

Zvaigžņotā 2018/19 ZIEMA

DEBĒSS

**POLĀRBLĀZMAS
VILINĀJUMS**
Ziemeļblāzmologa
piezīmes

OMUAMUA
komēta vai
citplanētiešu
Saules bura?

Ko varam secināt no
RAKETES SOJUZ
AVĀRIJAS

**PIRMO REIZI
IESKĀTS
PLANĒTAS
DZIMŠANĀ**

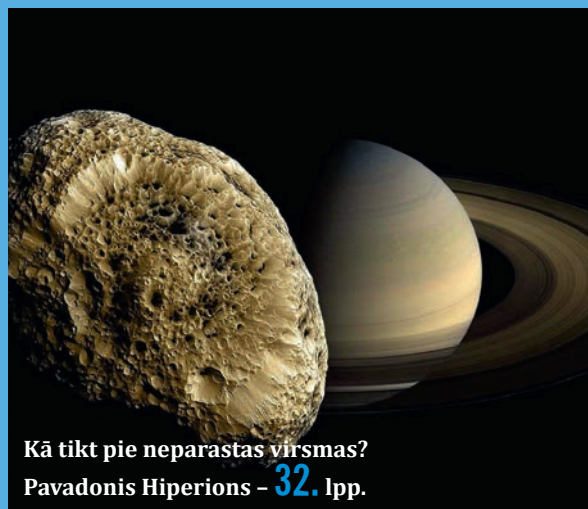
Izdevējs



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**



Milzīgi melnie caurumi
agrīnajā Visumā – **6.** lpp.



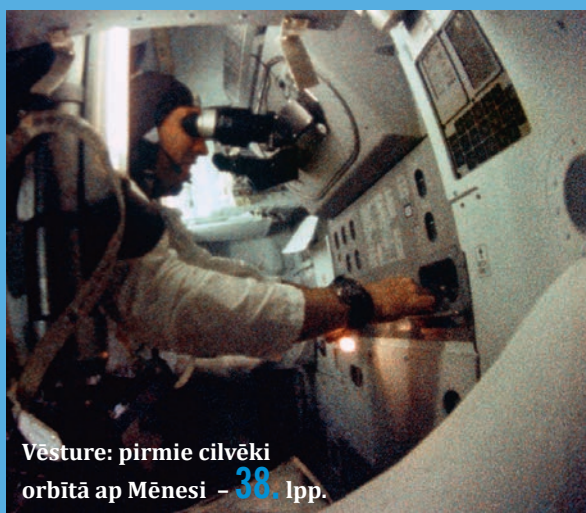
Kā tikt pie neparastas virsmas?
Pavadonis Hiperions – **32.** lpp.



ASV atkal būs savi pilotējamie
kosmosa kuģi – **18.** lpp.



Zonde ceļā uz Sauli
un citi jaunumi – **26.** lpp.



Vēsture: pirmie cilvēki
orbītā ap Mēnesi – **38.** lpp.



Starspace fotokonkursa
rezultāti – **56.** lpp.

Izdevējs:



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Dibinātājs: Latvijas Zinātņu akadēmijas
Astrofizikas laboratorija (1958).

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

Redakcijas kolēģija:

Galvenais redaktors *Dr. paed.* Ilgonis Vilks, galvenā redaktora vietnieks *Dr. sc. comp.* Mārtiņš Gills, Anna Gintere, *PhD* Jānis Jaunbergs, *Mg. sc. comp.* Raitis Misa, Guna Spurava, Ventš Zvaigzne, *Dr. hab. phys.* Juris Žagars

Maketētāja:

Ieva Tiltiņa

Literārais redaktors:

Oskars Lapsiņš

Žurnāla sagatavotājs:

Latvijas Universitātes
Akadēmiskais apgāds
Tālrunis: 67034889
E-pasts: apgads@lu.lv

Iespiedējs:

SIA Latgales drukā

Interneta resursi:

www.astr.lu.lv/zvd/
www.lu.lv/zvd/

Digitālais arhīvs:

<http://ejuz.lv/zvd>

Uz 1. vāka: Zvaigžņu riņķojums ap debess dienvidpolu virs Ātakamas Lielā milimetru radioteleskopa. *ESO/B. Tafreshi*

Uz 4. vāka: Simulācija parāda, kā Piena Ceļa galaktikas supermasīvajā melnajā caurumā krīt starpzvaigžņu gāze. *ESO/Gravity Consortium/L. Calçada*

SATURS

ATKLĀJUMI

Bet ja Omuamua ir Saules bura? 2

Mārtiņš Gills

Ieskats planētas dzimšanā 4

Mārtiņš Gills

VISUMA IZPĒTE

Visuma agrinās evolūcijas mīklas 6

Ilgonis Vilks

Galaktiku aktīvo kodolu izpēte 12

Kurts Švarcs

KOSMISKIE LIDOJUMI

"Padarīsim Ameriku atkal diženu" 18

Raitis Misa

Raketes Sojuz avārija plašākā kontekstā 22

Māris Gertāns

Saules sistēmas izpētes jaunumi 26

Anna Gintere

SAULES SISTĒMA

Haotiskais Hiperions 32

Jānis Jaunbergs

FOTOSTĀSTS

Galaktikas M82 foto Lielzeltiņu observatorijā 36

Sergejs Klimanskis

ATSKATOTIES PAGĀTNĒ

Trīs vīri orbitā ap Mēnesi 38

Jānis Jaunbergs

AMATIERU NOVĒROJUMI

Ziemeļblāzmologa piezīmes 46

Jānis Šatrovskis

Ķonu dzirnavas, daļējs Saules aptumsums un Perseīdas 52

Māris Krastiņš

Kosmosa skaistums – fotogrāfijās 56

Anna Gintere

DEBESS ZIEMĀ

Debess spīdekļi 2018./2019. gada ziemā 60

Juris Kauliņš



Bet ja OMUAMUA ir Saules bura?

Omuamua (*Oumuamua*, 11/2017 U1) kā pirmais no starpzvaigžņu vides nākušais objekts, ko izdevies ieraudzīt, ieguvis lielu ievērību. Par to rakstījusi arī *Zvaigžņotā*

Debess (2018. gada rudens, 26.–27. lpp.). 2017. gada nogalē Oumuamua pārsteidza astronomus ar savu hiperbolisko orbītu, un no tās izrietēja secinājums, ka objekts, kuru tobrīd uzskatīja par asteroīdu, atlidojis no starpzvaigžņu

telpas. 2018. gada vasarā nāca ziņas par objekta neraksturīgi lielo ātrumu salīdzinājumā ar teorētiski paredzamo, dodot pamatu domāt, ka Oumuamua varētu būt komēta (Eiropas Dienvidu observatorijas preses ziņa Nr. 1820). Tomēr šajā



Josh Spradling/The Planetary Society, Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License

Lai Oumuamua būtu
Saules bura, tam jābūt ļoti plakanam
un tikai 0,3–0,9 milimetrus biežam

gadījumā komētām raksturīgā gāzu izplūde netika konstatēta, lai gan kosmiskais viesis pietuvojās Saulei līdz 0,25 astronomisko vienību attālumam; šādos apstākļos citām komētām rodas krāšņa galva un aste. Līdz galam negūtā skaidrība deva iemeslu veidot dažādus teorētiskos modeļus un hipotēzes. No objekta spožuma maiņas periodiskuma tika secināts, ka objekts ir stipri izstiepts – tā garums

VAI TIEŠĀM KĀDA CIVILIZĀCIJA PIE MUMS ATSŪTĪJUSI KOSMISKO ZONDI – SAULES BURU, KAS TAGAD ATTĀLINĀS NO SAULES?

ir aptuveni 7 reizes lielāks nekā platums un augstums. Tas bija intriģējošs fakts.

Ja neparasto kustību nerada no objekta izplūstošā gāze vai putekļi, zinātnieki sāka domāt, ka paātrinājumu var radīt Saules gaismas spiedienu. Tomēr Saules gaismas spiedienu ir salīdzinoši mazs. Hārvarda Universitātes pētnieki Š. Bjalijis un A. Lēbs analizēja šo pieņēmumu un 2018. gada novembrī nāca klajā ar secinājumiem. Proti, novērotais Oumuamua paātrinājums varētu rasties gadījumā, ja masas attiecība pret laukumu būtu aptuveni $0,1 \text{ g/m}^2$. Tas nozīmē, ka materiālam, no kura veidots Oumuamua, būtu jābūt aptuveni 0,3–0,9 milimetrus biežam, nekas tāds kosmiskajā telpā līdz šim nav konstatēts, bet vienlaikus labi atbilst cilvēku radītajai un kosmosā izmēģinātajai Saules burai. Pētnieki ir arī novērtējuši, ka šāda bura varētu pārvarēt starpzvaigžņu attālumus un tās ātrumu būtiski neietekmētu arī sadursme ar gāzu molekulām un starpzvaigžņu vides putekļiem. Bet kādēļ mākslīgi radīta Saules bura ir tumši sarkanīga (tāda ir Oumuamua krāsa) un līdzinās dažu asteroīdu un komētu virsmai, nevis spoži atstaro

gaismu, kā tas Saules burai pieklātos? Iespējamā atbilde – bura laika gaitā ir pārklājusies ar starpzvaigžņu putekļu slāni. Tas viss apvienojumā ar pieaugošu ziņojumu skaitu par jaunu citplanētu atklājumiem rada interesantas pārdomas, vai tiešām kāda cita civilizācija pie mums atsūtījusi darbojošos kosmisko zondi. Bet varbūt šī zonde ir bojāta, tāpēc nekontrolēti griežas ap savu asi, kā to dara Oumuamua, nevis visu laiku ir pavērsta pret Sauli?

