulāri laukam un šķērsot magnētiskā lauka līnijas. Tādējādi Saules magnētiskais lauks ietekmē plazmas aizplūšanu, un vietās, kur magnētiskā lauka līnijas ir noslēgtas (tās sākas un beidzas uz

LAI IZPRASTU SAULES AKTIVITĀTES IETEKMI UZ ZEMI, JĀIZPROT SAULES VĒJŠ – SAULES PLAZMAS DAĻIŅAS, KAS NEPĀRTRAUKTI AIZPLŪST STARPPLANĒTU VIDĒ.

Saules virsmas), plazma ir piesaistīta Saulei (skatīt attēlus). Savukārt vietās, kur magnētiskā lauka līnijas ir šķietami nenoslēgtas, plazma no Saules virsmas aizplūst starpplanētu telpā. Šādi apgabali ir koronālie caurumi, un tajos veidojas tā sauktais ātrais Saules vējš. Kur un kā rodas lēnais Saules vējš, uz šo jautājumu zinātniekiem atbildes nav. Kā

potenciālus lēnā Saules vēja avotus Ventspils Augstskolas Inženierzinātņu institūta “Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs” Saules pētījumu grupas zinātnieki pēta šaurus nenoslēgtu magnētiskā lauka līniju apgabalus, kuri atšķiras no polārajiem koronālajiem caurumiem. Viens no pētījumu ilgtermiņa rezultātiem



Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra Saules pētnieki analizē šaurus nenoslēgtu magnētiskā lauka līniju apgabalus kā potenciālus lēnā Saules vēja avotus

B. Ryabovs un A. Vrublevskis, *WeA IZI/ISRC*, 2019

varētu būtu iespēja prognozēt jaunus lēnā Saules vēja avotus uz Saules un līdz ar to netieši arī ģeomagnētiskās vētras uz Zemes.

KĀ LOFAR IESPĒJAMS IZMANTOT SAULES PĒTĪJUMOS?

Lai pierādītu, ka konkrētā vieta uz Saules ir lēnā vēja avots, pirmkārt, nepieciešams saistīt vietu uz Saules virsmas, kur novērots, ka plazma plūst augšup, ar atbilstošiem Saules vēja novērojumiem tālāk no Saules, tādējādi pierādot, ka plazma atkal nenolaižas atpakaļ kādā citā vietā uz Saules. Tā kā plazma izplātās nevis vienkārši radiāli, bet pa magnētiskā lauka līnijām, tad, otrkārt, ir nepieciešams zināt, kuram apgabalam uz Saules virsmas atbilst magnētiskā lauka līnijas, ko konkrētajā brīdī šķērso, piemēram, kāds kosmiskais aparāts, kas

veic novērojumus noteiktā attālumā no Saules. Treškārt, nepieciešams konstatēt atbilstošo plazmu lielākā attālumā no Saules. To iespējams izdarīt, novērojot tālu, kompakto radio avotu "mirgošanu" (scintilācijas) starpplanētu plazmas ietekmē. Tas dod iespēju iegūt informāciju par magnētisko lauku un Saules vēja ātrumu un blīvumu plašā starpplanētu telpā ap Sauli, ne tikai lokāli, kur tobrīd atrodas kosmiskais aparāts.

Šādus novērojumus ir iespējams veikt ar jaunās paaudzes zemo frekvenču antenu lauku LOFAR – novērojumi zemākās frekvencēs atbilst augstākajiem Saules atmosfēras slāņiem. (Par Irbenē topošo LOFAR radioteleskopu kompleksa daļu skatīt Valda Avotiņa un Romesa Paulika rakstu "Zemo frekvenču antenu lauka radioteleskops"

Zvaigžņotās Debess 2018. gada Rudens numurā un ziņas šā numura ievadā. – Red.). Tādējādi ir iegūstama informācija par Saules atmosfēru daudz lielākā augstumā, kas papildina zināšanas, ko dod novērojumi citos viļņu garumos. LOFAR instruments arī izmantojams, lai novērotu radiouzliesmojumus, kas potenciāli ļauj gan izsekot magnētiskā lauka līnijām, gan iegūt informāciju par starpplanētu plazmu. Piedevām LOFAR ļauj novērot arī tālu, kompakto radioavotu scintilācijas starpplanētu plazmas ietekmē.

Ar LOFAR radioteleskopu iespējams iegūt ziņas gan par augstākajiem Saules atmosfēras slāņiem, gan starpplanētu plazmu.

Saules pētījumiem ir gan augsts potenciāls teorētisko zināšanu bāzes paplašināšanā, gan praktisks pielietojums magnētisko vētru prognozēšanā satelītu, aviācijas, elektropārvades, kabeļu un cauruļvadu operatoru vajadzībām. Pasaulē šie pētījumi attīstās, ieskaitot arī jaunas tehnoloģijas Saules novērojumos. LOFAR, kas ir uz modernām tehnoloģijām balstīts radioteleskops, sniedz iespējas Latvijas zinātniekiem piedalīties starptautiskā līmeņa Saules pētījumos. ✨

Raksts sākotnēji sagatavots Eiropas Savienības apakšprogrammas *Horizon2020* projekta Nr. 692257 *Building on Advanced LOFAR Technology for Innovation, Collaboration, and Sustainability* ietvaros.



Starpplanētu magnētiskā lauka spirālveida struktūra veidojas, rotējošajam Saules magnētiskajam laukam mijiedarbojoties ar starpplanētu plazmu

Vecā Tartu observatorija

Mārtiņš Gills

Jau vairākus gadus par iecienītu apmeklējuma vietu Tartu ir kļuvis zinātnes centrs AHHA, un nesen ievēribu guvis arī Igaunijas Nacionālais muzejs, tomēr tikai retais šajā Dienvidigaunijas pilsētā apmeklē arī mazāku un senāku ar zinātnei saistītu muzeju – Veco Tartu observatoriju. Tā atrodas pašā Tartu centrā,

Praktiskā informācija:

Vecā observatorija pieejama katru dienu, izņemot pirmdienas, no pulksten 10 līdz 18. Biļetes cena pieaugušajiem – 4 EUR.

uzkalnā, dažu minūšu gājienā no Rātsnama. 19. gadsimta sākumā būvētajā ēkā, kur Frīdriha Georga Strūves vadībā darbojās pasaules līmeņa astronomiskā observatorija, šobrīd atrodas muzejs un izglītības centrs. Pretēji vadošajai tendencei planetārijos izmantot digitālos projektorus šeit darbojas analogā spīdekļu projekcijas sistēma un iespējams noskatīties un noklausīties stāstu par debess spīdekļiem igauņu tautas skatījumā. No muzeja eksponātiem ievēribas cienīgi ir vairāki optiskie teleskopi, kā arī ar

Strūves meridiāna veidošanu saistītie instrumenti un informatīvie materiāli. 🦋



Slavenais Fraunhofera refraktors, ar kuru veikts viens no pirmajiem zvaigžņu attāluma mērījumiem pasaulē

Mārtiņš Gills

Atspēkojamība un fizika

Publicējam ar žurnāla *Symmetry* laipnu atļauju.
Tulkojis Tildes mašīntulks *hugo.lv*, rediģējis Ilgonis Vilks



VAI TEORIJA, KAS NAV PILNĪBĀ PĀRBAUDĀMA, VĒL JOPROJĀM VAR BŪT NODERĪGA FIZIKAI?

Kas nosaka, vai ideja ir likumīgi zinātniska vai ne? Šo jautājumu ir apsprieduši

filozofi un vēsturnieki, zinātnieki un juristi tiesu iestādēs. Tas ir tāpēc, ka tas nav tikai abstrakts jēdziens. Vai kaut kas ir zinātnisks vai ne, nosaka to, vai tas ir

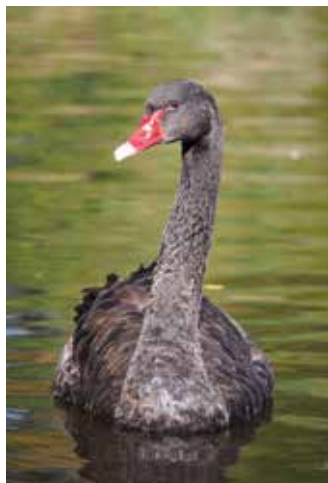
jāmāca skolā un jāatbalsta ar valsts dotāciju naudu.

Daudzos gadījumos atbilde ir samērā vienkārša, par spīti savvērestības teorijām, Zeme nav plakana.

Burtiski visi pierādījumi ir par labu apaļai un rotējošai Zemei, tāpēc izteikumi, kas balstīti uz plakanās Zemes hipotēzi, nav zinātniski.

Tomēr citos gadījumos cilvēki aktīvi diskutē par to, kur un kā jāvelk demarkācijas līnija. Vienu šādu kritēriju ierosināja zinātnes filozofs Karls Popers (1902–1994), kurš sprieda, ka zinātniskajām idejām jābūt atspēkojamām jeb “falsificējamām”.

Popers savā klasiskajā grāmatā “Zinātniskā atklājuma loģika” rakstīja, ka teorija, ko principā nevar apgāzt, proti, teorija, kas ir pietiekami elastīga, lai aptvertu visus iespējamus eksperimentālos iznākumus, ir zinātniski bezjēdzīga. Viņš rakstīja, ka zinātniskai idejai jāsaturs atslēga uz savu izgāšanos: tai jāveido paredzējumi, kurus var pārbaudīt, un, ja šis



Francis C. Franklin / CC-BY-SA-3.0

Klasisks falsificējamības piemērs. Izteikumu “Visi gulbji ir balti” var atspēkot, atrodot vismaz vienu melnu gulbi

TEORĒTISKAJĀ FIZIKĀ LIELĀKĀ DAĻĀ PĒTĀMO IDEJU IZRĀDĀS NEPAPEIZAS. TĀS VAR BŪT INTERESANTAS IDEJAS, TĀS VAR BŪT SKAISTAS IDEJAS, TĀS VAR BŪT KRĀŠŅAS STRUKTŪRAS, KAS MŪSU VISUMĀ VIENKĀRŠI NETIEK REALIZĒTAS.

prognozes tiek pierādītas kā nepatiesas, teorija jāatmet.

Rakstot to, Popers bija mazāk norūpējies par fiziku, bet vairāk domāja par Freida psiholoģiju un staļinistisko vēstures traktējumu. Viņš apgalvoja, ka šīs teorijas nav kļūdainas, jo ir pietiekami neskaidras vai elastīgas, lai tajās iekļautu visus pieejamos pierādījumus, un tāpēc tās ir imūnas pret testēšanu.

Bet kad šī atspēkojamības prasība attiecas uz noteiktām teorētiskās fizikas jomām? Piemēram, stīgu teorija aplūko parādības, kas norisinās ļoti mazos izmēros, kuras pārskatāmā nākotnē nav iespējams pārbaudīt eksperimentos. Kosmiskā inflācija, teorija, kas skaidro daudzas novērojamā Visuma īpašības, var izrādīties nepārbaudāma tiešos novērojumos. Daži kritiķi uzskata, ka šīs teorijas nav atspēkojamās un tāpēc tām piemīt apšaubāma zinātniska vērtība.

Tajā pašā laikā daudzi fiziķi piekrīt zinātnes filozofiem, kuri konstatēja nepilnības Popera modelī, sakot, ka atspēkojamība ir noderīga, lai identificētu acīmredzamu

pseidozinātņi, to pašu plakanās Zemes hipotēzi, bet samērā nenozīmīga, lai spriestu par teorijām, kas izaugušas no zinātnes paradigmām.

“Es domāju, ka mums vajadzētu uztraukties par to, ka esam augstprātīgi,” saka Ņūhempšīras Universitātes pasniedzēja Čanda Preskoda-Weinsteina (*Prescod-Weinstein*). “Atspēkojamība ir svarīga, bet jāatceras arī, ka daba dara to, ko tā vēlas.”

Preskoda-Weinsteina ir gan elementārdaļiņu kosmoloģe, gan zinātnes, tehnoloģiju un sabiedrības pētniece, kuru interesē zinātnieku grupu prioritātes. “Jebkura paaudze, kas nolemj, ka ir paveikusi visu, kas iespējams, man šķiet augstprātīga,” viņa saka.

Treisija Sleitjera (*Slatyer*) no Masačūsetsas Tehnoloģiju institūta piekrīt un apgalvo, ka pārmērīgas bažas par atspēkojamību var novērst jaunu ideju rašanos, apslāpēt radošumu. “Teorētiskajā fizikā lielākā daļa ideju, ar kurām jūs jebkad strādājat, izrādīsies nepareizas,” viņa saka. “Tās var būt interesantas idejas, tās var būt skaistas idejas,

tās var būt krāšņas struktūras, kas mūsu Visumā vienkārši netiek realizētas.”

DAĻIŅAS UN PRAKTISKĀ FILOZOFIJA

Aplūkosim, piemēram, supersimetriju. SUSY ir elementārdaļiņu Standartmodeļa paplašinājums, kurā katra zināmā elementārdaļiņa ir savienota pāri ar supersimetrisku partneri. Teorija dabiski izauga no kosmosa laiktelpas matemātiskās simetrijas, līdzīgi kā pats Standartmodelis. Supersimetrijas princips ir labi iesakņojies elementārdaļiņu fizikā, lai gan supersimetriskās daļiņas, ja tādas eksistē, var nebūt pieejamas eksperimentālai konstatēšanai.

SUSY, iespējams, atrisinās dažas galvenās mistērijas mūsdienu fizikā. Pirmām kārtām visas šīs supersimetriskās daļiņas varētu būt iemesls, kāpēc Higgsa

SUPERSIMETRIJA, IESPĒJAMS, ATRISINĀS DAŽAS GALVENĀS MISTĒRIJAS MŪSDIENU FIZIKĀ.

bozona masa ir mazāka, nekā tai vajadzētu būt saskaņā ar kvantu mehāniku.