Tomēr mūsu rīcībā ir pārāk maz novērojumu datu, lai izdarītu konkrētu secinājumu. Sekojot tā sauktajam Okama “bārdas naža” principam, daudz lielāka ir iespējamība, ka Oumuamua ir dabiskas izcelsmes objekts, vienīgi jātieks skaidrībā, kas tas īsti ir. 🦋

Lasi vēl:

Bialy, S., Loeb, A. Could Solar Radiation Pressure Explain 'Oumuamua's Peculiar Acceleration? 2018, The Astrophysical Journal Letters, Vol. 868, No. 1. <http://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/aaeda8>

Eiropas Dienvidu observatorijas preses ziņa Nr. 1820: <https://www.eso.org/public/news/eso1820/>

IESKATS

planētas dzimšanā

TEORĒTISKIE PRIEKŠSTATI PAR PLANĒTU VEIDOŠANOS IR GANA DETALIZĒTI. BET KAS REDZAMS NOVĒROJUMOS?



Skats uz četriem VLT teleskopiem ESO Paranal observatorijā Čīlē. Trešais no kreisās ir teleskops *Melipal*, kas aprīkots ar SPHERE instrumentu

ESO foto

Kopš 2014. gada *Melipal*, viens no četriem Eiropas Dienvidu observatorijas (ESO) 8,2 metru teleskopiem, ir aprīkots ar instrumentu citplanētu meklēšanai SPHERE (abreviatūra no pilnā nosaukuma *Spectro-Polarimetric High-contrast Exoplanet REsearch instrument*), kas darbojas redzamajā un tuvajā infrasarkanā starojumā 0,5–2,32 mikrometru viļņu garumā. Citplanētas pie zvaigznēm var atklāt ar vairākām metodēm, no kurām plašāk zināmās ir radiālā ātruma izmaiņu reģistrēšana un tranzīta fotometrija. Šīs metodes ļauj reģistrēt citplanētu esamību, bet neļauj novērot pašu planētu. Tomēr SPHERE

instrumentam bija izvirzīts ambiciozs mērķis veikt tiešu citplanētas novērošanu.

ESO preses relīze Nr. 1821 informē par M. Keplera (*M. Kepler*), A. Millera (*A. Müller*) un T. Heninga (*Th. Henning*), visi no Maksa Planka Astronomijas institūta Vācijā, vadītās zinātnieku komandas veiktajiem pētījumiem, kas devuši lielisku rezultātu – iegūts attēls ar pirmo citplanētu tās veidošanās stadijā. Patlaban iegūti jau vairāki nekā 10 tieši citplanētu attēli. Tas nebija viegls uzdevums. Iztēlojieties, ka jums jāierauga sīks kukainis, kas lidinās blakus jaudīgam prožektoram! Teleskopā izdevies saskatīt, pirmkārt, lielākoties nesien izveidojušās planētas, kas

izstaro samērā daudz infrasarkanā starojuma. Šo starojumu vieglāk reģistrēt uz zvaigznes starojuma fona, jo zvaigznes izstaro pārsvarā redzamo gaismu. Otrkārt, ieraudzītas lielākoties planētas, kas atrodas samērā tālu no savas zvaigznes. Šajā gadījumā zvaigznes gaisma mazāk “žilbina” teleskopu.

Līdz 2018. gada novembrim bija sagatavotas 99 recenzētas zinātniskās publikācijas, kurās kaut kādā kontekstā ir izmantoti SPHERE instrumenti. Galvenā uzmanība veltīta planētu veidošanās procesam pie zvaigznēm. Labu kop-savilkumu sniedz ESO preses relīze Nr. 1811, kas iepazīstina ar H. Avenhausa (*H. Avenhaus*, Maksa Planka

Astronomijas institūts, Vācija) un E. Sissas (*E. Sissa*, Padujas Astronomiskā observatorija, Itālija) vadībā veiktajiem zvaigžņu gāzu un putekļu disku pētījumiem. Ar SPHERE instrumentu izdevies iegūt dažādu zvaigžņu putekļu mākoņu attēlu kolekciju, kas atšķiras ar formu, izmēru un orientāciju pret novērotājiem, no pilnīgi apaļas formas pretskatā līdz joslas formai sānskatā. Diska struktūru ietekmē vielas sadalījums un dažādās izveides stadijās esošās planētas. Planētu veidošanos astronomi gan analizējuši teorētiski, gan veikuši simulācijas, bet pašu planētu tapšana līdz šim vizuāli reģistrēta nebija.

Ar SPHERE tika pētītas pamatā Vērša T tipa zvaigznes, kas ir relatīvi jaunas (līdz 10 miljoniem gadu) zvaigznes ar mainīgu spožumu. Ir zināms, ka lielu daļu šādu zvaigžņu apņēm protoplanētu diski, kas veidoti no gāzēm un putekļiem. Tā ir vide, kurā veidojas jaunas planētas. Iegūtie attēli parāda, kā varēja izskatīties Saules sistēma pirms vairāk nekā četriem miljardiem gadu. Lai arī pētītās zvaigznes atrodas relatīvi tuvu, 230–550 ly attālumā, galvenā problēma bija reģistrēt protoplanētu diska atstaroto gaismu spoža gaismas avota (zvaigznes) klātbūtnē. Tāpēc SPHERE ir konstruēts tā, ka zvaigznes gaisma tiek aizsegta, un attēlos zvaigznes vietā ir redzams tumšs disks.

Nofotografētā citplanēta atrodas oranžas pundur-

ESO/A. Müller et al.



Citplanēta PDS 70b – gaišais plankums labajā pusē no centra. Zvaigzni aizsedz maska. Ja maskas nebūtu, zvaigznes intensīvā gaisma nomāktu stipri blāvāko protoplanētu disku

IEDOMĀJĪETIES, KA JUMS JĀIERAUGA SĪKS KUKAINIS, KAS LIDINĀS BLAKUS JAUDĪGAM PROŽEKTORAM. ASTRONOMIEM TAS IZDODAS!

zvaigznes PDS 70 sistēmā, un jaunajai planētai dots tehniskais nosaukums PDS 70b. Ar SPHERE ir izdevies izmērīt citplanētas spožumu dažādos viļņu garumos, sniedzot norādes par tās atmosfēras sastāvu. Planēta skaidri izdalās uz pārējā protoplanētu diska. Tās attālums no zvaigznes ir aptuveni trīs miljardi kilometru, līdzīgs attālumam no Urāna līdz Saulei. PDS 70b ir gāzu milzis ar dažu Jupiteru masu un īpašu karstu virsmu – ap 1000 °C, kas pārsniedz jebkuras Saules sistēmas planētas virsmas temperatūru. Planētas starojuma spektrālā analīze norāda, ka tās atmosfēra ir mākoņaina.

Nav šaubu, ka iegūtā pieredze ļaus SPHERE turpināt meklēt topošās citplanētas, kuras var tieši ieraudzīt, kā arī

tiks konstruēti jauni instrumenti citplanētu medībām. 🦋

Lasi vēl:

ESO preses relīze Nr. 1811 par protoplanētu diskkiem: <https://www.eso.org/public/news/eso1811/>

ESO preses relīze Nr. 1821 par citplanētu PDS 70b: <https://www.eso.org/public/news/eso1821/>

Tranzīta metode citplanētu atklāšanai: Z. Alksne, A. Alksnis. Jauns pavērsiens citplanētu meklēšanā. – Zvaigžņotā Debess, 2002./2003. gada ziema, 3.–9. lpp.

Radiālā ātruma metode citplanētu atklāšanai: Z. Alksne, A. Alksnis. Planētas ārpus Saules sistēmas. – Zvaigžņotā Debess, 2000. gada vasara, 13.–19. lpp.

VISUMA

agrīnās evolūcijas miklas

PAR TO, KĀ NOTIKA VISUMA ATTĪSTĪBA PĒC LIELĀ SPRĀDZIENA, VEIDOJĀS PIRMĀS ZVAIGZNES, GALAKTIKAS UN VISUMA STRUKTŪRA, IR DIEZGAN DAUDZ ZINĀMS. TOMĒR PĒDĒJĀ LAIKĀ PARĀDĀS LIECĪBAS, KA DAUDZ KAS NOTICIS ĀTRĀK, NEKĀ DOMĀJĀM.

Uz reāliem datiem balstīta galaktiku protosuperkopas Hiperiona vizualizācija

ESO/L. Calçada & Olga Cucciati et al., CC BY 4.0

PĀRIS MILJARDI GADU, UN GATAVS!

2018. gada septembrī starptautiska astronomu grupa Olgas Kučiati (*Olga Cucciati*, Nacionālais astrofizikas institūts, Boloņa) vadībā, izmantojot Eiropas Dienvidu observatorijas ļoti lielā teleskopa (ESO VLT) instrumentu VIMOS un arhīva datus, agrīnajā Visumā atklāja iespaidīgu struktūru – galaktiku

protosuperkopu – un nosauca to par Hiperionu. Tas ir lielākais un masīvākais galaktiku sakopojums, kas atklāts tik lielā attālumā. Hiperiona gaisma ir sākusī savu ceļu pie mums tad, kad Visums bija nepilnus trīs miljardus gadu vecs.

Hiperions, kas atrodas Sekstanta zvaigznājā, sastāv no septiņiem paaugstināta blīvuma apgabaliem, kurus

savieno izkļiedēti galaktiku “pavedieni”. Četriem no tiem doti mitoloģijas tēlu vārdi – Teija, Hēlijs, Selēne un Ēosa. Atšķirībā no tuvējām galaktiku superkopām Hiperionu veidojošās galaktikas ir izvietotas vienmērīgāk, tās nav tik ļoti koncentrētas telpā. Te mēs redzam galaktiku superkopu tapšanas stadijā, tāpēc tiek izmantots priekšvārds “proto”. Citās galaktiku superkopās,

kurās mēs redzam vēlākā evolūcijas stadijā, gravitācijai bija daudz vairāk laika, lai izveidotu ciešāk izvietotas struktūras.

Hiperiona masa ir $4,8 \times 10^{15}$ Saules masas jeb gandrīz pieci miljoni miljardu Saules masu, tā izmēri ir aptuveni $500 \times 200 \times 200$ miljoni gaismas gadu. Izmēru ziņā šī superkopa nav nekas īpašs, mēs dzīvojam galaktiku superkopā Laniakejā, kuras diametrs ir apmēram 520 miljoni gaismas gadu un kurā ietilpst apmēram 100 tūkstoši galaktiku (Laniakejas sastāvdaļa ir Jaunavas galaktiku kopa, kurā ietilpst mūsu Galaktika).

Taču galvenais jautājums ir – kā tik agrīnā attīstības posmā, kad no Visuma rašanās bija pagājuši nepilni trīs miljardi gadu, varēja izveidoties tāds strukturēts vielas veidojums – galaktiku superkopa? Skaidrs, ka agrīnajā Visumā liela nozīme bija tumšajai matērijai, kas ar savu gravitācijas spēku paātrināja galaktiku saplūšanu un Visuma lielmēroga struktūras veidošanos. Arī Hiperionā ir tumšā matērija, to var secināt no fakta, ka redzamo objektu ir par maz, lai nodrošinātu novēroto gravitācijas mijiedarbību, tātad jābūt arī neredzamajai masai. Pētījuma autori norāda, ka Hiperiona atklāšana ļoti noderēs, jo šāda agrīnas struktūras pastāvēšana uzliek ierobežojumus tumšās matērijas skaitliskajai simulācijai Visuma standartmodelī. Simulācijai “jāspēj” uzbūvēt galaktiku superkopu 2–3 miljardu gadu laikā.

Titāns Hiperions. Pētījuma autori iespaidīgo galaktiku veidojumu nosauca par Hiperionu. Grieķu mitoloģijā Hiperions bija viens no 12 milžiem – titāniem, Gajas (Zemes) un Urāna (Debess) bērniem. Krona (Laika) vadībā viņi gāza no troņa savu tēvu Urānu un valdīja Zelta laikmetā. Titāni Hiperions un Teija radīja bērnus Hēliju (Sauli), Selēni (Mēnesi) un Ēosu (Rītasumu). Titānus sakāva Krona bērni – Olimpa dievi – un ieslodzīja pazemē, drūmajā Tartarā.



Public domain. Gustave Doré, 1857

Sakautie titāni Tartarā

KĀ VISUMA ATTĪSTĪBAS GAITĀ TIK ĀTRI VARĒJA IZVEIDOTIES GALAKTIKU SUPERKOPA?

Piecas tālākās zināmās galaktiku superkopas

Galaktiku superkopa	Atklāšanas gads	Gaismas izplatīšanās laiks, miljardi gadu	Raksturojums
Protosuperkopa Hiperions	2018	11,1	Septiņi galaktiku sablīvējumi
Lūša superkopa	1999	8,8	Satur vismaz divas galaktiku kopas
Superkopa Vēršu Dzinēja zvaigznājā	2001	8,2	Vairākas galaktiku kopas un 23 kvazāri
Superkopa Herkulesa zvaigznājā	2000	7,5	Trīs galaktikām bagātīgas kopas
Superkopa Zivju zvaigznājā	1980	5,4	Vismaz trīs plašas galaktiku kopas

STRAUJI AUGOŠI MELNIE CAURUMI

Ja runājam par mazākiem telpas mērogiem, astronomiem jāatrisina vēl viena mīkla – kādā veidā samērā drīz pēc Visuma izveidošanās tajā varēja rasties milzīgi melnie caurumi, kuru masa sasniedz vairākus miljardus Saules masu?

Izmantojot vairākus teleskopus Čīlē, Arizonā un

Havaju salās, astronomu grupa Eduardo Bañadosa (*Eduardo Bañados*, Kārnegija Zinātnes institūts Vašingtonā) vadībā pašās 2017. gada

beigās Vēršu Dzinēja zvaigznājā atklāja kvazāru ULAS J1342+0928, no kura gaisma nākusi 13,1 miljardu gadu. Tas nozīmē, ka mēs redzam

KĀ SUPERMASĪVIE MELNIE
CAURUMI SALĪDZINOŠI ĪSĀ LAIKĀ
IR IEGUVUŠI LIELU MASU?

”



Tā varētu izskatīties rekordtālais un ļoti masīvais kvazārs ULAS J1342+0928. Mākslinieka zīmējums

kvazāru tādu, kāds tas izskatījās 690 miljonus gadu pēc Lielā Sprādziena. Lai arī kopš Visuma izveidošanās bija pagājis īss laiks, kvazārā ietilpstošais supermasīvais melnais caurums bija paguvis izaugt neticami liels, tā masa ir aptuveni 800 miljoni Saules masu. Tas nav masas rekords, tuvākās galaktikās konstatēti lielāki supermasīvie melnie caurumi,

kuru masa sasniedz vairākus miljardus Saules masu.

Supermasīvajos melnajos caurumos krīt iekšā gabalos sarautas zvaigznes, gāze un putekļi, kas pirms iekrišanas riņķo pa spirāli, veidojot akrēcijas disku, un staro daudzveidīgu starojumu visā elektromagnētiskajā spektrā. Šo starojumu mēs redzam kā kvazāru – tālas galaktikas aktīvo kodolu. Kvazāri ir vieni no Visuma objektiem ar vislielāko starjauodu, kas bieži vien pārsniedz tiem apkārt esošās galaktikas zvaigžņu kopējo starjauodu. Tieši šā iemesla dēļ kvazārus iespējams atklāt ļoti lielā attālumā. Par galaktiku aktīvo kodolu izpētes metodēm lasiet Kurta Švarca rakstā šajā žurnāla numurā.