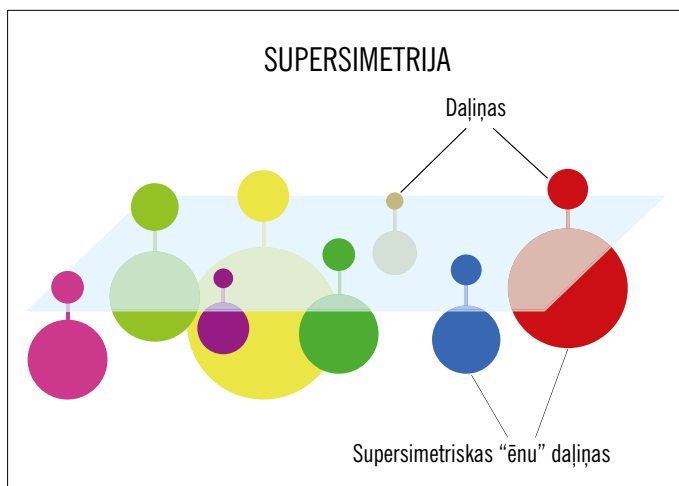
“Pēc kvantu mehānikas, Higgsa bozona masai vajadzētu kāpt līdz vislielākajam iespējamam masu mērogam,” saka Oklahomas Universitātes profesors Hovards Bērs (*Baer*). Tas ir tāpēc, ka kvantu teorijā masa ir daudzu dažādu mijiedarbībā iesaistīto daļiņu devums, un Higgsa lauks, kas rada citu daļiņu masu, veido lielu daļu no šīs mijiedarbības. Taču Higgsa bozona masa nav milzīga, un tas prasa izskaidrojumu.

“Vēl kaut kas būtu jāpieliek milzīgajai negatīvajai vērtībai,

lai līdzsvarotu šo mijiedarbību milzīgo pozitīvo vērtību un iegūtu novēroto vērtību,” saka Bērs. Šī sakritības pakāpe, kas pazīstama kā “smalkās noskaņošanas problēma”, fizikus padara nemierīgus. “Tas ir kā censties spēlēt loterijā. Iespējams, ka tu varētu uzvarēt, bet patiesībā esi gandrīz pārliecināts, ka zaudēsi.”

Ja SUSY daļiņas tiks atrastas noteiktā masas diapazonā, to devums Higgsa masā “dabiski” atrisina šo problēmu, un šis arguments ir par labu supersimetrijas teorijai. Līdz šim Lielais hadronu paātrinātājs nav atradis nevienu SUSY daļiņu “dabiskajā” diapazonā.

Tomēr plašais supersimetrijas skatījums var ietvert vēl lielākas masas SUSY daļiņas, kas var būt un var nebūt atrodamas, izmantojot Lielo hadronu paātrinātāju. Patiesībā, ja dabiskums tiek atmests, SUSY vispār nenodrošina acīmredzamu masu skalu, kas nozīmē, ka SUSY daļiņas var atrasties ārpus masu diapazona, ko iespējams atklāt ar daļiņu paātrinātājiem šeit uz Zemes. Šis apstāklis dažiem kritiķiem uzdzen nelabumu, ja nav acīmredzamas masas skalas, kuru varētu pārbaudīt paātrinātājos, vai SUSY teorija ir nekorekta.

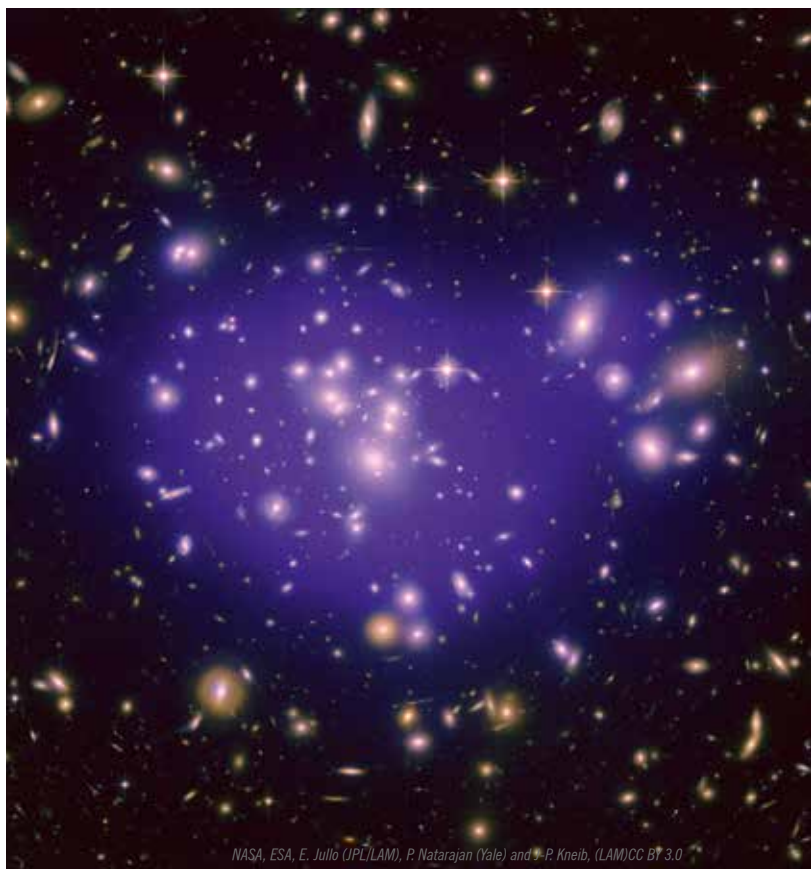


Pēc supersimetrijas idejas, katrai daļiņai jābūt savam supersimetriskajam partnerim, turklāt ar citu dabu, matērijas daļiņai atbilst spēka nesējdaļiņa, un otrādi

Ar līdzīgu problēmu sa-
skaras tumšās matērijas pēt-
nieki. Par spīti spēcīgiem ne-
tiešiem pierādījumiem, kas
liecina par lielu masu, kam
nav mijiedarbības ar jebkādu
gaismu, elementārdaļiņu ek-
sperimentos tumšās matērijas
daļiņas vēl ir jāatrod. Varētu
būt, ka tumšās matērijas daļi-
ņas nav iespējams tieši detek-
tēt. Neliela, bet labi sadzirda-
ma pētnieku grupa apgalvo,
ka mums ir jāapsver alterna-
tīvas gravitācijas teorijas.

Sleitjera, kuras pētījumi
ir saistīti ar tumšās matēri-
jas meklēšanu, kritiku daļē-
ji uzskata par valodas problē-
mu. "Kad jūs sakāt "tumšā
matērija", jums jānošķir tum-
šā matērija kā tāda no kon-
krētām iespējamām tumšās
matērijas izpausmēm," viņa
saka. "Zinātnieku kopiena ne
vienmēr to ir darījusi labi."

Citiem vārdiem sakot, kon-
krēti tumšās matērijas mo-
deļi var rasties un izzust, bet
tumšās matērijas paradigma
kopumā līdz šim ir izturēju-
si visus testus. Taču, kā norā-
da Sleitjera, neviena alterna-
tīvā gravitācijas teorija nevar
izskaidrot visas parādības, kā
to spēj vienkāršs tumšās ma-
tērijas modelis, no galaktiku
uzvedības līdz pat kosmiskā
mikroviļņu fona struktūrai.



NASA, ESA, E. Jullo (JPL/LAM), P. Natarajan (Yale) and P. Kneib, (LAMI)CC BY 3.0

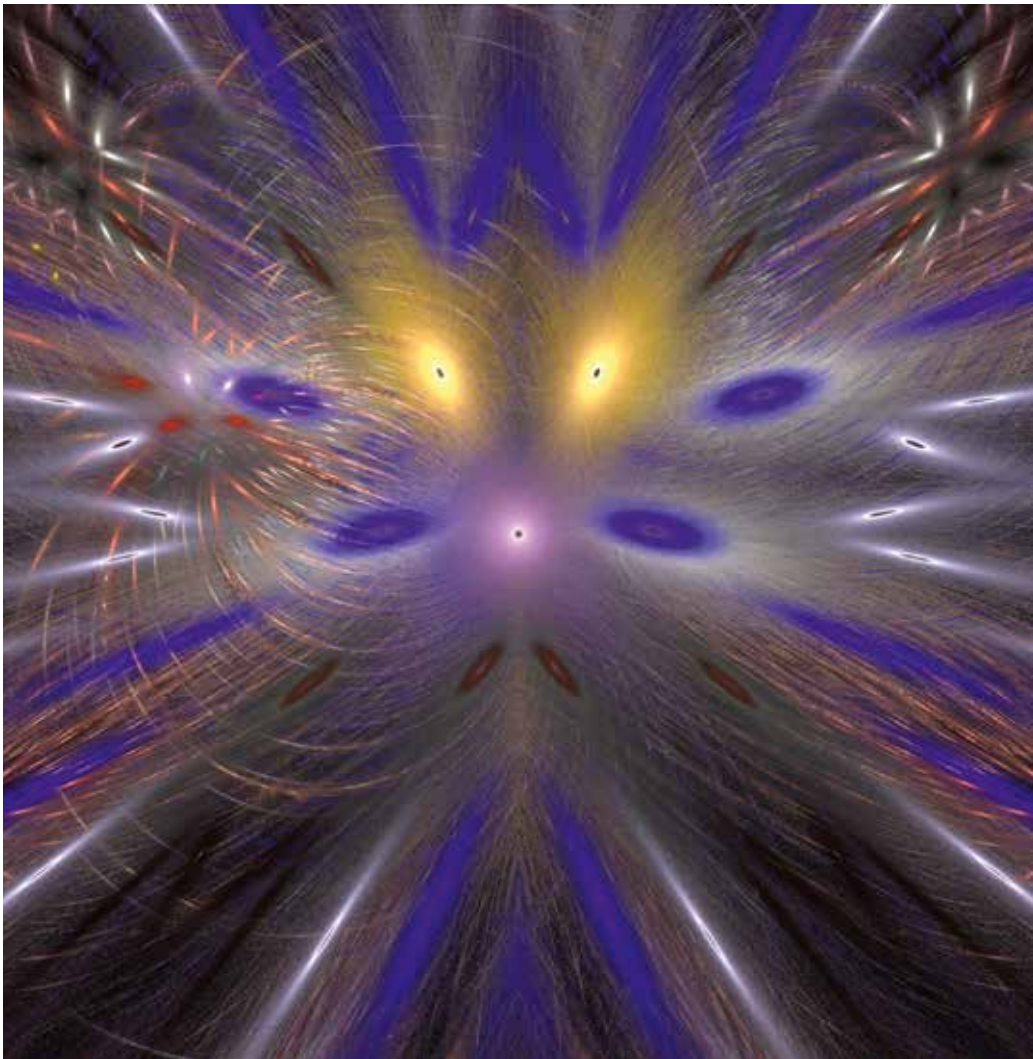
Tumšā matērija galaktiku kopā Abell 1689 nosacīti parādīta zilā krāsā

Preskoda-Veinsteina ap-
galvo, ka mēs esam tālu no
tā, lai pārzinātu visas tum-
šās matērijas iespējamības.
"Kā mēs pierādīsim, ka tum-
šā matērija, ja tāda pastāv,
nemaz nemijiedarbojas ar
Standartmodeļa daļiņām?"

viņa jautā. "Astrofizika vien-
mēr ir kā detektīva spēle.
Kamēr tumšā matērija nav
atrasta laboratorijā, grūti iz-
teikt galīgus apgalvojumus
par tās īpašībām. Bet mēs va-
ram veidot iespējamus va-
riantus, pamatojoties uz to,
ko zinām par tās uzvedību."

Tāpat Bērs uzskata, ka
mēs vēl neesam izsmēluši vi-
sas SUSY iespējas. "Cilvēki
saka, jūs solāt supersimetri-
ju jau 20 vai 30 gadus, bet tā
pamatā bija pārāk optimis-
tiski dabiskuma aprēķini,"
viņš saka. "Es domāju, pareizi

KONKRĒTI TUMŠĀS MATĒRIJAS MODEĻI
VAR RASTIES UN IZZUST, BET TUMŠĀS
MATĒRIJAS PARADIGMA KOPUMĀ LĪDZ ŠIM
IR IZTURĒJUSI VISUS TESTUS.



Hipotētiskā inflācija bija īss mirklis Visuma mūžā, kuras laikā tas palielinājās vismaz 10^{26} reižu

novērtējot dabiskumu, kļūst skaidrs, ka supersimetrija vēl joprojām ir ļoti dabiska. Bet, lai to apstiprinātu, būs nepieciešams vai nu modernizēts Lielais hadronu paātrinātājs ar lielāku enerģiju, vai iecerētais Starptautiskais lineārais paātrinātājs (*International Linear Collider*).”

Ja noliekam malā tumšās matērijas vai SUSY

atspēkojamību, fiziķus bieži vien motivē ikdienišķākas raizes. “Pat ja šie atsevišķie scenāriji principā būtu atspēkojami, cik naudas tas prasītu un cik laika tas aizņemtu?” Sleitjera jautā. Citiem vārdiem sakot, tā vietā, lai mēģinātu apstiprināt vai noliegt SUSY kopumā, fiziķi koncentrējas uz eksperimentiem, ko var veikt noteiktā skaitā budžeta

ciklu. Tas nav romantiski, bet tā diemžēl notiek.

VAI TĀ IR ZINĀTNE? KAS TO IZLEMJ?

Vēsturiski teorijas, kas šķita nepierādāmas, reizēm vienkārši prasīja vairāk laika. Piemēram, 19. gadsimta fiziķis Ludvigs Bolcmanis un viņa kolēģi norādīja, ka daudzus termodinamikas un ķīmijas

NEVIENS ZINOŠS FIZIĶIS VAI ZINĀTŅU FILOZOFIS NEAPGALVOTU, KA VISPĀRĪGĀ RELATIVITĀTES TEORIJA IR NEZINĀTNISKA. TEORIJA IR VEIKSMĪGA TĀPĒC, KA PIETIEKAMI DAUDZ TĀS PROGNOŽU IR PĀRBAUDĀMAS.

procesus var izskaidrot, ja uzskata, ka viss ir veidots no "atomiem", ko mūsdienās mēs saucam par daļiņām, atomiem un molekulām un ko pārvalda Ņūtona fizikas likumi.

Tā kā atomi eksperimentiem nebija pieejami, slaveņi zinātnes filozofi apgalvoja, ka atomu hipotēze principā ir nepārbaudāma un tāpēc nezinātniska. Tomēr atomisti beigās uzvarēja: Džozefs Tomsons demonstrēja elektronu eksistenci, savukārt Alberts Einšteins parādīja, kā ūdens molekulas var likt ziedputekšņu graudiem dejot uz diķa virsmas.