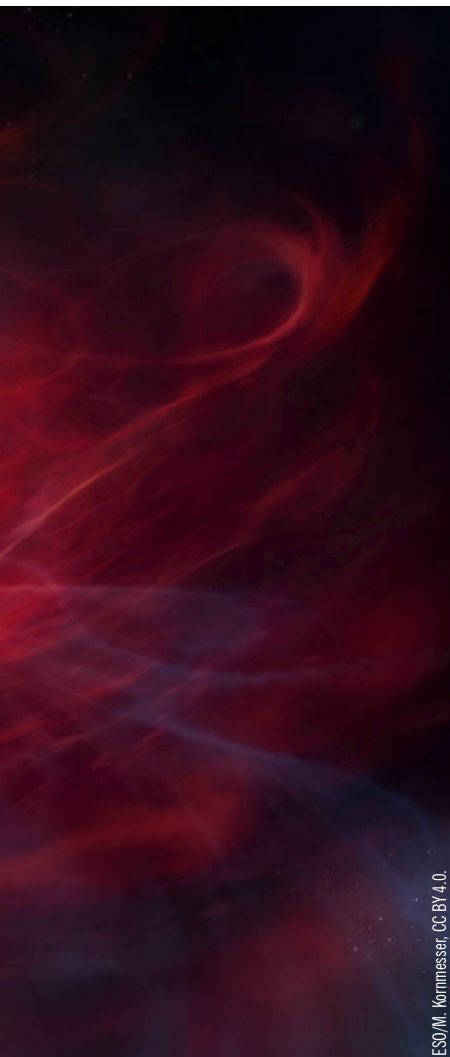
Izskaidrot, kā supermasīvie melnie caurumi salīdzinoši īsā laikā ir ieguvuši tik lielu masu, ir grūti. Pētnieku grupas vadītājs E. Baņjadoss saka: "Tipisks melnais caurums, kas veidojas zvaigznes kolapsa ietekmē, ir 50–100 reīzu masīvāks par Sauli. Ja jūs ļaujāt tam augt, barojoties ar apkārtnē esošo gāzi, un tas aug 690 miljonus gadu, jūs nevarat sasniegt supermasīva melnā cauruma apmērus." Tāpēc nepieciešami turpmāki pētījumi.

2011. gadā Lauvas zvaigznājā tika atklāts vēl viens gandrīz tikpat tāls kvazārs ULAS J1120+0641. Zinātnieki lēš, ka izdosies ieraudzīt 20–100 aptuveni tikpat tālus un spožus kvazārus. Teorētiķiem būs jāstrādā, veidojot modeļus, kas iekļauj un izskaidro šos novērojumus.

SUPERMASĪVO MELNO CAURUMU RAŠANĀS

Supermasīvo melno caurumu izcelsme ir aktīvu pētījumu temats. Skaidrs, ka melnais caurums, kas atrodas galaktikas centrā, var augt, ja uz to krīt viela (notiek akrēcija), kā arī apvienojoties ar citiem melnajiem caurumiem. Par to, kā radušies supermasīvo melno caurumu iedīgļi, izvirzītas vairākas hipotēzes.

Viena hipotēze ir, ka melnie caurumi radušies, kolapsējot pirmās paaudzes zvaigznēm. To masa varēja būt desmitiem vai pat simtiem Saules masu. Cits modelis pieļauj, ka vēl pirms pirmo zvaigžņu izveidošanās lieli gāzes mākoņi varēja saspīsties un kļūt par tā sauktajām kvazizzvaigznēm, kas savukārt kolapsēja par melnajiem caurumiem ar masu 1000–10 000 Saules masu. Tā kā kvazizzvaigznes saskaņā ar teorētiskajiem priekšstatiem

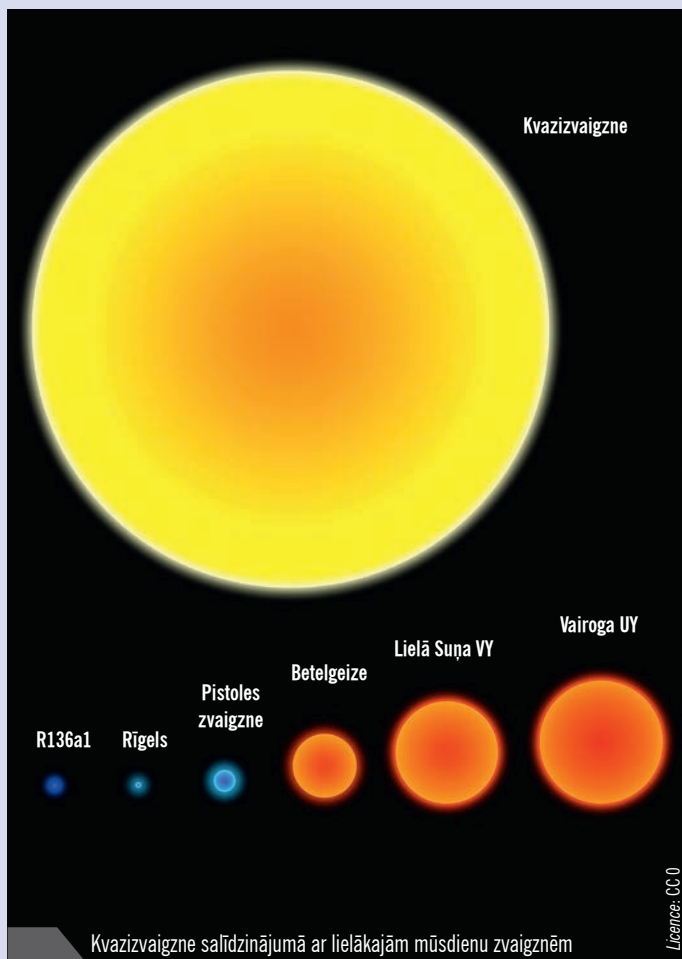


ESO/M. Kornmesser, CC BY 4.0.

HIPOTĒTISKĀ KVAZIZVAIGZNE
IZSTARO TIKPAT DAUDZ GAISMAS,
CIK NELIELA GALAKTIKA.

”

Kvazizvaigzne, saukta arī par melnā cauruma zvaigzni, ir hipotētiska ārkārtīgi masīva zvaigzne. Atšķirībā no mūsdienu zvaigznēm, kuru enerģijas avots ir kodoltermiskā kodolsintēze, kvazizvaigznes enerģiju iegūva no vielas, kas krita iekšā melnajā caurumā. Kvazizvaigzne veidojās, lielas protozvaigznes kodolam strauji saspiežoties un pārvēršoties par melno caurumu. Apkārt palikušie ārējie slāņi turpināja krist melnajā caurumā, vienlaikus tie bija pietiekami masīvi, lai absorbētu radušos starojuma enerģiju, un netika izsviesti apkārtējā telpā, kā tas ir pārnovas sprādziena gadījumā. Kvazizvaigžņu masa bija 1000–10 000 Saules masas, un tās varēja veidoties tikai sākotnējā Visuma evolūcijas stadijā, kad ūdeņradis un hēlijs vēl nebija “piesārņoti” ar smagākiem elementiem. Kvazizvaigznes maksimālais dzīves ilgums varēja būt aptuveni septiņi miljoni gadu, tās virsmas temperatūra – apmēram 4000 kelvīnu, diametrs fantastiski liels – aptuveni 10 miljardi kilometru. Katra no tām izstaroja tik daudz gaismas, cik neliela galaktika.



pastāvēja vēl pirms “normālajām” zvaigznēm, melnajiem caurumiem bija vairāk laika akrēcijas norisei. Cits modelis aplūko blīvu zvaigžņu kopu, kuras kodols sabrūk par melno caurumu. Visbeidzot šie iedīgli varēja būt sākotnējie melnie caurumi, kas teorētiski izveidojās pirmajos mirkļos pēc Lielā Sprādziena, kad Visums vēl bija ļoti blīvs. Kaut arī sākotnējo melno caurumu prognozētā masa ir ļoti

maza, tikai miligrama daļas, tiem bija vairāk laika nekā jebkurā no iepriekš minētajiem variantiem, lai akrēcijas ceļā palielinātu savu masu.

MELNO CAURUMU ŠPIETS GALAKTIKAS CENTRĀ

Turpmāk supermasīvo melno caurumu iedīgli augs akrēcijas procesā, kā arī savstarpēji apvienojoties. Par to, ka galaktiku centrālajā daļā var atrasties daudz melno

caurumu, kas riņķo ap centrālo melno caurumu, liecina arī nesenie rezultāti, kas iegūti par mūsu pašu Galaktiku.

Pētnieku grupa Čaka Heilija vadībā (*Chuck Hailey*, Kolumbijas Universitāte Ņujorkā) izmantoja kosmiskā rentģenteleskopa *Čandra* novērojumus, lai uzmeklētu melnos caurumus mūsu Galaktikas centrālajā radioviļņu avota Strēlnieks A* tuvumā. Pēc rūpīgas analīzes

PIENA CEĻA GALAKTIKAS CENTRĀ VAR BŪT PAT 40 000 MELNO CAURUMU!

trīs gaismas gadu attālumā no Galaktikas centra viņi identificēja 12 atbilstošus rentgenstarojuma avotus (sarkanie aplīši attēlā). Pētnieki secināja, ka lielākā daļa šo avotu satur melno caurumu, kura masa ir vairākas Saules masas. Tā kā ar Čandras teleskopu iespējams atklāt tikai spožākos rentgenstarojuma avotus, turklāt tādus, kas ietilpst

dubultsistēmās, astronomi vērtē, ka Galaktikas centrā varētu būt 300–1000 melno caurumu. Teorētiskie zvaigžņu kustības pētījumi dod vēl lielāku skaitli. Ap centrālo supermasīvo melno caurumu, kura masa ir aptuveni četri miljoni Saules masu, varētu riņķot 10 000–40 000 mazāku melno caurumu, kas pakāpeniski tuvojas Galaktikas centram. 🚀

Lasi vēl:

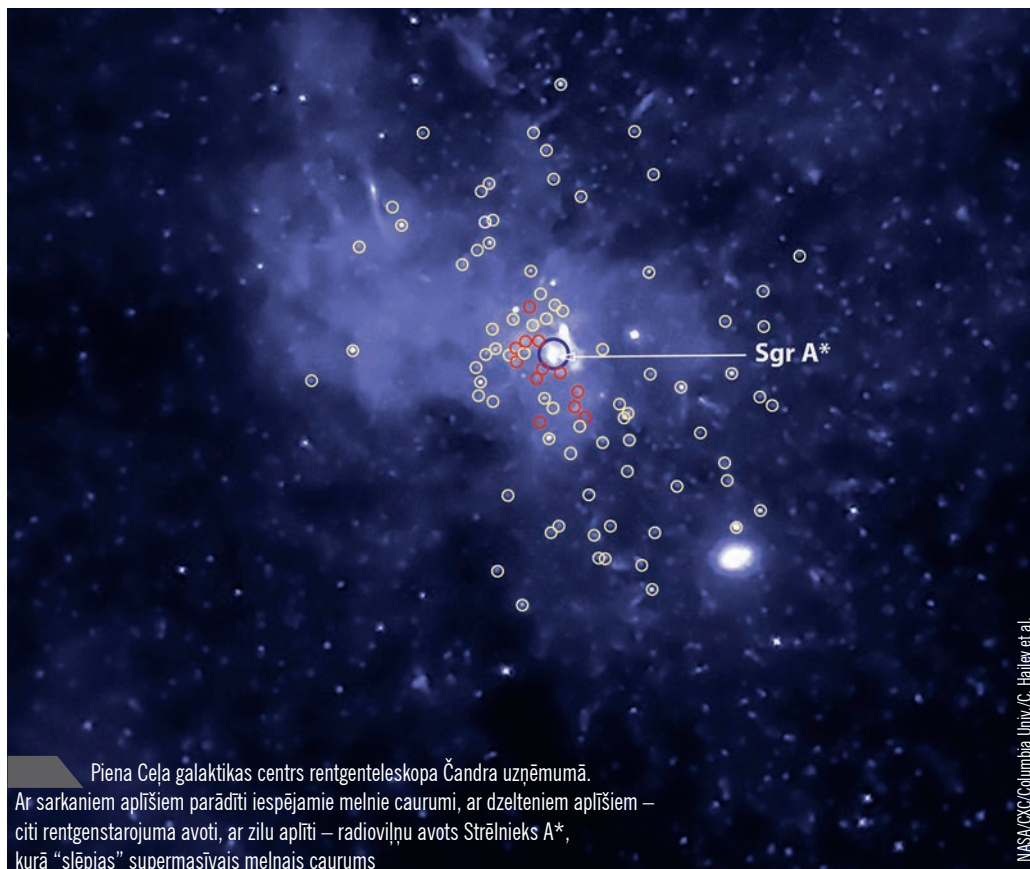
Largest Galaxy Proto-Supercluster Found. <https://www.eso.org/public/news/eso1833/>

Oldest Monster Black Hole Ever Found. <https://www.space.com/39000-oldest-farthest-monster-black-hole-yet.html>

Black Hole Bounty Captured in the Milky Way Center. https://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/images/black-hole-bounty-captured-in-the-milky-way-center.html

Noskaties video:

The Hyperion Proto-Supercluster. <https://www.eso.org/public/videos/eso1833b/>



GALAKTIKU aktīvo kodolu IZPĒTE

“VISUMS IR PILNS AR BRĪNIŠĶĪGIEM NOSLĒPUMIEM,
KAS PACIETĪGI GAIDA MŪSU ATŠIFRĒJUMU.”
ĒDENS FILPOTS (1862–1960)

Kopš pagājušā gadsimta beigām astronomu uzmanības centrā ir galaktiku struktūra un evolūcija. Beidzamo gadu novērojumi parādījuši, ka pirmās galaktikas radās jau dažus simtus miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena un turpmākā evolūcijā veidoja galaktiku kopas. Šajā evolūcijas procesā svarīga loma ir aktīvajiem galaktiku kodoliem (angliski – *Active Galactic Nuclei*, AGN), kuru centros parasti ir masīvi melnie caurumi ar akrēcijas disku. Par masīvu melno caurumu veidošanos galaktiku centros skat. arī Ilgoņa Vilka rakstu šajā žurnāla numurā.

Akrēcijas disku veido karsta, daļēji jonizēta gāze, kas dod spēcīgu, laikā mainīgu starojumu un ko var novērot arī spektroskopiski.

Atkarībā no attāluma no melnā cauruma izšķir apgabalus ar šaurām spektrālajām līnijām (neliels starojošo mākoņu kustības ātrums) un apgabalus ar platām spektrālajām līnijām (liels starojošo mākoņu kustības ātrums). Plato līniju apgabala forma un daļiņu kustība akrēcijas diskā nav izprasta līdz galam, taču esošie novērojumi norāda uz centrālā melnā cauruma gravitācijas lomu. Melnais caurums ar lielāku masu būtiskāk ietekmē procesus galaktikas

kodolā. Plazmas veidojuma izmēri raksturo mijiedarbību ar melnā cauruma gravitāciju un dod iespēju novērtēt melnā cauruma masu pēc formulas $M_{\text{BH}} = f \times R_{\text{BHL}} \times \Delta v^2 / G$, kur G ir gravitācijas konstante, f – mēroga faktors, R_{BHL} – plato līniju apgabala rādiuss, Δv^2 – ātruma dispersijas kvadrāts, ko nosaka pēc emisijas līnijas platuma. Koeficientu f novērtēt ir grūti, un bieži to tuvināti pieņem par 1. Svarīgs lielums ir R_{BHL} , kuru novērtē spektroskopiski. Informācija par AGN joprojām ir nepietiekama un prasa ilgstošus novērojumus vairāku gadu vai gadu desmitu periodā. Galaktiku aktīvie kodoli ir labāk izpētīti



HST, Judy Schmidt, CC BY 2.0.

1. att. Cirkuļa galaktika ir viena no tuvākajām galaktikām (13 miljoni gaismas gadu), taču galaktiku grūti saskatīt, jo to daļēji aizsedz mūsu Piena Ceļa galaktika

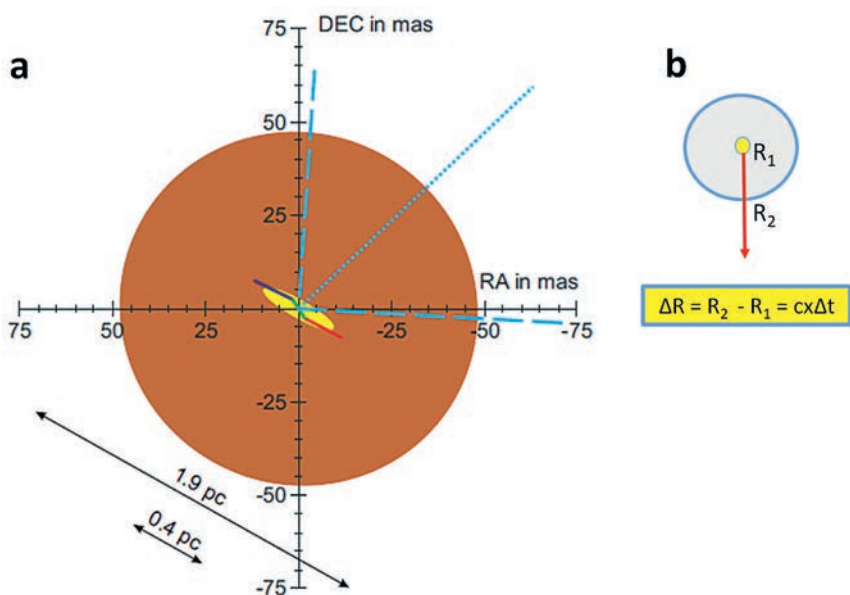
MELNAIS CAURUMS KĀ ZIRNEKLIS SĒŽ PLAZMAS MĀKOŅA CENTRĀ UN KONTROLĒ MĀKOŅA UZVEDĪBU.

tuvākajām galaktikām. Lai iegūtu pietiekami lielu leņķisko izšķirtspēju, reizēm novērojumiem izmanto interferometrus, piemēram, Ļoti lielā teleskopa (ESO VLT) interferometru Čilē vai amerikāņu Keka teleskopa interferometru Havaju salās. Novērojumiem jāizmanto arī jaunas spektroskopiskas metodes.