Atomu teorijas vēsture ir piemērs, kā atspēkojamība izrādījās aplams kritērijs. Daudzi citi gadījumi ir sarežģītāki. Piemēram, Einšteina vispārīgā relativitātes teorija ir viena no vislabāk pārbaudītajām teorijām visā zinātnē. Tajā pašā laikā tā ļauj modelēt fizikāli nereālistiskus "visumus", piemēram, "rotējošu" kosmosu, kurā ir iespējama pārvietošanās laikā uz priekšu un atpakaļ, kas ir pretrunā visiem novērojumiem par realitāti, kurā mēs dzīvojam.

Vispārīgā relativitāte prognozē arī lietas, kas nav pārbaudāmas pēc definīcijas, piemēram, to, kā daļiņas pārvietojas melnā cauruma notikumu horizonta iekšienē. Informāciju par šīm trajektorijām eksperimentāli noteikt nav iespējams. Tomēr neviens zinošs fiziķis vai zinātnis filozofs neapgalvotu, ka vispārīgā relativitātes teorija ir nezinātniska. Teorija ir veiksmīga tāpēc, ka pietiekami daudz tās prognožu ir pārbaudāmas.

Inflācijas galvenā īpašība – ārkārtīgi strauja laiktelpas izplešanās niecīgu sekundes daļu pēc Lielā sprādziena – nav pārbaudāma tieši. Kosmologi meklē netiešus pierādījumus par inflāciju, bet galu galā var būt grūti vai neiespējami atšķirt dažādus inflācijas modeļus vienkārši tāpēc, ka zinātnieki nevar iegūt datus. Vai tas nozīmē, ka teorija nav zinātniska?

"Daudziem ir savs viedoklis par kosmisko inflāciju un fizikālo teoriju estētiku vispār," saka Preskoda-Veisteina. Viņa ir gatava uzklaut alternatīvas pārbaudāmas idejas, bet inflācija šobrīd darbojas pietiekami labi, lai to

saglabātu. "Turklāt lielākā daļa kosmologu turpina inflāciju uztvert kā vēlā nēmanu modeli, tāpēc man mazliet jāparausta pleci, kad kāds saka, ka tā nav zinātne."

Šajā sakarā Kalifornijas Tehnoloģiju institūta kosmologs Šons Kerols (*Carroll*) min, ka daudzas ļoti noderīgas teorijas sniedz gan atspēkojamās, gan neatspēkojamās prognozes. Daži aspekti principā var būt pārbaudāmi, bet ne ar eksperimentiem vai novērojumiem, ko mēs varam veikt ar esošo tehnoloģiju. Daudzi elementārdaļiņu fizikas modeļi ietilpst šajā kategorijā, bet tas neliedz fiziķiem tos uzskatīt par noderīgiem. Iespējams, ka SUSY kā koncepcija nav falsificējama, bet daudzi specifiski modeļi tās ietvaros noteikti ir. Visi pierādījumi par tumšās matērijas eksistenci ir netieši, kas nemainīs arī tad, ja laboratorijas eksperimentos nekad netiks atrastas tumšās matērijas daļiņas. Fiziķi pieņem tumšās matērijas jēdzienu, jo tā darbojas.

Sleitjera ir praktiska tumšās matērijas mediece. "Mani interesē ne tikai jautājumi, kas principā ir atspēkojami, bet arī jautājumi, kurus vispār var eksperimentāli pārbaudīt laika posmā, kas ir mazāks par manu mūža ilgumu," viņa saka. Preskoda-Veisteina piekrīt un uzsver, ka prāts jātur atvērts. "Mēs daudz ko nezinām par Visumu, arī par to, kas ir izzināms. Mēs esam ziņkārīga suga, un es domāju, ka mums tādiem vajadzētu palikt." 🌿

HERKULESA zvaigžņu kopa M13

2019. gada 13. februāra naktī, uzņemot 40 kadrus ar 5 minūšu ekspozīciju, Lielzeltiņu observatorijā ir iegūta augstas kvalitātes lodveida zvaigžņu kopas M13 fotogrāfija Herkulesa zvaigznājā. Tā ir iespaidīgākā lodveida zvaigžņu kopa debess ziemeļu puslodē. Herkulesa kopā ir vairāki simti tūkstošu zvaigžņu.

Lai iegūtu attēlu, izmantots teleskops *Astrosib RC360*, montējums *SkyWatcher EQ8* un CCD kamera *Atik 11000color*. Gidēšanai izmantota kamera *ZWO ASI120MM* ar *PHD2* programmatūru. Labākie 36 kadri salikti kopā ar programmatūru *DeepSkyStacker*. Papildus uzņemti 160 kalibrēšanas kadri. Krāsu korekcija veikta ar *Fitstacker*, minimāla pēcapstrāde – ar *Photoshop CC2018*.





Toms Grīnbergs, LU

Jānis Klētnieks 2009. gadā Latvijas Universitātes Zinātnes kafejnīcā "Vajag tikai rakt! Un kāpēc ne Ēģiptē?" stāsta par savu grāmatu

Jānim Klētniekam – 90!

SARUNA AR MŪSU IEVĒROJAMO ĢEODĒZISTU UN
ASTRONOMIJAS GRĀMATU AUTORU

Kā sākās jūsu ceļš astronomijā?

Interese par astronomiju man bijusi jau kopš bērnības. Ar to saistās kāds humoristisks atgadījums. Es dzīvoju savās tēva mājās, lauku saimniecībā Priekuļu pagastā (Jānis Klētnieks dzimis 1929. gada

23. jūnijā Priekuļu pagasta "Vecvanderēs" tēva Mārtiņa un mātes Emmas ģimenē. – Red.). Tā kā tēvs nebija lauksaimnieks, bet dzīvoja Cēsīs un viņam bija savs tirdzniecības uzņēmums, mums saimniecībā bija vasaras kalpotāja. Tā

bija jautra meiča, un reiz viņa man jautāja: "Vai tu, Janci, gribi ieraudzīt zvaigznes?" Es teicu: "Gribu, jā!" Tad viņa man uzmauca paša svārkus galvā un teica: "Skaties caur piedurkni, tad redzēsi zvaigznes." Un tad, žvaukš, ielēja ūdens

šalti iekšā pa piedurkni. Un es šo ūdens šalti [smejas] tiešām redzēju kā tādu Visuma vēstījumu. Tāda bija mana pirmā saskare ar astronomiju. Bet, ja runājam nopietnāk, kanālu novērojumi (analogija ar piedurkni kā kanālu), Senajā Ēģiptē bija labi pazīstami. Tur piramidās bija izveidoti kanāli, pa kuriem raudzīties uz noteiktu debess apgabalu.

Un tālāk – kā izveidojās dzijā-ka saskare ar astronomiju?

Nopietnāk ar astronomiju es saskāros tad, kad mācījos Rīgas 1. vidusskolā, uz kuru pārnācu 1947. gadā. Tajā pašā gadā tika izveidota Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa, kas vecajā Pedagoģijas institūtā Raiņa bulvārī 29 rīkoja sanāksmes. Mūsu vidusskolas fizikas skolotājs ieteica tās apmeklēt. Es aizgāju un ieinteresējos par astronomiju. Jāteic, ka sākumā es neko daudz nezināju. Tolaik pastāvēja sacensība starp diviem astronomiem – Kārli Šteinu, kurš bija teorētiskās astronomijas pārstāvis Latvijas Universitātē, un Jāni Ikaunieku, kurš darbojās Latvijas Zinātņu

akadēmijā. Taču abus vienojošais elements bija biedrības pasākumi.

Astronomijas nozari pamatīgi iekustināja 1957. gads – Starptautiskais ģeofizikas gads (faktiski no 1957. gada 1. jūlija līdz 1958. gada 31. decembrim – Red.). Zinātnieki sprieda, kādā virzienā attīstīt zinātni, vai attīstīt kosmiskos pētījumus, vai ieguldīt okeāna un Zemes dzīļu pētniecībā, ģeofizikā. Pārsvaru guva kosmosa virziens. 1957. gadā es iestājos darbā Latvijas Universitātes Astronomiskajā observatorijā pie Kārļa Šteina, tieši Ģeofizikas gada pētniecības programmā. Tas bija liels pavērsiens manā dzīvē, un es sāku nopietni darboties astronomijā. Laika dienestā iepazīnos ar astronomiskajiem laika noteikšanas paņēmieniem un teorijām, veicu novērojumus. Laika dienests nosaka pareizo laiku un pēta Zemes rotācijas nevienmērību. Brīžiem Zemes rotācijā novērojami nelieli lēcieni, piemēram, kad ziemeļu puslodē uzsnieg sniegs. Rotācijas ātrumu nedaudz maina arī spēcīgas zemestrīces. Mērījumus un pētījumus veicām sadarbībā ar Starptautisko



Starptautiskajam ģeofizikas gadam veltīta PSRS pastmarka

svaru un mēru biroju Francijā. Observatorijā ik divas nedēļas mums bija zinātniskie semināri, kuros visiem jauniešiem līdzstrādniekiem bija jāuzstājas, pēc tam notika diskusijas. Tā bija spēcīga zinātniskā skola, kas veicināja zinātnieku kolektīva attīstību.

Kā zināšanas par astronomiju noderēja turpmākajā dzīvē?

Zināšanas par astronomiju ir noderīgas ikvienam, tāpat kā katram latvietim ir noderīgas zināšanas par tautasdziesmām. Latvieši maz pārzina savu garīgo mantojumu, kas atrodams tautasdziesmās, bet tās vajadzētu lasīt katram. Katru vakaru pirms gulēt iešanas derētu kādu pantīņu izlasīt un mierīgi padomāt, tā ceļot savu latvisko dzīvesziņu. Latvieši ir savā ziņā unikāla tauta. Mēs dzīvojam Eiropas nomalē un salīdzinoši nesam izlauzušies no pagānisma. Pagānisms faktiski ir zemnieka, dabas vērotāja

1957. GADĀ SPRIEDA, KĀDĀ VIRZIENĀ ATTĪSTĪT ZINĀTNI. VAI ATTĪSTĪT KOSMISKOS PĒTĪJUMUS VAI IEGULDĪT OKEĀNA UN ZEMES DZĪĻU PĒTNIECĪBĀ? PĀRSVARU GUA KOSMOSA VIRZIENS.

LATVIJAS PIRMĀS ELEKTRONISKĀS SKAITĻĻŌJAMĀS MAŠĪNAS ATMIŅAS VELTNI IZGATAVOJA INŽENIERIS KĀRLIS CĪRULIS, KURŠ STRĀDĀJA ASTRONOMISKAJĀ OBSERVATORIJĀ.

uzskats. Un pagāni ir spējuši dabas procesiem pielāgoties. Tā ir liela vērtība, kas mums, latviešiem, baltiešiem, ir.

Un te mēs nonākam pie astronomijas, kam ir liela nozīme pasaules uzskata veidošanā.

Interesanta ir Lielā sprādziena teorija, kuras iezīmes, ja gribam, varam saskatīt jau tālā senatnē. Kā teica senie ēģiptieši – pasaule radusies dievišķās gribas un prāta rezultātā. Ir iespējams veidot dažādus

pasaules modeļus, šī nodarbe pazīstama jau kopš Senās Grieķijas laikiem, kad grieķi izveidoja ideju par debesu sfēru griešanas. Pirmajos modeļos pasaules centrā bija Zeme, līdz poļu astronoms Nikolajs Koperniks tās vietā nolika Sauli.

Lūdzu, pastāstiet par astronomisko aprēķinu metodēm, pirms aprēķinus sāka veikt ar datoriem.

Tas bija interesanti. Kad es stažējos Maskavas

Valsts universitātē, lai varētu aprēķināt, piemēram, mazās planētas orbītu, aprēķini bija jāveic ar mehānisko aritmometru, tā saukto "Fēliksu", ar roku griežot kloķi. 1957. gadā no Vācijas Demokrātiskās Republikas saņēmām elektriskos pusautomātiskos aritmometrus.

Un kad astronomi ieguva iespēju izmantot datoru?

1960. gadā Zinātņu akadēmijā tika uzbūvēta pirmā elektroniskā skaitļojamā mašīna Latvijā LM-3. Tai bija liels, cilindrisks magnētiskais atmiņas veltnis, kurā bija iestrādātas punktveida iezīmes. Šo veltni izgatavoja inženieris Kārlis Cīrulis, kurš strādāja Astronomiskajā observatorijā. Viņam bija smags liktenis. Cik zinu, tad 1947. gadā ar zemūdeni no Zviedrijas Kurzemes krastā bija izcelts kāds latvietis, ar kuru viņš bija ticis. Tā kā Cīrulis strādāja radiotehnikas uzņēmumā, kas skaitījās slepena nozare, Valsts drošības komitejas aģenti viņus izsekoja un Cīruli apcietināja. Kādu laiku viņš atradās cietumā Maskavā, bet zinātnieki iestājās par viņu, jo Kārlis Cīrulis bija ļoti prasmīgs meistars. Viņš sāka strādāt kādā konstruktoru birojā un 1956. gadā pārnāca uz Latviju. Un, lūk, viņš pirmajai skaitļošanas mašīnai izgatavoja magnētisko veltni.

Kādas atmiņas jums saistās ar Baldones observatoriju?

Es netiku strādāt Baldones observatorijā, Jānis Ikaunieks



LU Muzeja krājums

Jānis Klētņieks 20. gadsimta septiņdesmitajos gados



Pavadonis *Echo 2* bija milzīgs gaismu atstarojošs balons 41 metru diametrā

mani nepieņēma. Tolaik es biju nedaudz sastrīdējies ar Kārli Šteinu. Biju jauns un nedaudz ambiciozs, stažējies Maskavas Universitātē, praksi izgājis PSRS Zinātņu akadēmijas Galvenajā astronomiskajā observatorijā Pulkovā. Jā, es esmu vienīgais latvietis, kurš ir observējis Pulkovas observatorijas Laika dienestā. Kad atgriezos no Pulkovas, man radās ideja pārbūvēt mūsu pasāžinstrumentu saskaņā ar Pulkovas observatorijas Pavlova skolas metodi, lai varētu veikt precīzākus mērījumus. Šteins teica: “Kas par muļķībām, Klētnieks pārbūvē instrumentu?” Viņš neatļāva man veikt pārbūvi. Tad es gribēju pāriet darbā uz Baldones observatoriju, bet Ikaunieks mani neņēma preti. Būdams aizvainots, iesniedzu dokumentus Rīgas Politehniskajā institūtā. Tā es 1962. gadā kļuju par pasniedzēju

Būvniecības fakultātē. Gribēju turpināt darboties astronomijā, bet tur bija citi projekti, kas bija saistīti ar ģeodēziju.