CIRKUĻA GALAKTIKAS KODOLS

Viena no labi izpētītām galaktikām ir Cirkuļa galaktika Cirkuļa zvaigznājā (1. att.). Galaktikā novēroti divi tora formas karstas gāzes apgabali ar rādiusu ap 700 un 130 gaismas gadi, no kuriem gāze nonāk galaktikas spirālzaros. Šo galaktiku daļēji aizsedz mūsu Piena Ceļa

galaktika, un to atklāja tikai pagājušā gadsimta otrā pusē. Galaktiku klasificē kā Seiferta 2. tipa galaktiku (viens no aktīvo galaktiku tipiem) ar šaurām emisijas līnijām. Galaktikas kodolā novērots jonizācijas konuss ar skābekļa O^{+2} , ūdeņraža H_{α} un silīcija Si^{+6} emisijas līnijām. Cirkuļa galaktiku detalizēti novērojušas daudzas astrofiziķu grupas, tostarp amerikāņu astronomu grupa Merilendas Universitātes pētnieka Endrjū Vilsona (*Andrew S. Wilson*) vadībā, kura Cirkuļa galaktiku novēroja ar Habla kosmisko teleskopu, izmantojot



K. R. W. Tristram et al.: Resolving the complex structure of the dust torus in the active nucleus of the Circinus galaxy.

2. att. Cirkuļa galaktikas kodola modelis. a – vidū (dzeltēnā krāsā) atrodas garens siltumstarojuma apgabals ar temperatūru aptuveni 330 K, kuru apņēma apaļš un nedaudz vēsāks emisijas apgabals ar temperatūru 300 K (brūnā krāsā). Paša centrā novērots ūdens molekulu māzers (krāsainā līnija). Zilā līnija attēlo mākoņus, kas atrodas kustībā uz novērotāju, sarkanā līnija – mākoņus, kas kustas prom no novērotāja. b – aktīvo galaktiku kodolu uzbūves pētījumiem plaši izmanto spektroskopiskos mērījumus ar signālu nobīdi laikā (Δt), kas dod iespēju noteikt attālumu pēc formulas $\Delta R = c \times \Delta t$, kur c ir gaismas ātrums. Deklinācija (DEC) un rektascensija (RA) dota loka milisekundēs (mas), pc ir parseks

redzamo un infrasarkanā diapazonu. Novērojot emisiju dažādos spektra diapazonos, astronomi atklāja karstu ierosinātas gāzes plūsmu, kas veido konusu no centra uz perifēriju aptuveni 800 gaismas gadu attālumā.

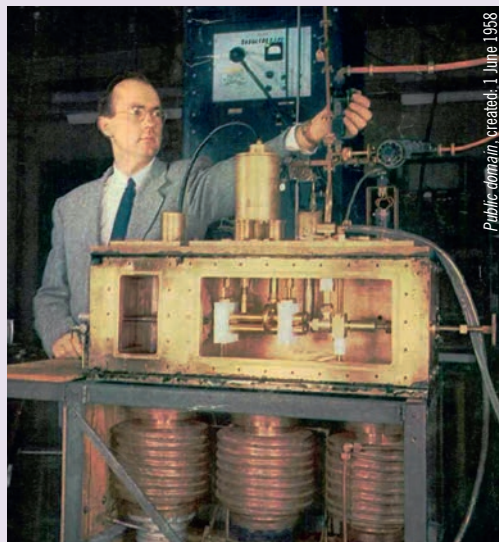
Pēdējos gados Cirkuļa galaktika ar ESO VLT interferometru MIDI, kura bāzes attālums starp teleskopiem var būt robežās no 12 līdz 90 metriem, novērota infrasarkanajā diapazonā, viļņu garumā no 8 līdz 13 mikrometriem. Balstoties uz rezultātiem, starptautiska astrofiziku grupa Konrada Tristrema (Konrad Tristram) vadībā

izstrādāja Cirkuļa galaktikas kodola modeli (2. att.). Kodola centrā atrodas garens silts emisijas apgabals ar vismaz 330 K (57 °C) temperatūru (attēlā dzeltens), kuru ieskauj plašāks, apaļš, nedaudz vēsāks apgabals ar temperatūru zem 300 K. Pārtrauktā gaiši zilā līnija attēlo novērotā jonizācijas konusu malas, punktētā līnija ir konusa ass.

Kodola centrā atrodas ūdens molekulu māzers, kas izstaro radioviļņus 22 GHz frekvencē. Ūdens molekulu māzeru Cirkuļa galaktikā 1982. gadā atklāja austrāliešu astronoms Frenks Gārdners (Frank Gardner), un to pēdējos gados novērojušas daudzas astronomu grupas. Nesen Cirkuļa galaktikā novērota arī ūdens molekulu māzera

”
MĀZERS BŪTĪBĀ IR TAS PATS LĀZERS, TIKAI TAS IZSTARO MIKROVIĻŅUS.

Kosmiskie māzeri. Māzeri (angliski – *Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) būtībā ir lāzēri, kas darbojas radioviļņos. Kosmoskos māzerus 1965. gadā atklāja Kalifornijas Universitātes fiziķu grupa. Viņi radioteleskopā novēroja koherentu radiostarojumu (polarizētu starojumu ar nemainīgu svārstību fāzi), kura frekvence bija 1,665 GHz. Laboratorijā vēl pirms “lāzēru ēras” 1953. gadā pirmo māzeru konstruēja amerikāņu fiziķis Čārlzs Taunss (*Charles Townes*). Viņa māzers darbojās ar amonjaka molekulām (3. att.). 1964. gadā Taunss kopā ar krievu fiziķiem Nikolaju Basovu un Aleksandru Prohorovu par šo atklājumu saņēma Nobela prēmiju. Kosmisko māzeru atklājums bija sensācija, drīz līdztekus OH un H₂O māzeiem novēroja arī CH, H₂CO, SiS, HCN un citu molekulu koherento starojumu. Kosmiskie māzeri atrasti gan zvaigžņu atmosfērās, gan kosmiskajos miglājos, gan galaktikās, tomēr to starojuma mehānisms līdz šim nav detalizēti izskaidrots. Skaidrs ir tas, ka māzera starojuma radīšanai nepieciešamas līdzīgi orientētas molekulas ar vienādu kustības ātrumu intensīvā starojuma laukā.

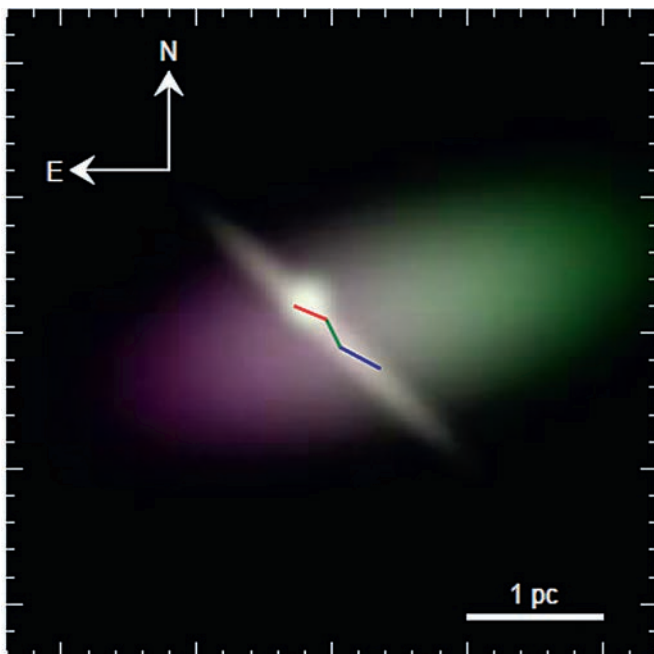


Public domain, created: 1 June 1958

3. att. Čārlzs Taunss 1953. gadā demonstrē savu amonjaka molekulu māzeru

emisija submilimetru diapazonā (321 GHz), kurā starojuma intensitāte ir simts reižu mazāka. Abi Cirkuļa galaktikas māzeri atrodas AGN centrā.

Tristrema grupas novērojumi deva jaunu ieskatu Cirkuļa galaktikas kodola uzņēmē (4. att.). Ar interferometriju infrasarkanajā diapazonā tika apstiprināts, ka galaktikas aktīvajam kodolam ir divu komponentu struktūra, kas sastāv no iekšēja blīva diska, kuru ieskauj mazāk blīvs un biezāks ārējais disks. Ārējais, paplašinātais plazmas un putekļu tors izstaro 80% no kopējā infrasarkanā starojuma. Toru plazmas sastāvs nav homogēns, tie satur atšķirīgu ūdeņraža un piemaisījumu atomu koncentrāciju, kas liecina par aktīviem plazmā notiekošiem procesiem.



K. R. W. Tristram et al.: The dusty torus in the Circinus galaxy

4. att. Cirkuļa galaktikas kodola infrasarkanās emisijas attēls. Sarkanā, zaļā un zilā krāsā atbilst attiecīgi 13,0, 10,5 un 8,0 mikrometru viļņu garumam. Krāsu spilgtums atbilst starojuma intensitātei. Ar sarkano krāsu atzīmētas molekulas, kas kustas prom no novērotāja, ar zilo krāsu – molekulas, kas kustas novērotāja virzienā

MELNIE CAURUMI GALAKTIKU KODOLOS

Sloana digitālajā debess apskatā (*The Sloan Digital Sky Survey, SDSS*) jau daudzus gadus tiek veikti novērojumi Visuma trīsdimensiju kartes veidošanai. Programmā piedalās starptautiskas astronomu grupas gandrīz no visiem kontinentiem. Diemžēl tālo galaktiku aktīvo kodolu un pašu galaktiku struktūras pētījumus ierobežo pašreizējo optisko teleskopu izšķirtspēja. Piemēram, iepriekš aplūkotajā Cirkuļa galaktikā nav iespējams atšķirt struktūras, kas mazākas par 6 gaismas gadiem. Galaktikām, kuru attālums ir ap vienu miljardu gaismas gadu, izšķirtspēja ir aptuveni 500 gaismas gadu, kas daudzos gadījumos ir nepietiekama.

Tāpēc kā palīgu tālo galaktiku mērījumiem izmanto reverberācijas spektroskopiju un reverberācijas kartogrāfiju (angliski – *reverberation mapping*). Nosaukums *reverberācija* nāk no akustikas un raksturo skaņas viļņu atstarošanu no dažādiem telpas punktiem. Reverberācija traucē skaņas uztveršanu koncertzālē vai operā. Astronomijā ar reverberāciju saprot gaismas analīzi un spektroskopiju no astronomisko objektu dažādiem punktiem. Izmērot gaismas izplatīšanās laiku Δt starp dažādiem objekta punktiem un zinot gaismas ātrumu c , var aprēķināt starojošā apgabala izmērus ΔR (2. att.) un analizēt akrēcijas diska un citu objektu struktūru. Dažādie

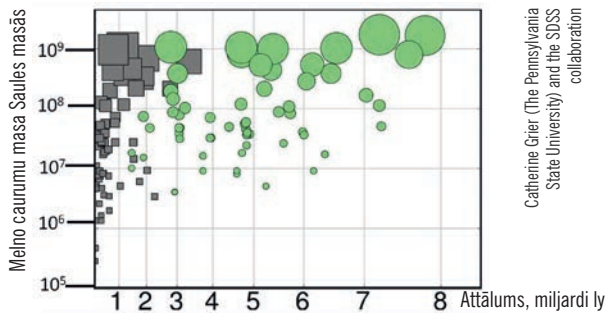
AR REVERBERĀCIJAS SPEKTROKOPIJU IESPĒJAMS NOTEIKT DAUDZ MAZĀKU OBJEKTU IZMĒRUS, NEKĀ ANALIZĒJOT GALAKTIKAS FOTOGRAFĪJU.

novērojumu punkti tiek izvēlēti pēc izmaiņām spektrā (spektrāllīnijas Doplera nobīde vai spektrāllīnijas paplašināšanās). Šādi mērījumi prasīja instrumentus ar augstu spektrālo izšķirtspēju. Augsta spektrālā izšķirtspēja un laika nobīdes mērījumi dod iespēju noteikt daudz mazāku objektu izmērus, nekā tas būtu iespējams, izmantojot tikai optiskā teleskopa izšķirtspēju. Beidzamajos gadu desmitos pēc šīs metodes novērtēta melno caurumu masa un akrēcijas diska struktūra simtos galaktiku, kas atrodas dažādā attālumā no Zemes. Jo tālāka ir galaktika vai kvazārs, jo ilgāku laiku prasīja novērojumi.

Viens no reverberācijas spektroskopijas pamatlicējiem ir profesors Bredlijs Pītersons (*Bradley Peterson*, Ohaio Valsts universitāte, ASV). Viņš ir viens no vadošajiem amerikāņu galaktiku pētniekiem, kas vairāk nekā četrdesmit gadus aktīvi darbojas šajā nozarē. Profesors Pītersons vadīja arī jaunās talantīgās zinātnieces Ketrīnas Grīras (*Catherine Grier*) doktora disertāciju. Viņas vadībā SDSS tika veikti aktīvo galaktiku kodolu pētījumi daudzos galaktiku centros. Projektā piedalījās astronomi no septiņām

ASV universitātēm, kā arī astronomi no Jaunzēlandes, Čīles, Lielbritānijas, Krievijas un Izraēlas. Par pētījumu rezultātiem K. Grīra sacījusi: “Pirmo reizi mums izdevās izmērīt melno caurumu masu tik daudziem supermasīvajiem melniem caurumiem tik tālu no mums. Šie jaunie mērījumi dod būtisku informāciju par galaktiku attīstību.”

Supermasīvie melnie caurumi ir novēroti gandrīz katrā lielā galaktikā, tostarp agrīnajā Visumā. Šo supermasīvo melno caurumu gravitācija ir tik liela, ka ap caurumu dažreiz veidojas akrēcijas disks no karstām gāzēm un kosmiskajiem putekļiem. Kosmiskā plazma veido ap melno caurumu dažādus tora formas slāņus ar atšķirīgu temperatūru un izmēriem. Plazma izstaro spēcīgu starojumu emisijas spektrāllīnijās, pēc kurām ar reverberācijas spektroskopiju var noteikt akrēcijas diska parametrus, kā arī melnā cauruma masu pēc raksta sākumā minētās formulas. Lai veiktu reverberācijas kartogrāfiju, novēro emisijas apgabalu dažādā attālumā no melnā cauruma. Reģistrējot dažādas laika nobīdes, astronomi nosaka akrēcijas diska struktūru, plato līniju apgabala



Catherine Grier (The Pennsylvania State University) and the SDSS collaboration

5. att. Grafikā parādīta novēroto melno caurumu masa dažādās galaktikās līdz aptuveni 8 miljardu gaismas gadu attālumam. Agrāko novērojumu rezultāti parādīti ar pelēkiem kvadrātiem, jaunākie – ar zaļiem apliem. Novēroto supermasīvo melno caurumu masa pārsniedz miljardu Saules masu!

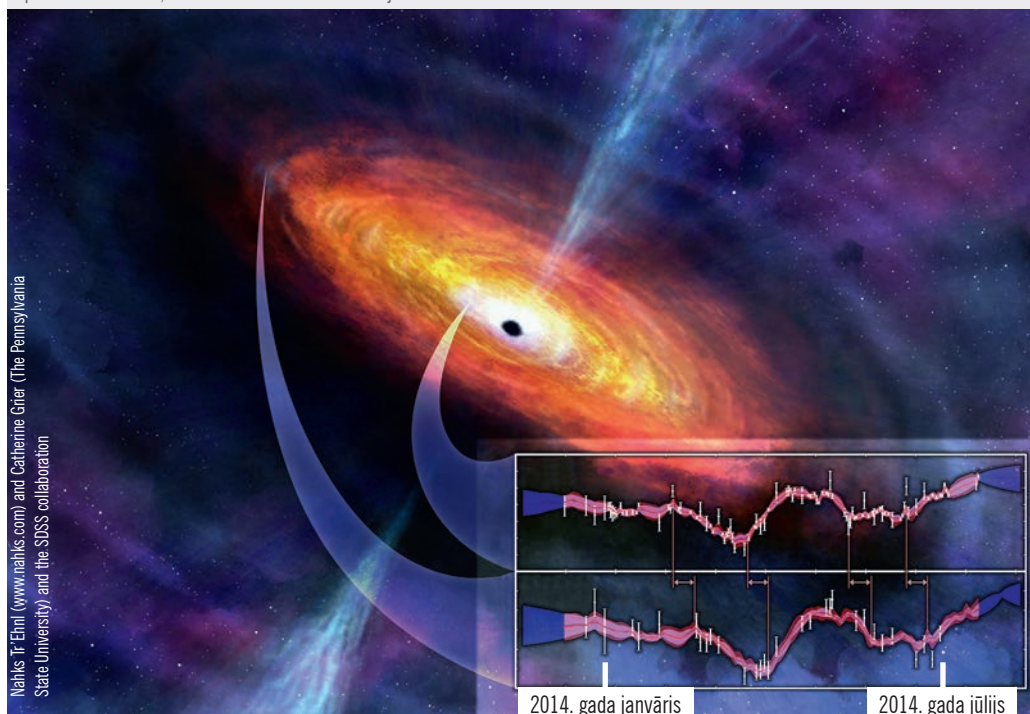
SUPERMASĪVO MELNO CAURUMU MASA AKTĪVO GALAKTIKU KODOLOS PĀRSNIEDZ MILJARDU SAULES MASU!