Bet ģeodēzijā jau arī noderēja astronomijas zināšanas?

Jā, cita starpā saviem studentiem lasīju astronomijas lekcijas, turklāt ģeodēzisti reizēm veic zvaigžņu stāvokļa mērījumus. Vēlāk gan atgriezos pie darba astronomijā. Tas bija tad, kad Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacijā Latvijas Universitātes Botāniskajā dārzā notika

pavadoņu novērojumi. Kārlis Šteins mani uzaicināja strādāt pavadoņu ģeodēzijas projektā sadarbībā ar Vāciju (Potsdamu) un Bulgāriju (Sofiju). Viņš teica: “Kurš tad cits novēros, ja ne Klētnieks.” Bija izveidots triangulācijas trijstūris, kura trešā virsotne bija Rīga. No Potsdamas atveda speciālu pavadoņu kameru-teleskopu, ko bija veidojuši VDR speciālisti. Šo novērojumu mērķis bija precizēt Zemes formu. Rezultātus mēs sūtījām uz Potsdamu, tālāk tie nonāca NASA.

Tā es sāku darboties pavadoņu novērošanas stacijā. No Potsdamas atvestais instruments gan nebija sevišķi veiksmīgs, vēlāk astronoms Māris Ābele uz tā bāzes uztaisīja labāku teleskopu. Novērojām pavadoni *Echo 2*. Diemžēl man neizdevās turpināt pavadoņu novērojumus, jo 1969. gadā, kad man vajadzēja doties stažēties uz Potsdamu, lai pabeigtu zinātņu kandidāta disertāciju, es pēkšņi saslimu. Dabūju sirds infekciju, ko sauc par perikardija iekaisumu. Tas pārvilka svītru manai astronoma karjerai. Pēc divu, trīs gadu slimības atgriezās darbā Rīgas Politehniskajā

”

KAD JĀNIS KLĒTNIEKS VEICA NOVĒROJUMUS ZEMES MĀKSLĪGO PAVADOŅU STACIJĀ, VIŅŪ APSARGĀJA, BAI DOTIES NO INFORMĀCIJAS NOPLŪDES. TĀDA SLEPENĪBA TOREIZ BIJA.



No Ilgona Vilka personīgā arhīva

Jānis Klētnieks 2007. gadā Latvijas skolotāju grupai stāsta par Džosera piramīdu (fonā)

institūtā. Jāatzīst, ka tur mani saudzēja, nedeva lielu mācību slodzi. Un tā es atgriezpos pie ģeodēzijas. Astronomija faktiski tika pamesta, ja neskaita astronomijas lekcijas studentiem un darbošanos Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļā.

Kā bija ar slepenības ievērošanu pavadoņu novērojumus, kad varēja ieraudzīt arī ko tādu, ko kāds varētu negribēt?

Kad sākās pavadoņa *Echo 2* novērojumi, Rīgas Politehniskajā institūtā uz tā saukto 1. daļu, kas atbildēja par drošību un slepenību, nāca vēstules no NASA. Vēstulēs skaitļu veidā bija doti pavadoņa novērošanas laiki un citi dati, nekas daudz

vairāk. Kāds varēja padomāt, ka saņemšu šifrētus ziņojumus. Nezinu, kurš to organizēja, bet, kad es veicu novērojumus pavadoņu stacijā, mani vienmēr apsargāja. Galu galā es 1. daļas vadītājam Puriņam vaicāju: “Kāpēc jūs sūtāt tos ļaudis mani apsargāt?” Viņš teica: “Lai nenozog kādu informāciju.” [Klētnieks smejas.] Tā mani novērošanas laikā apsargāja gan ziemā, gan vasarā. Tāda slepenība toreiz bija.

Pastāstiet par jūsu dzīves periodu, kas saistīts ar Ēģipti.

Tas ir veiksmīgākais manas dzīves periods. Es jau visu laiku tā vai citādi biju saistīts ar astronomiju. Braucot uz Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības

konferencēm, iepazīnos ar astronomijas vēstures pētniekiem. Tā man laimējās iepazīt arī Senās Ēģiptes astronomijas mantojumu. Arī literatūra par šo tēmu bija pieejama pamatā krievu valodā. Reiz es nokļuvu Vidusāzijā, UNESCO organizētā konferencē, kur biju vienīgais pārstāvis no Baltijas. Tur man izdevās aplūkot Vidusāzijas senatnes pieminekļus, kas atrodas Buhārā un Samarkandā. Astronomijas vēsture man ārkārtīgi iepatikās.

Kad 2001. gadā arhitekts Bruno Delāns Latvijā rosināja sākt arheoloģiskos pētījumus Ēģiptē, iesaistījos arī es. Veicām Karnakas tempļa un Džosera piramīdas izpētes darbus, kuros es izmantoju savu pieredzi ģeodēziskajā uzņēmīšanā un stereofotogrammetrijā. Ekspedīcijas darbu un savu skatījumu uz seno ēģiptiešu astronomiju aprakstīju grāmatā “Mūžības valdnieki”, kas iznāca 2008. gadā.

Noslēgumā gribu izstāstīt kādu interesantu atgadījumu. Buhārā bija izpostīts templis. Es iegāju tempļa drupās, bet pēkšņi no drupām parādījās kāds vīrs un teica: “Neej tālāk.” Izrādījās, ka turpat, vienu soli tālāk, smiltīs gulēja saritinājusies gjurza, kas ir gandrīz tikpat indīga kā kobra. Es ar to vīru aprunājos un teicu, ka Baltijā arī mēs cenšamies savas senatnes vērtības glabāt zem drupām un smiltīm, citādi tās tiek iznīcinātas. Tas vīrs bija senā tempļa sargs. Viņa pienākums bija sargāt šo svēto vietu, un viņš izglāba arī mani. 🍀

13. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

1. ZONDE CHANG'E 4 UZ MĒNESS

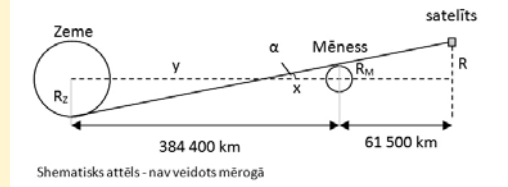
Uzzīmējot situāciju, redzams, ka attālumš no Zemes līdz Mēnesim sadalās divos nogriežņos x un y , kas ir proporcionāli Mēness un Zemes rādiusam (skatīt attēlu).

Lai noteiktu pavadoņa orbītas rādiusu, jāatrisina šāda vienādojumu sistēma:

$$\begin{cases} x + y = d_{ZM} \\ \frac{x}{y} = \frac{R_Z}{R_M} \end{cases}$$

Mēnesim tuvākais nogrieznis ir vienāds ar

$$x = \frac{d_{ZM} \cdot R_M}{R_M + R_Z} = \frac{384400 \cdot 1737}{1737 + 6371} = 82351 \text{ km}$$



Leņķis, kurā no dalījuma punktiem redzams Mēness rādiuss, ir vienāds ar

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R_M}{x} = \frac{R}{x + d}$$

Orbītas rādiuss ir vienāds ar

$$R = \frac{R_M(x + d)}{x} = \frac{1737 \cdot (82351 + 61500)}{82351} = 3034 \text{ km}$$

2. KOSMISKĀ KUĢA LIDOJUMS UZ MARSU

Kosmiskā kuģa orbītas lielā pusass

$a_k = (a_Z + a_M)/2$, kur a_Z un a_M ir attiecīgi Zemes un Marsa orbītas lielā pusass. Kosmiskā kuģa lidojuma ilgums ir vienāds ar pusi no kuģa apriņķošanas perioda T_k , jo kuģis lidoja tikai vienā virzienā (uz Marsu). Saskaņā ar trešo Keplera likumu $T_k^2 \sim a_k^3$. Tāpat no trešā Keplera likuma izriet, ka $(T_M/T_Z)^2 = (a_M/a_Z)^3$ un $(T_M/T_Z)^2 = (a_M/a_Z)^3$, kur T_Z ir Zemes apriņķošanas periods, T_M – Marsa apriņķošanas periods, a_Z – Zemes orbītas lielā pusass, a_M – Marsa orbītas lielā pusass. Izsakot kuģa orbītas periodu caur

kuģa orbītas lielo pusasi, saistot kuģa orbītas lielo pusasi ar abu planētu orbītu lielajām pusasiem un izsakot Marsa orbītas lielo pusasi caur Zemes orbītas lielo pusasi, iegūst, ka kuģa apriņķošanas periods ir vienāds ar

$$\begin{aligned} T_k &= T_Z \left(\frac{a_k}{a_Z} \right)^{3/2} = T_Z \left(\frac{a_Z + a_M}{2a_Z} \right)^{3/2} = T_Z \left(\frac{1}{2} \left(1 + \frac{a_M}{a_Z} \right) \right)^{3/2} = \\ &= T_Z \left(\frac{1}{2} \left(1 + \left(\frac{a_Z T_M}{a_Z T_Z} \right)^{2/3} \right) \right)^{3/2} = T_Z \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{T_M}{T_Z} \right)^{2/3} \right)^{3/2} \approx 1,42 \cdot T_Z \\ &\approx 518 \text{ dienas.} \end{aligned}$$

Tātad kosmiskā kuģa lidojuma ilgums bija aptuveni 259 dienas (8,5 mēneši).

3. AREOSTACIONĀRAIS PAVADOŅIS ORBĪTĀ AP MARSU

Lai pārietu no eliptiskas orbītas uz riņķveida, kosmiskajam aparātam ir jāizmaina savs ātrums par $v_i = v_p - v_s$, kur v_s ir tā ātrums areostacionārā (riņķveida) orbītā. Ja kosmiskais aparāts ap planētu kustas pa riņķveida orbītu, uz to darbojas centrālās spēks $F_c = ma$, kur m – pavadoņa masa, a – centrālās spēka paātrinājums. Centrālās spēka paātrinājumu apraksta šāda mehānikas formula:

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2},$$

kur R – orbītas rādiuss, T – apriņķošanas periods.

Uz pavadoņi darbojas arī gravitācijas spēks

$$F_g = \frac{GM_M m}{R^2}.$$

Attiecībā pret pavadoņi šie spēki ir līdzsvarā, t. i., $F_c = F_g$, no kurienes iegūstam pavadoņa areostacionārās orbītas rādiusu

$$R = \sqrt{\frac{GM_M T_M^2}{4\pi^2}} = 20425 \text{ km.}$$

$$\text{Pavadoņa ātrums šajā orbītā } v_s = \frac{2\pi R}{T_M} = 1448 \text{ m/s.}$$

Lai kosmiskais aparāts, eliptiskās orbītas pericentrā pārejojot riņķveida orbītā, varētu izmainīt ātrumu par $v_i = 552 \text{ m/s}$, tam ir jāsadēdzina degvielas daudzums, kura masa $m_i = m_s - m_b$, kur m_b ir kosmiskā aparāta masa pēc manevra veikšanas. Ātruma un degvielas izmaiņas saista formula

$$v_i = -v_g \ln \frac{m_s}{m_b},$$

no kuras iegūst pavadoņa masu pēc manevra veikšanas:

$$m_b = m_s e^{v_i/v_g} = 2450 \text{ kg.}$$

Latvijas 47. atklātā skolēnu astronomijas OLIMPIĀDE



Olimpiādes otrās kārtas dalībnieki Latvijas Universitātes Zinātņu mājā

Latvijas 47. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde norisinājās 2019. gada 9. un 13. aprīlī. To organizēja Latvijas Astronomijas biedrība (LAB), Latvijas Universitātes (LU) Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte sadarbībā ar SIA *Omicron* (interneta veikalu www.ieskaties.lv) un žurnālu "Zvaigžņotā Debess".

Olimpiādes pirmajā kārtā tiešsaistē piedalījās 97 skolēni. Dalībnieki pārstāvēja mācību iestādes no Cēsim, Daugavpils, Jēkabpils, Lielvārdes, Rēzeknes, Pumpuriem, Rīgas, Skrīveriem un Valmieras. Visvairāk dalībnieku – 26 – olimpiādes pirmajā kārtā bija no Rēzeknes Mākslas un dizaina vidusskolas.

Pirmajā kārtā olimpiādes dalībnieki risināja piecus uzdevumus, kuru tematika bija saistīta ar Saules sistēmu un tās objektiem, Saules un Mēness aptumsumiem, Mēness izpēti, kā arī udeņraža stāvokļiem kosmosā. Līderpozīcijā pēc pirmās kārtas izvirzījās Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolnieks Eduards

Butāns, iegūstot 41 punktu no 50 iespējamiem. Otrajā vietā ar 40 punktiem ierindojās Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases skolnieks Rūdolfs Ulmanis, trešo vietu ar 39 punktiem dalīja Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas 12. klases audzēkņi Kristofers Ermiņš un Reinis Mitenbergs.

Uz olimpiādes otro, klātienes kārtu, kas pirmo reizi norisinājās Latvijas Universitātes Zinātņu mājā, tika aicināti 35 skolēni, kuri bija uzrādījuši labākos rezultātus pirmajā kārtā. Bez Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas audzēkņiem otrajā kārtā piedalījās arī RTU Inženierzinātņu vidusskolas, Āgenskalna Valsts ģimnāzijas, Rīgas 64. vidusskolas, Rīgas 75. vidusskolas, Draudzīgā Aicinājuma Cēsu Valsts ģimnāzijas, Cēsu 1. pamatskolas, Daugavpils Valsts ģimnāzijas, Austrumlatvijas Tehnoloģiju vidusskolas, Rēzeknes Valsts poļu ģimnāzijas, Rēzeknes tehnikuma, Rēzeknes 4. vidusskolas un Rēzeknes 5. vidusskolas skolēni. Šajā kārtā, kas tika rīkota viktorīnas formātā, dalībnieki atbildēja uz dažādiem ar astronomiju saistītiem jautājumiem, pareizo atbildžu variantu izvēlei izmantojot balsošanas pulstis. Otrās kārtas noslēdzošo posmu sasniedza pieci skolēni, no kuriem nobeigumā visvairāk punktu (44) ieguva RTU Inženierzinātņu vidusskolas 10. klases skolnieks Toms Cerbulis. Ar 38 punktiem sekoja RTU Inženierzinātņu vidusskolas 11. klases skolnieks Mihails Štolcs,



Olimpiādes uzvarētājs Toms Cerbulis (pirmais no kreisās) un godalgoto vietu ieguvēji

33 punktus ieguva Rēzeknes 5. vidusskolas 12. klases skolniece Līga Pentjuša.

Kopvērtējumā par olimpiādes uzvarētāju, iegūstot 76 punktus, kļuva Toms Cerbulis. Otrajā vietā ar 72 punktiem ierindojās Mihails Štolcs, trešajā vietā ar 68 punktiem – Draudzīgā Aicinājuma Cēsu Valsts ģimnāzijas 11. klases skolnieks Matīss Platācis. Atzinība tika izteikta Līgai Pentjušai, kura ieguva 63 punktus.

Noslēgumā olimpiādes godalgoto vietu ieguvēji saņēma LAB diplomus, "Zvaigžņotās Debess" numurus un citas

olimpiādes organizatoru sarūpētās balvas. Toms Cerbulis saņēma arī galveno balvu no SIA *Omicron* – 70 milimetru refraktoru *Sky Watcher*.

Informācija par Latvijas 47. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi ir pieejama LAB mājaslapas www.lab.lv sadaļā "Olimpiādes". Šajā pašā sadaļā būs atrodama informācija arī par nākamo Latvijas 48. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi, kas tiks rīkota 2020. gada pavasarī. Visus olimpiādes uzdevumus ar atrisinājumiem iespējams atrast vietnē skolas.lu.lv. 🏹

*Kristaps Kemlers*

Latviešu astrofotogrāfa sapnis – NAMĪBIJA?

Kādā Latvijai tipiskā tumšā un lietainā 2016. gada novembra vakarā pētīju laika prognozes ar cerību, ka kaut kad taču noskaidrosies. Tomēr pat visoptimistiskākā laika prognoze nedeķa nekādu cerību, ka varēšu doties manai sirdij tik tuvajā nodarbē – fotografēt zvaigžņoto

debesi. Un tā pāiet kārtējais rudens, kārtējais gads... Astrofotogrāfijai piemērotajā tumšajā sezonā, kad netraucē

arī Mēness, Latvijā vidēji ir apmēram 10 skaidras nakts. Ņemot vērā to, ka viena kvalitatīva kosmosa dziļu attēla

”
KĀ PIEMĒROTĀKO IZVĒLĒJOS NAMĪBIJU,
KAM KLĀT NĀK SKAISTS BONUSS –
DIENVIDU PUSLODES DEBESIS!

tapšanai nepieciešama vismaz viena nakts un gandrīz vienmēr gadās arī kāda tehniska nianse, ķibebe, aizķeršanās vai patraucē gaisa turbulence, ziemeļblāzma vai kāds mākonītis, kas nozog vēl kādu no tām 10 naktīm, sapratu, ka jārikojas. Tā es sāku meklējumus interneta plašumos – kurp būtu iespējams doties ar astrofotogrāfiju saistītā ceļojumā? Svarīgākie vietas izvēles kritēriji bija: augsta varbūtība, ka naktis būs skaidras; nav gaismas piesārņojuma, un debesis ir patiešām tumšas; ir iespējams izīrēt kvalitatīvu aprīkojumu (statīvu, teleskopu); saprātīgas izmaksas. Izsverot šos kritērijus, kā piemērotāko izvēlējos Namībiju, kam klāt nāk skaists bonus – dienviņu puslodes debesis!

IZVĒLE – NAMĪBIJA

Tuksnešainā valsts, Namībijas Republika, par kuru līdz šim biju dzirdējis pavisam nedaudz, atrodas lielā Āfrikas kontinenta dienvidos. Valstī dzīvo aptuveni 2,6 miljoni iedzīvotāju, tās galvaspilsēta ir Vindhuka, oficiālā valoda – angļu. Protams, ceļojums uz Āfriku man šķita gana neprognozējams un ļoti tāls. Pirmajā brīdī bija daudz neskaidru jautājumu, kas saistījās ar medijos gūto informāciju par bruņotiem konfliktiem, dažādām slimībām un mežonīgiem dzīvniekiem šā kontinenta valstīs. Jāatzīst, Āfrika ir patiešām liela, tajā ir 54 valstis! Manuprāt, visu bailu cēlonis ir nezināšana. Izmantojot komunikāciju sociālajos tīklos

ASTROFOTOGRAFĒŠANAI NAMĪBIJĀ JĀSĀK GATAVOTIES VISMAZ GADU IEPRIEKŠ, JO IZĪRĒJAMĀ APRĪKOJUMA UN NAKTSMĪTŅU SKAITS IR IEROBEŽOTS, BET BRAUKT GRIBĒTĀJU IR DAUDZ.

ar cilvēkiem, kuri tur ir bijuši, drīz vien izdevās noskaidrot, ka iecerētais ceļojums uz Namībiju ir saprātīgi drošs.

Namībijā ir tikai divi gadalaiki – vasara un ziema. Astrofotogrāfijai vispiemērotākā ir tieši ziema, kas ilgst no aprīļa līdz septembrim. Ziemas mēnešos Namībijā ir neparasti sauss gaiss. Gaisa mitrums ir 5–15% robežās. Dienā gaiss ir patīkami silts, ap +25 °C, savukārt naktīs temperatūra nokrītas no 0 līdz -5 °C. Tā kā nokrišņi ir teju vai neiespējami, gandrīz visu valsti ziemā pārņem izkaltušas zāles un krūmu ainalva. Cik man zināms, Namībijā

ir trīs fermas jeb viesu nami, kas izīrē aprīkojumu astrofotogrāfijai. Vasaras mēnešos te audzē dārzeņus un labību, nodarbojas ar lopkopību. Savukārt ziemas mēnešos to saimniekiem izdodas veiksmīgi izmantot skaidrās naktis un piesaistīt tūristus, tādējādi nopelnot arī ziemā, kad ārā nekas neaug un ir ārkārtīgi sauss. Lasot atsauksmes internetā, izvēlējos fermu ar nosaukumu *Kiripotib*. Lai rezervētu vietu konkrētā fermā ziemā, tas jādara vismaz gadu iepriekš, jo izīrējamā aprīkojuma un naktsmītņu skaits ir ierobežots, bet braukt gribētāju ir daudz. Rezervējot

Kristaps Kemlers



Novērojumu platformas *Kiripotib* fermā

laiku, noteikti jāņem vērā arī Mēness fāzes, lai neaizbrauktu turp pilnmēness naktīs.

Lai nokļūtu Namībijā, izmantoju tiešo avioreisu no Frankfurtes pie Mainas lidostas. Transportu no lidostas uz fermu organizē fermas pārstāvis. Lai arī lielākajai daļai Eiropas valstu ir bezvīzu režīms ar Namībiju, Latvijas iedzīvotājiem vīza ir nepieciešama, un tās izgatavošana var ilgt līdz sešām nedēļām. Tāpat vēlams vakcinēties pret A un B hepatītu un difteriju. Malārijas odu šajā Āfrikas daļā nav, un profilakses pasākumi nav nepieciešami. Lai arī gaiss ir ārkārtīgi sauss, naktis ir visai vēsas, tāpēc vajadzīgs silts ziemas apģērbs. Savukārt dienas ir patīkami siltas, un pilnīgi droši var staigāt šortos. Noteikti nepieciešams kāds

ādu mitrinošs krēms, jo gaiss tuksnesī patiešām ir ļoti sauss.

DEVĪNAS NAKTIS ZEM DIENVĪDU DEBESĪM

2018. gada 5. septembrī pēc rūpīgas divu gadu plānošanas un gaidīšanas beidzot piepildīju savu sapni par zvaigznēm zem dienvīdu debesīm Āfrikā. Kalahari tuksnesī, Namībijā, pavadīju deviņas naktis, kuru laikā guvu neaizmirstamus iespaidus par mūsu Piena Ceļa galaktikas līdz šim neredzēto daļu (Kristapa Kemlera iegūtā Piena Ceļa fotogrāfija publicēta atvērumā *Zvaigžņotās Debess 2019.* gada pavasara numurā. – Red.). Pirmajās naktīs pasakainā sajūta par gandrīz neticamo skatu uz Galaktikas centru mijās ar nelielu nezināšanas un baīļu adrenalīna devu. Vai tiešām

tumsā tuvumā nav neviena “kaķīša”, kurš izsalcis grib nogaršot manu, nupat galaktiski apgaroto, ķermeni? Tagad atminoties, atliek pasmaidīt. Fakts, ka Āfrikā arī tuksnesī dzīvo daudzi un dažādi plēsēji, nemitīgi šaudās prāta dziļēs un, atrodoties tumsā vienam, liek būt bailīgi modram un uzmanīgam. Lai gan, kā vēlāk uzzināju no vietējiem iedzīvotājiem, cilvēks visiem zvēriem esot vislielākais bieds.

Kā patīkams “glābiņš” no naksnīgajām pārdomām bija tas, ka ārā nebiju viens. Ik pa brīdim satiku vēl kādu no divpadsmit sarkano galvas lukturīšu nēsātājiem, astrofotogrāfiem no visas pasaules, kuri gluži kā jāntārpiņi mirgoja un darbojās savās novērojumu platformās līdz ar mani. Jāpiemin, ka satikt cilvēkus, kuri tikpat kaislīgi dara to pašu, ko tu, ir ļoti jautri un izglītojoši. Varēju aprunāties par tehniskiem izaicinājumiem un problēmām, apskatīt dažādus teleskopus, attēlu kameras, pārrunāt datu apstrādes programmas. Bija iespēja ielūkoties 16 collu (40 cm) Dobsona teleskopā uz dažādiem dienvīdu debesu kosmosa objektiem. Kopējās sajūtas bija gluži kā tādā sirsnīgā “astroparty”, kas turpinājās deviņu nakšu garumā.

Katru vakaru īsi pēc saulrieta rietumu pusē visus sagaidīja nepieredzēti spožā Venera. Tā spīdēja tik spoži, ka cilvēki, tuksneša krūmi un ēkas meta ēnu. Līdz ar Veneru savu uznācienu pie-teica arī skaidri saskatāma



Kristaps Kemlers

Teleskops un cita aparatūra novērojumu paviljonā



Augšā no kreisās – Lielais Magelāna Mākonis un Mazais Magelāna Mākonis.
Violetais plankums lejā Piena Ceļā ir Kuģa Kīļa etas miglājs

Kristaps Kemlers

GALAKTIKAS CENTRA VĒROŠANA PIENA CEĻĀ PAŠĀ DEBESU ZENĪTĀ IR KAUT KAS NEAPRAKSTĀMS UN NEIZSTĀSTĀMS. TAS JĀREDZ KATRAM PAŠAM.



Uz Piena Ceļa fona pa kreisi – Lagūnas miglājs M8, pa labi – trīsdalīgais miglājs M20. Spožā zvaigzne ir Saturns

un izteikta zodiakālā gaisma, kas gluži kā virziena rādītājs norādīja uz patiesā krāšņuma centru pašā zenītā – maģisko Galaktikas centru.

Galaktikas centra vērošana Piena Ceļā pašā debesu zenītā ir kaut kas neaprakstāms un neizstāstāms. Tas jāredz katram pašam. Uz neskaitāmi daudzo zvaigžņu gaismas fona īpaši telpiski kļūst tumšie starpzvaigžņu mākoņi. Uzmanīgi vērojot, Piena Ceļa gaisma pat rada izplūdušu gaismēnas efektu uz ēkām un citiem telpiskiem objektiem.

Ja pēc vairāku minūšu vērošanas augšup ar pavertu muti vēl bija par maz, tad pēc tam dienvidos majestātiski uz “skatuves” parādījās Mazais Magelāna Mākonis, kam drīz vien sekoja arī tā lielais brālis – Lielais Magelāna Mākonis.

Nakts gaitā ar lielu interesi vēroju daudzos neredzētos zvaigznājus, kā arī uzjautrinājos par zināmajiem, kas redzami ačgārni. Sietiņš vai Orions, kas atradās “kājām gaisā”, nevarēja atstāt vienaldzīgu. Nakts noslēdzās ar Kuģa Kļiņas etas miglāja uznācienu, kam pavisam drīz sekoja zodiakālā gaisma austrumu pusē.

No astrofotogrāfa skatupunkta jāpiemin, ka debesu caurspīdība Namībijā, manuprāt, ir daudz lielāka nekā Latvijā. Viens no iemesliem ir tas, ka vieta, no kuras veicu novērojumus, atradās 1360 metru virs jūras līmeņa. Izšķirtspēja, pēc maniem mērījumiem, bija labāka nekā Latvijā, kaut arī gaisa masu kustības un vēja brāzmu dēļ FWHM vidēji bija ap 2,4 loka sekundēm. FWHM, no angļu valodas *full width at half maximum*, raksturo funkciju, pēc kuras izvērtējot zvaigznes signāla profilu var raksturot fotogrāfijā iegūstamo izšķirtspēju.

KO ASTRONOMI DARA DIENĀ?

Ne tikai zvaigžņotā debess, arī Āfrikas daba ir maģiski citāda. Vienīgi zvirbulji tur ir tādi paši! Viss pārējais, ko dienas laikā pieredzēju īsajās epizodēs starp astrofotogrāfijas naktīm un atpūtas

TE IR IESPĒJAMS NODOTIES SAVAM HOBIJAM NO VISAS SIRDS, NERAIZĒJOTIES PAR LIETUS MĀKOŅIEM UN GAISMAS PIESĀRŅOJUMU.



Kristaps Nemlers

Dzelteniemi ziediem ziedošie krūmi un sausā zāle kontrastē ar spilgti zilajām debesīm



Kristaps Nemlers

Antilopju bariņš dodas pāri ceļam



Kristaps Nemlers

Surikats pūkaino asti izmanto kā saulesargu

pēc tām, bija patiesi neierasts un skaists. Septembris šeit, Namībijā, ir kā agrs pavasaris. Visapkārt plešas izteikti dzeltena, sausa zāle, nelieli krūmi, kas zied maziem ziediņiem, termītu mājojklī un Marsa virsmai līdzīgā krāsā krāsota augsne. Tas viss kontrastē ar dzidri zilām debesīm fonā. Redzēju daudz mazo putnu un visu diennakti aktīvus surikatus, kuri visai komiskā veidā asti izmantoja kā saulesargu, bet naktīs biedēja novērotājus. Šur tur klīda savdabīgi inteligēntas skudras, kuras spēja diezgan apziņāti mani uzlūkot un kā tādi mazītiņi sunīši skraidīja līdzī. Paveicās arī redzēt lielākus dzīvniekus un papildināt jau tā spilgtos iespaidus.

Vai Namībija ir latviešu astrofotogrāfa sapnis? Personīgi man – jā! Tā ir vieta, kur iespējams nodoties savam hobijsam no visas sirds, neraizējoties par lietūs mākoņiem, gaismas piesārņojumu un rasu uz aparatūras. Protams, vienmēr ir iespēja, ka parādīsies kādi mākoņi, bet mākoņu un skaidrā laika proporcija ir apgriezta tam, ko vērojam Latvijā. Man paveicās, un visas deviņas naktis bija nevainojami skaidras. Naksnīgās debesis ir bagātīgas ar lieliem košiem miglājiem, eksotiskām galaktikām un elpu aizraujošām zvaigžņu kopām. To visu papildina Āfrikas tuksneša daba un sirsniņo astronomijas entuziastu sabiedrība. Kāpēc gan lai tas nebūtu viens lielisks sapnis? Turklāt sapnis, kuru iespējams piepildīt. 🦊



Ziemeļblāzma Burtniekos 2015. gada 17. martā

Jānis Šatrovskis

Rudens – ZIEMEĻBLĀZMU LAIKS

KĀPĒC ZIEMEĻBLĀZMĀM “PATĪK” RUDENS EKVINOKCIJAS LAIKS, UN
KĀDAS IR PROGNOZES ŠIM RUDENIM?

TEHNOĻIJU IETEKME

20. gadsimtā un arī 21. gadsimta sākumā ziņas par ziemeļblāzmas redzamību Latvijā bija ļoti trūcīgas. Šķita, ka ziemeļblāzma Latvijā redzama gauži reti. Bet pēdējos gados situācija ir radikāli

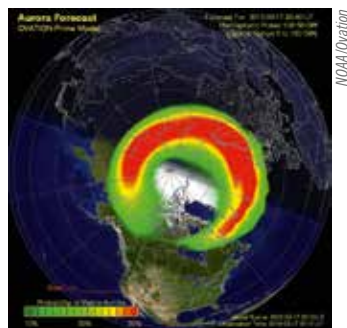
mainījusies, *aurora borealis* ir biežs sociālo tīklu un citu mediju temats. Vai ziemeļblāzmas ir kļuvušas biežākas? Nē, atbilde meklējama modernajās tehnoloģijās. Pirmām kārtām tīmekļa vietnēs, no kurām, iespējams, populārākā

ir www.spaceweather.com, un mobilo ierīču lietotnēs ir pieejamas ziņas par planetāro ģeomagnētisko indeksu K_p , kas labi raksturo iespēju ieraudzīt ziemeļblāzmu. Turpat bieži atrodama arī magnētisko polu apņemošā

AR PACIETĪBU, ATVĒLOT GULĒŠANAI MAZ LAIKA, ZIEMEĻBLĀZMU LATVIJĀ IR IESPĒJAMS NOVĒROT SAMĒRĀ BIEŽI.

ziemeļblāzmu gredzena vizualizācija. Atliek vienīgi pārbaudīt, vai gredzens ir tik plašs, ka sniedzas līdz Baltijai. Dažā lietotņu iespējams izvēlēties automātisku paziņojumu, kas pabrīdina par K_p indeksa pieaugumu. Tad var doties ārā un raudzīties uz ziemeļu pusi, vai pamalē nav redzams bāls spīdums. Bet ja cilvēks nav tik liels ziemeļblāzmu interese, lai sekotu K_p indeksam? Tad jāpaļaujas uz sociālajiem tīkliem. Atliek pie debesīm parādīties ziemeļblāzmai, un ziņa par to izplatās tviterī, feisbukā un citur.

Trešā tehnoloģija, kas ir "atbildīga" par biežākiem ziemeļblāzmu novērojumiem, ir digitālie fotoaparāti, kuru jutība pēdējā laikā ir ļoti augusi. Pat ar vienkāršu fotoaparātu, kuram iespējams iestatīt dažas sekundes ilgu ekspozīcijas laiku, ar aci redzamā bālā spīduma vietā var nofotografēt koši zaļu loku, kam bieži vien pāri klājas sarkana cepure. Ar šādu foto jau var palepoties sociālajos tīklos. Sava loma ir arī cilvēcisķajam faktoram. Ziemeļblāzmu novērošanas entuziasts Jānis Šatrovskis parādīja, ka ar pacietību, atvēlot gulēšanai maz

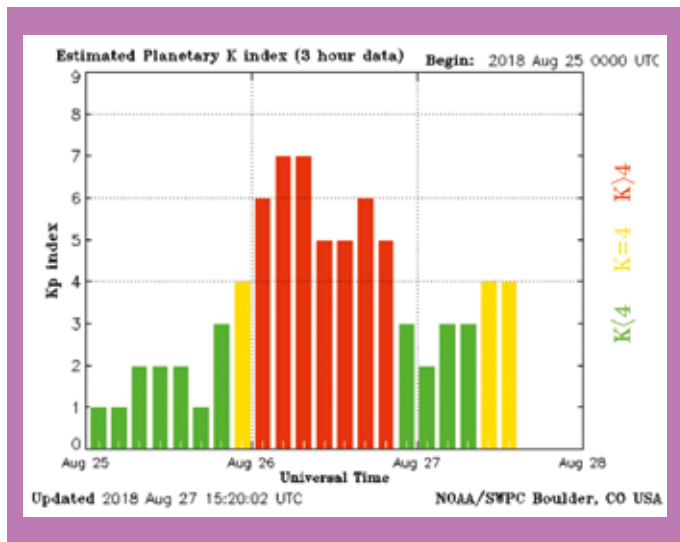


Ziemeļblāzmu izplatības gredzens 2015. gada 17. martā, kad debesīs bija novērojama krāšņa gaismu spēle

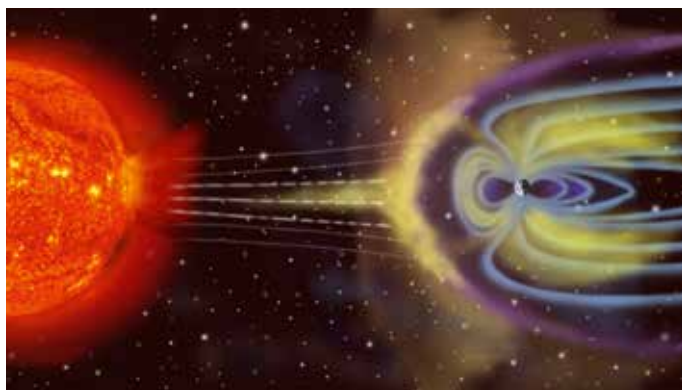
laika, Latvijā šo skaisto parādību ir iespējams novērot samērā bieži. Laikposmā no 2011. līdz 2015. gadam viņš ir novērojis 48 ziemeļblāzmas, vidēji 10 reizes gadā (par viņa pieredzi lasiet Jāņa Šatrovskā rakstu "Ziemeļblāzmmologa piezīmes" *Zvaigžņotās Debess* 2018./2019. gada ziemas numurā).

CIK BIEŽI REDZAMA ZIEMEĻBLĀZMA?

Cik bieži Latvijā teorētiski iespējams redzēt ziemeļblāzmu? Lai ziemeļblāzmu gredzens izplestos līdz mūsu valsts robežām un parādība būtu garantēti redzama, nepieciešams, lai K_p būtu vismaz 6. Taču pieredze rāda, ka arī tad, kad $K_p = 5$, ziemeļblāzma bieži vien ir novērojama. Kā norāda Jānis Šatrovskis, un tas saskan arī ar autora pieredzi, reizēm ziemeļblāzma redzama jau tad, kad $K_p = 4$, bet citreiz, kad $K_p = 5$, tā Latvijā nav saskatāma. Šādās situācijās jāņem vērā starpplanētu magnētiskā lauka komponente B_z , par



Ģeomagnētiskā indeksa K_p izmaiņas trīs dienu laikā 2018. gada augustā. Ar sarkanu iezīmēta ģeomagnētiskā vētra



Saules vējš un Zemes magnetosfēra. Parādīts, kā Saules vēja daļiņas nonāk Zemes polu apkaimē

Dienu skaits 2011.–2018. gadā, kad K_p sasniedzis norādīto vērtību.

Gads	$K_p = 5$	$K_p = 6$	$K_p = 7$	$K_p = 8$	Summa
2011	15	11	3	2	31
2012	21	13	2	0	36
2013	18	5	1	0	24
2014	20	5	1	0	26
2015	44	19	5	3	71
2016	47	19	4	0	70
2017	42	16	2	1	61
2018	21	6	1	0	28
Vidēji	29	12	2	1	43



Cik lielai jābūt K_p indeksa vērtībai dažādās Eiropas vietās, lai varētu novērot ziemeļblāzmu

MASS kuru datus var atrast vietnē www.spaceweather.com un citur. Ja tās vērtība ir negatīva (vērsta uz dienvidiem), tad Saules vēja iedarbība uz Zemes magnetosfēru ir spēcīgāka un ziemeļblāzmas varbūtība ir lielāka.

K_p indekss, kas raksturo Zemes magnētiskā lauka intensitātes svārstības, var būt robežās no 0 līdz 9. Ja magnētiskā lauka svārstības ir lielas ($K_p = 5$ vai vairāk), tad to sauc par ģeomagnētisko vētru. Ģeomagnētiskās vētras ar $K_p = 9$ pēdējos astoņos gados nav bijis, bet $K_p = 8$ reģistrēts sešas reizes – divas reizes 2011. gadā, trīs reizes – 2015. gadā, tostarp 17. martā, kad krāšņu ziemeļblāzmu redzēja daudzi Latvijas iedzīvotāji, un vienu reizi 2017. gadā.

Ziņas par ģeomagnētiskā indeksa vēsturiskajām vērtībām atrodamas ASV Okeānu un atmosfēras aģentūras (NOAA) arhīvā. Tās analizējot, iegūstam šādu ainu. Pēdējos astoņos gados K_p indekss vērtību 5 ir sasniedzis vidēji 29 dienas gadā, $K_p = 6$ – 12 dienas gadā, $K_p = 7$ – 2 dienas gadā, bet $K_p = 8$ sasniedzis vidēji tikai 1 dienu gadā (skatīt tabulu). Kopumā tās ir aptuveni 43 reizes gadā, kad teorētiski pie mums varētu redzēt ziemeļblāzmu.

Taču jāņem vērā vairāki faktori. Dažkārt K_p indekss sasniedz maksimumu dienas laikā, kad ziemeļblāzmu redzēt nevar. Bet galvenais traucēklis ir laikapstākļi. Ja debesis ir apmākušās, ziemeļblāzmas

spīdums nespēj izlauzties cauri. Novērojumi nav iespējami arī gaišajās vasaras naktīs. Kā rāda Jāņa Šatrovska novērojumu statistika, ziemeļblāzmu redzamības sezona beidzas aprīlī un atsākas augusta vidū.

Trīs gadi – 2015., 2016. un 2017. gads, kas sekoja Saules aktivitātes maksimumam 2014. gadā – neapšaubāmi bija “ziemeļblāzmu gadi”,

kad ģeomagnētisko vētru bija daudz un tās bija pietiekami spēcīgas. Tas labi atbilst pētījumiem, ka spēcīgākās ģeomagnētiskās vētras notiek Saules maksimuma laikā un trīs gadus pēc tam.

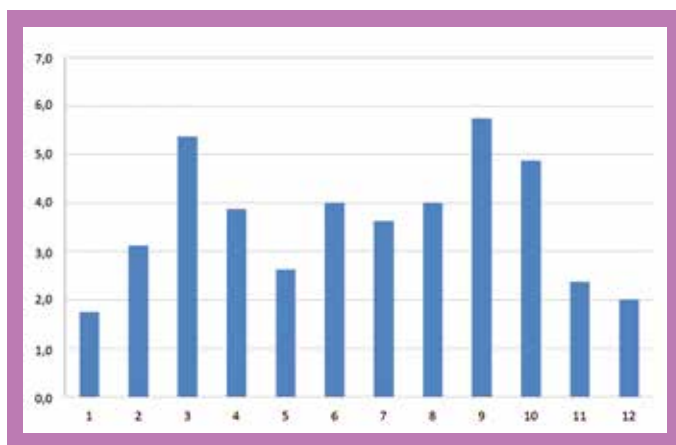
ZIEMEĻBLĀZMĀM “PATĪK” EKVINOKCIJA

Ne visos mēnešos ir līdzvērtīgas iespējas novērot šo skaisto

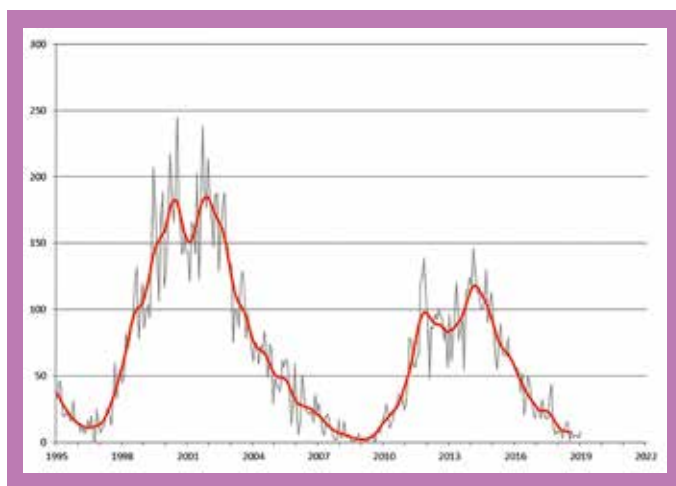
atmosfēras parādību. Izrādās, ka ziemeļblāzma “mīl” pavasara un rudens ekvinokcijas laiku. Apskatot grafiku, redzam, ka tiešām pēdējos astoņos gados K_p lielāks par 4 visbiežāk bijis septembrī (rudens ekvinokcija). Seko marts (pavasara ekvinokcija), pēc tam – oktobris. Latvijā visefektīvākās ziemeļblāzmas 21. gadsimtā redzētas martā un septembrī, oktobrī.

Kāpēc tā? Šajos laika periodos Zemes un tās magnētiskā apvalka (magnetosfēras) novietojums attiecībā pret starpplanētu magnētisko lauku ir tāds, ka noteiktos apstākļos “atveras durvis” no Saules izsviesto lādēto daļiņu vieglākai iekļūšanai Zemes magnetosfērā. Ja starpplanētu magnētiskā lauka B_z komponente, kas šajā laikā ir aptuveni paralēla Zemes magnētiskajai asij, vērsta uz dienvidiem, pretēji Zemes magnētiskā lauka vērsumam, abi magnētiskie lauki saskares punktā daļēji dzēš viens otru. Pat neliels daļiņu plūsmas pieaugums izraisa ģeomagnētisko vētru.

Zemes magnetosfērā cirkulē “savas” lādētās daļiņas – protoni un elektroni. Kad Saules lādēto daļiņu (Saules vēja) mākonis “trāpa” Zemes magnetosfērai, magnetosfēras daļiņas traucas lejup un saduras ar gāzu atomiem atmosfēras augšējos slāņos aptuveni 90–150 kilometru augstumā. Papildu enerģiju ieguvušie gāzu atomi pēc tam izstaro dažādas krāsas gaismu, ko mēs novērojam kā ziemeļblāzmu.



Mēneši, kuros biežāk redzama ziemeļblāzma. 2011.–2018. gada dati. Uz vertikālās ass – vidējais dienu skaits, kad attiecīgajā mēnesī K_p lielāks par 4



Saules aktivitātes izmaiņas pēdējos divos aktivitātes ciklos. Uz vertikālās ass – Volfa skaitlis, kas raksturo aktivitātes līmeni



NASA/AR

2012-06-03 17:45:08 UT

Plazma Saules koronālajā caurumā ir vēsāka (tumšāka) un mazāk blīva. No šejienes plūst straujāks Saules vējš. Uzņēmums izdarīts ultravioletajā gaismā

PROGNOZE RUDENIM

Cik krāšņas ziemeļblāzmas gaidāmas 2019. gada rudenī? Jāsaprot, ka pēdējos gados Saules aktivitāte ir samazinājusies un pašlaik tuvojas minimumam. 2018. gadā 221 dienu (61%) uz Saules nebija neviena plankuma. Tā kā plankumu skaits ir cieši saistīts ar Saules aktivitātes līmeni, arī hromosfēras uzliesmojumu un koronālo izvirdumu bija maz. Šādos “mierīgās Saules” gados lielāka nozīme ir koronālajiem caurumiem, kuros Saules magnētiskā lauka līnijas

nemet cilpas, bet vērstas prom no Saules. Saules vēja daļiņas samērā brīvi pārvietojas gar šīm līnijām, tādējādi Saules vēja ātrums no koronālajiem caurumiem ir apmēram divas reizes lielāks nekā vidēji un spēj izraisīt ģeomagnētiskās vētras. Tas nozīmē, ka šajā rudenī pavisam bez ziemeļblāzmām nepaliksim. Sekojiet K_p indeksa vērtībai! 🌩

Šis pārstrādātais raksts balstās uz autora publikāciju elektroniskajā žurnālā Terra 2.0: <https://www.lu.lv/terra2/raksti/t/25310/>

ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ BIEŽI IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI

au – astronomiskā vienība,
astronomical unit

ELT – Ārkārtīgi lielais teleskops,
Extremely Large Telescope

ESA – Eiropas Kosmosa aģentūra,
European Space Agency

ESO – Eiropas Dienvidu
observatorija, *European Southern
Observatory*

HST – Habla kosmiskais teleskops,
Hubble Space Telescope

IAU – Starptautiskā Astronomijas
savienība, *International
Astronomical Union*

ISS – Starptautiskā kosmosa
stacija, *International Space Station*

ly – gaismas gads, *light year*

LU – Latvijas Universitāte

NASA – ASV Aeronautikas
un kosmosa administrācija,
*National Aeronautics and
Space Administration*

pc – parseks, *parsec*

VLBI – Ļoti garas bāzes
interferometrija, *Very-long-baseline
interferometry*

VLT – Ļoti lielais teleskops,
Very Large Telescope

VSRC – Ventspils Starptautiskais
radioastronomijas centrs

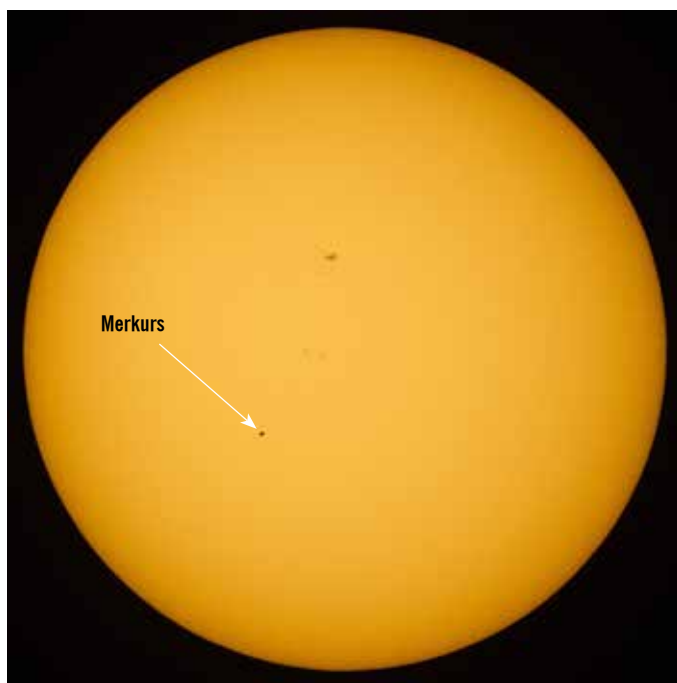
ZvD – žurnāls *Zvaigžnotā Debess*

MERKURS uz Saules diska!

2019. GADA 11. NOVEMBRĪ MERKURS ŠĶĒRSO SAULES DISKU.
KĀ NOVĒROT ŠO SAMĒRĀ RETO PARĀDĪBU?

Domājams, ka daudziem vēl ir atmiņā Veneras pāriešana Saules diskam 2012. gadā. Tā kā nākamais Veneras tranzīts būs tikai 2117. gadā, atliek pārslēgties uz Merkura pāriešanas novērojumiem, kas notiek biežāk – 13–14 reizes gadsimtā. Iepriekšējā Merkura pāriešanas reize bija 2016. gada 9. maijā, nākamā jāgaida līdz 2032. gada 13. novembrim. 2019. gada 11. novembrī pāriešana sāksies pulksten 14:35, kad Merkurs parādīsies Saules diska kreisajā pusē un divu minūšu laikā uzies uz diska. Pāriešanas viduspunkts pulksten 17:20, kad Merkurs atradīsies samērā tuvu Saules diska centram, vairs nav novērojams, jo Saule Rīgā riet pulksten 16:19. Visu tranzīta laiku Saule atradīsies zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē.

Novērot pāriešanu caur Saules aptumsuma brillēm ar neapbruņotu aci neizdosies, jo Merkurs ir par mazu, tā redzamais diametrs būs tikai 10 loka sekundes. Lai



Merkura pāriešana Saules diskam 2016. gadā

ieraudzītu Merkuru, var projicēt Saules attēlu caur binokli vai tālskati uz balta ekrāna, tomēr detalizētiem novērojumiem nepieciešams teleskops ar speciālu alumīnizētu Saules filtru. Šādu filtru iespējams nopirkt arī vietējos teleskopu interneta veikalos. Pārlicinieties, ka filtrs

ir droši piestiprināts pie teleskopa un nenokritīs tajā brīdī, kad kāds lūkojas okulārā. Kad Saule atradīsies pie paša horizonta, tad, visdrīzāk, filtru vairs nevajadzēs, un ar garfokusa fotoobjektīvu būs iespējams iegūt izteiksmīgos Saules attēlus ar mazo Merkura punktiņu uz tās. 🦋

DEBESS SPĪDEKLĪ 2019. gada rudeni



Zvaigznāji, kas redzami rudens vakaros debess dienvidu pusē



Šogad rudens ekvinox brīdis būs 23. septembrī plkst. 10^h50^m. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), un sāksies astronomiskais rudens. Vēl Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm.

Ziemas saulgrieži 2019. gadā būs 22. decembrī plkst. 6^h19^m. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♉), beigsies astronomiskais rudens, un sāksies astronomiskā ziema.

Pāreja no vasaras laika uz joslas laiku notiks naktī no 26. uz 27. oktobri.

Rudēnos Latvijā skaidrs laiks ir diezgan reti. Tomēr tajās reizēs, kad tas ir, zvaigžņotā debess atstāj diezgan lielu iespaidu, sevišķi tad, ja zvaigznes var vērot laukos, kur netaucē elektriskais apgaismojums. Ogmelnajās debesīs tad ir redzami gandrīz visi iespējamie spīdekļi, Piena Ceļa joslu ieskaitot. Tāpēc viegli var rasties izjūtas par Visuma bezgalību un mūžību. Ne velti rudens ir laiks, kas pats par sevi vedina uz filozofiskām un garīgām pārdomām.

Rudens debesīs visvairāk izceļas Pegaza un Andromedas zvaigžņu veidotais kvadrāts. Tāpēc tieši šos zvaigznājus

var uzskatīt par raksturīgākiem rudens zvaigznājiem, lai arī tajos nav spožāku zvaigžņu par +2^m zvaigžņlielumu. Arī Auna, Trijstūra, Zivju, Vaļa, Mazā Zirga un Ūdensvīra zvaigznājos nav spožu zvaigžņu. Vienīgi Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts ir pirmā zvaigžņlieluma zvaigzne. Tomēr tā pie mums pat augšējā kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā 3°).

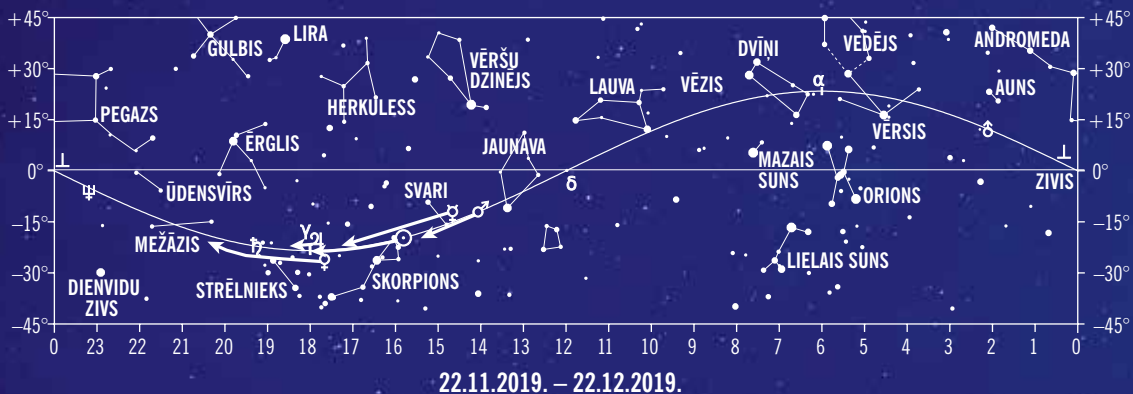
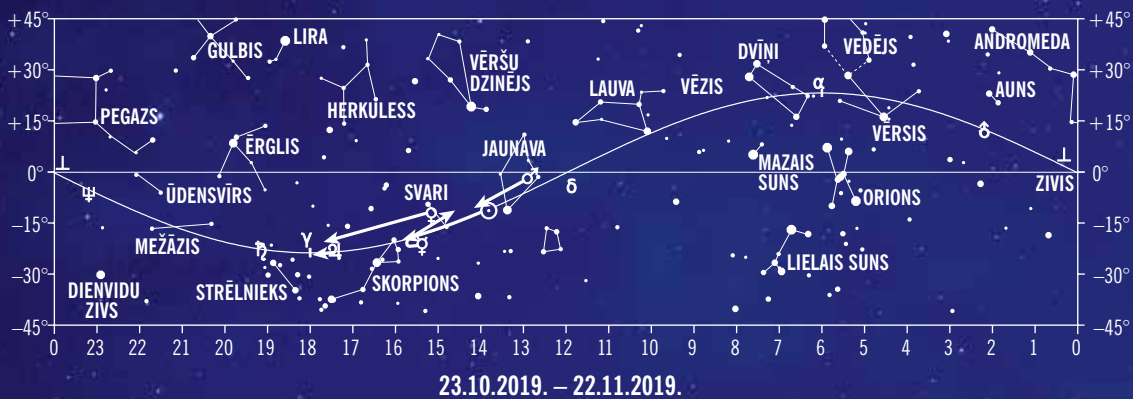
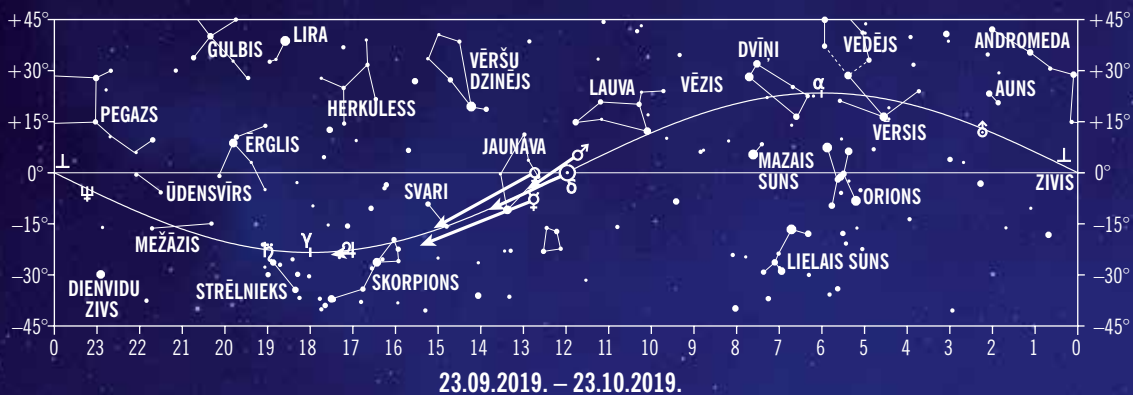
Andromedas zvaigznājā atrodas slavenais Andromedas miglājs (M31). To iespējams saskatīt pat ar neapbruņotu aci. Līdzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā.

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

PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkuram** būs diezgan liela elongācija. 20. oktobrī tas nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (25°). Tomēr Merkura novērošana septembra beigū un oktobra vakaros tik un tā nebūs

ANDROMEDAS ZVAIGZNĀJĀ ATRODAS SLAVENĀIS ANDROMEDAS MIGLĀJS (M31). TO IESPĒJAMS SASKATĪT PAT AR NEAPBRUŅOTU ACI.



Saules un planētu šķietamais ceļš 2019. gada rudenī

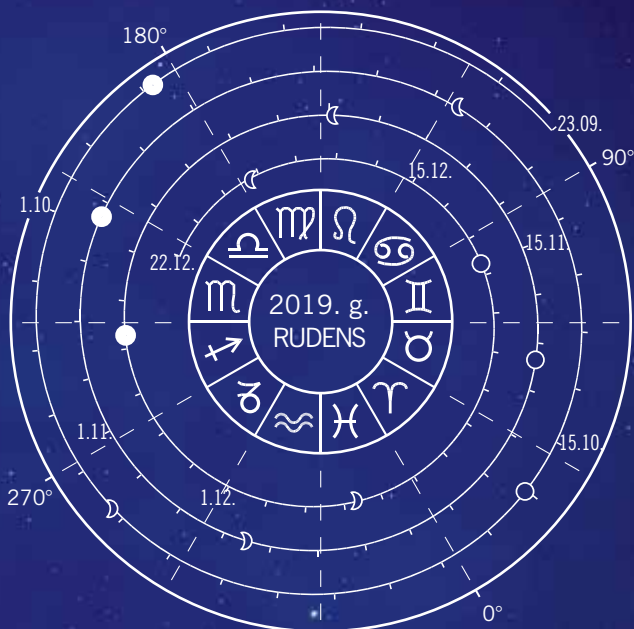


Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs

☉ – Saule – sākuma punkts 23.09. 0^h,
beigu punkts 22.12. 0^h (Šie momenti
attiecas arī uz planētām; simbolu
novietojums atbilst sākuma punktam).

- ♀ – Merkurs
- ♂ – Marss
- ♄ – Saturns
- ♆ – Neptūns
- ♀ – Venera
- ♃ – Jupiters
- ♅ – Urāns

1 – 31. oktobris 18^h
2 – 20. novembris 21^h



Mēness kustība zodiaka zīmēs

Mēness kustības treka iedaļa ir
viena diennakts.

- Jauns Mēness: 28. septembrī 21^h26^m
28. oktobrī 5^h38^m
26. novembrī 17^h06^m
- ☾ Pirmais ceturksnis: 5. oktobrī 19^h47^m
4. novembrī 12^h23^m
4. decembrī 8^h58^m
- Pilns Mēness: 14. oktobrī 0^h08^m
12. novembrī 15^h34^m
12. decembrī 7^h12^m
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 21. oktobrī 15^h39^m
19. novembrī 23^h11^m
19. decembrī 6^h57^m

iespējama, tas rietēs drīz pēc Saules rieta. 11. novembrī Merkurs nonāks apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī gandrīz visu novembri tas nebūs redzams. Tomēr jau 28. novembrī Merkurs atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (20°). Tāpēc apmēram no 20. novembra un līdz 10. decembrim to varēs mēģināt ieraudzīt rītos, neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, dienvidaustrumos. Pēc tam līdz pat astronomiskā rudens beigām Merkurs vairs nebūs novērojams. 30. septembrī plkst. 5^h Mēness paies garām 5° uz augšu, 29. oktobrī plkst. 19^h 6° uz augšu un 25. novembrī plkst. 5^h 1° uz augšu no Merkura.

Visu rudeni **Veneras** austrumu elongācija pieaugs. Tomēr, tā kā tās deklinācija līdz pat novembra beigām samazināsies, tad lielāko rudens daļu tā nebūs redzama. Tikai decembra sākumā tā kļūs novērojama vakaros, neilgi pēc Saules rieta, zemu pie horizonta, dienvidrietumu pusē. Tās spožums būs -3^m,9. Pašās rudens beigās Veneras elongācija būs jau 32°, un tā rietēs vairāk nekā divas stundas pēc Saules. Veneras spožums tad pieaugs līdz -4^m,0. 29. septembrī plkst. 18^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 29. oktobrī plkst. 17^h 3° uz augšu

un 28. novembrī plkst. 20^h 1° uz augšu no Veneras.

Rudens sākumā un oktobra pirmajā pusē **Marsam** būs maza rietumu elongācija. Tāpēc šajā laikā tas nebūs redzams. Oktobra otrajā pusē tas kļūs redzams no rītiem īsu brīdi pirms Saules lēkta. Tā spožums būs +1^m,8, un tas atradīsies Jaunavas zvaigznājā. Novembrī Marss lēks vairāk nekā divas stundas pirms Saules. Decembra sākumā Marss pāries uz Svaru zvaigznāju, kur arī paliks līdz pat astronomiskā rudens beigām. Tad redzamības apstākļi būs līdzīgi kā iepriekš, vienīgi vēl apmēram par vienu stundu palielināsies rīta redzamības intervāls. 28. septembrī plkst. 6^h Mēness paies garām 3° uz augšu, 26. oktobrī plkst. 22^h 3° uz augšu un 24. novembrī plkst. 13^h 3° uz augšu no Marsa.

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiteris** būs novērojams neilgi pēc Saules rieta, zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums rudens sākumā būs -2^m,1. Novembra pirmajā pusē Jupiteru vēl varēs mēģināt ieraudzīt tūlīt pēc Saules rieta. Pēc tam, līdz pat astronomiskā rudens beigām, tas vairs nebūs novērojams. Līdz novembra vidum Jupiteris atradīsies Čūskneša zvaigznājā, pēc tam – Strēlnieka

zvaigznājā. 3. oktobrī plkst. 23^h Mēness paies garām 1° uz augšu, 31. oktobrī plkst. 16^h 0,5° uz augšu, un 28. novembrī plkst. 12^h Mēness aizklās Jupiteru.

Pašā rudens sākumā un oktobrī **Saturns** būs novērojams apmēram 4 stundas pēc Saules rieta, zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +0^m,5. Novembrī Saturna redzamības intervāls vakaros samazināsies līdz 3 stundām un decembrī vēl apmēram par vienu stundu. Visu šo laiku Saturns atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. 5. oktobrī plkst. 23^h Mēness paies garām 1° uz leju, 2. novembrī plkst. 9^h 1,5° uz leju un 29. novembrī plkst. 23^h 2° uz leju no Saturna.

Rudens sākumā, oktobrī un novembrī **Urāns** būs labi novērojams gandrīz visu nakti, jo 28. oktobrī atradīsies opozīcijā. Tā spožums šajā laikā būs +5^m,7. Decembrī tas būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Visu šo laiku Urāns atradīsies Auna zvaigznājā, tuvu robežai ar Zivju un Vaļa zvaigznājiem. Lai to saskatītu, nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte. 15. oktobrī plkst. 5^h Mēness paies garām 5° uz leju, 11. novembrī plkst. 9^h 5° uz leju un 8. decembrī plkst. 15^h 5° uz leju no Urāna.

Mēness aizklāj planētas un spožākās zvaigznes

Datums	Objekts	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
19.10.2019.	ζ Tau	3 ^m ,0	3 ^h 59 ^m	4 ^h 46 ^m	52°–54°	75%
20.10.2019.	δ Gem (Vasats)	3 ^m ,5	22 ^h 18 ^m	23 ^h 08 ^m	1°–5°	57%
16.11.2019.	η Gem (Propuss)	3 ^m ,5	0 ^h 05 ^m	0 ^h 48 ^m	43°–48°	88%
16.11.2019.	μ Gem (Tejats)	2 ^m ,9	4 ^h 07 ^m	5 ^h 18 ^m	54°–48°	87%
28.11.2019.	Jupiters	–1 ^m ,7	11 ^h 58 ^m	12 ^h 51 ^m	6°–9°	4%

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

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 28. septembrī plkst. 5^h; 26. oktobrī plkst. 13^h; 23. novembrī plkst. 9^h; 18. decembrī plkst. 22^h.
Apogejā: 10. oktobrī plkst. 21^h; 7. novembrī plkst. 10^h; 5. decembrī plkst. 5^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs

24. septembrī 12^h20^m Lauvā (♌)
26. septembrī 13^h37^m Jaunavā (♍)
28. septembrī 13^h04^m Svaros (♎)
30. septembrī 12^h42^m Skorpionā (♏)
2. oktobrī 14^h45^m Strēlniekā (♐)
4. oktobrī 20^h44^m Mežāzī (♑)
7. oktobrī 6^h43^m Ūdensvīrā (♒)
9. oktobrī 19^h05^m Zivīs (♓)
12. oktobrī 7^h46^m Aunā (♈)
14. oktobrī 19^h24^m Vērsī (♉)
17. oktobrī 5^h31^m Dvīņos (♊)
19. oktobrī 13^h43^m Vēzī (♋)
21. oktobrī 19^h29^m Lauvā

23. oktobrī 22^h30^m Jaunavā
25. oktobrī 23^h20^m Svaros
27. oktobrī 22^h30^m Skorpionā
29. oktobrī 23^h59^m Strēlniekā
1. novembrī 4^h39^m Mežāzī
3. novembrī 13^h20^m Ūdensvīrā
6. novembrī 1^h08^m Zivīs
8. novembrī 13^h49^m Aunā
11. novembrī 1^h18^m Vērsī
13. novembrī 10^h46^m Dvīņos
15. novembrī 18^h16^m Vēzī
17. novembrī 23^h58^m Lauvā
20. novembrī 3^h55^m Jaunavā
22. novembrī 6^h20^m Svaros
24. novembrī 7^h59^m Skorpionā
26. novembrī 10^h12^m Strēlniekā
28. novembrī 14^h33^m Mežāzī
30. novembrī 22^h14^m Ūdensvīrā
3. decembrī 9^h11^m Zivīs
5. decembrī 21^h45^m Aunā
8. decembrī 9^h30^m Vērsī
10. decembrī 18^h47^m Dvīņos
13. decembrī 1^h24^m Vēzī
15. decembrī 5^h57^m Lauvā
17. decembrī 9^h17^m Jaunavā
19. decembrī 12^h05^m Svaros
21. decembrī 14^h58^m Skorpionā

METEORI

1. Drakonīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz

10. oktobrim. Maksimums 2019. gadā gaidāms naktī no 8. uz 9. oktobri. Plūsma ir mainīga, un tās intensitāti ir grūti prognozēt.

2. Orionīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2019. gadā gaidāms 22. oktobrī, kad stundas laikā var būt novērojami apmēram 20 meteori.

3. Leonīdas. Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 6. līdz 30. novembrim. 2019. gadā maksimums gaidāms 18. novembrī. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru intensitāti, apmēram 10–20 meteori stundā.

4. Geminīdas. Pieskaitāmas pie aktīvākajām un stabilākajām plūsmām. Tās meteori novērojami no 4. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms 14. decembrī, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā. Novērojumus gan stipri traucēs spožais Mēness. 🌙

LAI NENOKAVĒTU astronomisku notikumu



SkyWiki galvenā izvēlne. Ekrāntvērums



Debess karte gaišajā režīmā. Ekrāntvērums

Lietotni *SkyWiki* nebiju īpaši meklējis, bet uzinstalēju to pēc kāda ieteikuma internetā. Un tiešām – ir vērts izmēģināt, lai saprastu, vai tā varētu kļūt par jūsu palīgu, sekojot astronomiskiem notikumiem. Mūsdienīgi veidotā lietotāju saskarne piedāvā vairākas samērā atšķirīgas lietas. Tajā ir kompass, astronomijas ziņu

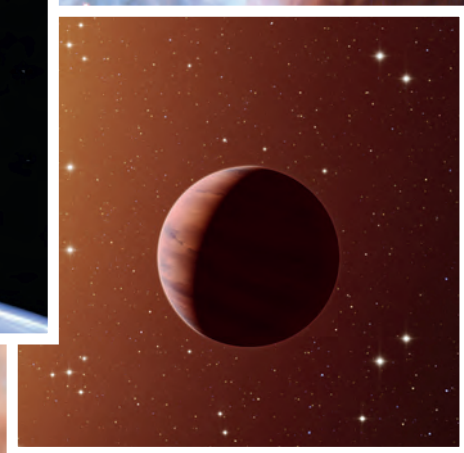
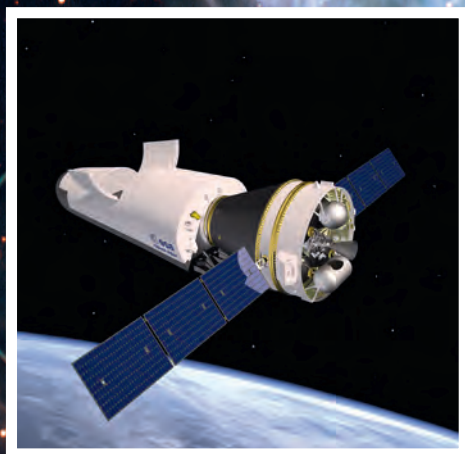
apkopojums, vairāku avotu astronomiskie dienas foto. Tomēr noderīgākās ir trīs citas lietas: pirmkārt, uztverami veidota redzamās debess karte izvēlētai dienai un laikam; otrkārt, planētu, Saules un Mēness redzamības laiki; treškārt, saraksts ar gaidāmajiem astronomiskajiem notikumiem, kurus var uzreiz ielikt telefona kalendārā. Tādējādi

telefons īstajā brīdī atgādinās par kādu konjunkciju, Mēness fāzi vai meteoru plūsmas maksimumu. Līdzīgi citām astronomijas lietotnēm arī šo var ieslēgt nakts jeb sarkani melnā režīmā. Netipiska, bet noderīga iespēja ir debess kartes skata saglabāšana attēla faila veidā.

SkyWiki ir bezmaksas, veidota *Android* operētājsistēmai. 🐦

ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!



ABONĒ LATVIJAS PASTA NODALĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV
INDEKSS ABONĒŠANAI LATVIJAS PASTĀ: 2214

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ
2020. gada abonementa cena 9,00 EUR