”

izmērus, mēroga faktoru un – galu galā – melnā cauruma masu. Melno caurumu sadalījums galaktikās ar dažādu attālumu parādīts 5. attēlā.

Jaunākajā pētījumu programmā Grīras astronomu grupa reverberācijas kartogrāfijai izmantoja jaunu datoru apstrādes tehniku, kas dod iespēju vienlaikus apstrādāt datus no vairākiem simtiem aktīvo galaktiku. Novērojumiem izmantoja arī Kanādas-Francijas-Havaju salu teleskopu un Stjuarta observatorijas 2,3 metru teleskopu Arizonā. Tika noteikta reverberācijas laika nobīde 44 kvazāriem, no kuriem viens ir ilustrēts 6. attēlā. 🦋

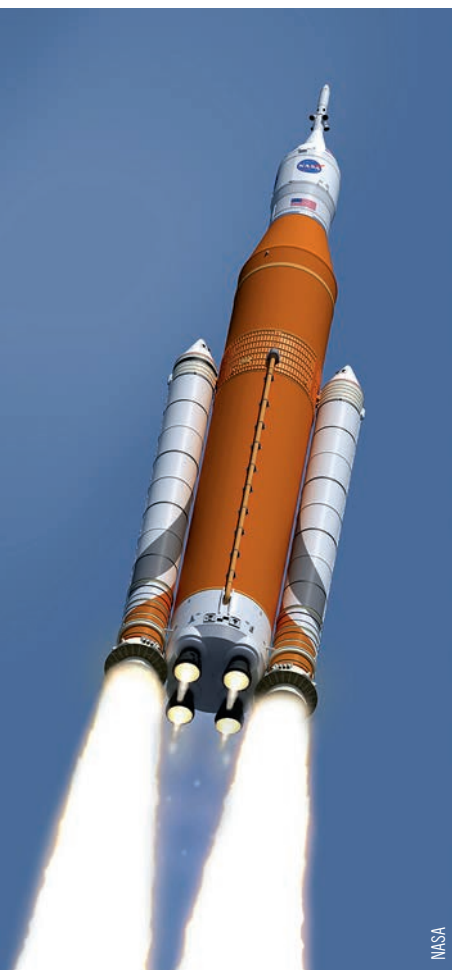
6. att. Izmaiņas spektrā diviem dažādiem kvazāra kodola diska apgabaliem, no kuriem viens atrodas tuvu melnajam caurumam, otrs – diska perifērijā, dod iespēju novērtēt signālu nobīdi laikā un novērtēt diska rādiusu. Šajā gadījumā novērotā laika nobīde bija aptuveni 10 dienas, kas atbilst rādiusam 260 miljardi kilometru



Nahis Ir-Ehni (www.nahis.com) and Catherine Grier (The Pennsylvania State University) and the SDSS collaboration

“Padarīsim Ameriku atkal diženu”*

PILOTĒJAMO LIDOJUMU JOMĀ AMERIKĀŅI GATAVOJAS PĀRTRAUKT ILGSTOŠO ATKARĪBU NO KRIEVIJAS KOSMOSA KUĢIEM



NASA

NASA Space Launch System raketes un Orion kosmosa kuģa starts mākslinieka skatījumā

2011. gada 6. jūlijā no Kanaveralas zemesraga startēja vairākkārt izmantojamais kosmosa kuģis *Atlantis*, kas uz Starptautisko kosmosa staciju (SKS) nogādāja Itālijas kosmosa aģentūras būvēto loģistikas moduli *Raffaello*. Tā bija pēdējā reize, kad no ASV teritorijas pacēlās pilotējams orbitālais kosmosa kuģis. Daudzi šo ilgo pārtraukumu ASV pilotējamajos lidojumos salīdzina ar pārtraukumu, kāds bija pēc *Apollo-Sojuz* misijas 1975. gadā. Toreiz ASV pilotējamās lidojumus atsāka pēc sešiem gadiem. Šoreiz pilotējamo lidojumu pārtraukums ir vēl ilgāks, teju astoņi gadi. Viens no iemesliem, kāpēc tas ir tik ilgs, ir fakts, ka ASV savu astronautu nogādāšanai SKS izmanto Krievijas *Sojuz* kuģus un citu nopietnu nolūku pilotējamiem lidojumiem kosmosā šai valstij, šķiet, pagaidām nav.

Tomēr situācija jau tuvākajā laikā mainīsies. NASA ir noslēgusi līgumus ar divām ASV kompānijām par pilotējamo lidojumu pakalpojuma

nodrošināšanu. Lidojumu mērķis – SKS. Te jāpiebilst, ka pati NASA savus spēkus un resursus nolēmusi veltīt tālāku mērķu sasniegšanai. Tiek gatavota raķete un kosmosa kuģis, kas spēs cilvēkus nogādāt uz Mēness un nākotnē arī uz Marsa.

PRIVĀTO KOMPĀNIJU IESAISTE

To, ka NASA negatavoja iegultīt savus resursus SKS apgādes lidojumos un vēlāk arī apkalpes nomaiņas lidojumos, jau 2004. gadā paziņoja toreizējais ASV prezidents Džordžs Bušs. Jau 2006. gadā NASA sāka finansēt privāto uzņēmumu centienus radīt SKS apgādei nepieciešamās raķetes un kravas kuģus. Kopš 2012. gada divas privātās kompānijas – *Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX)* un *Orbital Sciences Corporation (Orbital)* – ir veikušas SKS apgādes lidojumus vairāk nekā 3,5 miljardu ASV dolāru vērtībā. Nepieciešamās tehnikas izstrādē vairāk nekā 50% no līdzekļiem ir ieguldījušas pašas

kompānijas. Protams, izpildot pasūtījumus, tās gūst peļņu, bet līdz brīdim, kad ieguldījumi atmaksāsies, ir vēl tālu.

Ar SKS apgādi problēmu nav, jo to šobrīd nodrošina šīs ASV kompānijas, Japānas kosmosa aģentūra un Krievijas aģentūra *Roskosmos*. Toties ar SKS apkalpju nomaiņu ir sarežģītāk. Patlaban to nodrošina tikai *Roskosmos* ar savu *Sojuz*. Viena piegādātāja situācijā viss ir labi, kamēr piegādes notiek pēc plāna. Situācija krasi mainās, ja ar piegādes kanālu kaut kas atgadās. Pavisam nesen, 2018. gada 11. oktobrī, starta laikā avarēja *Sojuz MS-10*. Par laimi, nostrādāja avārijas sistēmas, un abi topošās SKS apkalpes locekļi izdzīvoja un jūtas labi. Par to vairāk lasiet M. Gertāna rakstā šajā žurnāla numurā. Pēc šādām avārijām, kā likums, avarējušais kuģa modelis

kādu laiku, kamēr notiek izmeklēšana, netiek izmantots. Un, ja tas ir vienīgais veids, kā nodrošināt SKS apkalpju nomaiņu, rodas problēma.

Situācija mainīsies jau 2019. gada sākumā, kad no ASV tiks sākti regulāri pilotējamie lidojumi uz SKS. Šādi, ar pirmajiem testa lidojumiem, kas plānoti jau 2018. gada nogalē, vainagosies līgums, ko 2014. gada septembrī NASA noslēdza ar *SpaceX* un *Boeing*. Līgums paredz, ka katra kompānija laika periodā no 2019. līdz 2024. gadam veiks sešus pilotējamus lidojumus uz SKS. Uz tiesībām noslēgt līgumu ar NASA pretendēja arī trešā ASV kompānija – *Sierra Nevada Corporation*, kas izstrādā nelielu atspolkuģi *Dream Chaser*. *Dream Chaser* startēs kā jebkurš cits kosmosa kuģis mūsdienās – vertikāli uz raķetes, bet varēs nolaisties

uz skrejceļa kā planieris. Patlaban *Dream Chaser* tiek pielāgots kravas misiju vajadzībām, jo pilotējamiem startiem NASA to neizraudzījās.

SPACEX

Tieši *SpaceX* sāka privātās SKS apgādes misijas, kad 2012. gada 22. maijā *Dragon* kravas kuģis kļuva par pirmo privāto kosmisko aparātu, kas saslēdzies ar SKS. Te svarīgi piebilst, ka *Dragon* ir spējīgs atgriezties no orbītas un nogādāt atpakaļ uz Zemes lietderīgu kravu – eksperimentu rezultātus un citu vērtīgu mantu. Tas nozīmē arī to, ka *SpaceX* uzkrāj vērtīgu pieredzi, kas nepieciešama, lai nodrošinātu iespēju uz Zemes atgriezties cilvēkiem. Un te nu mēs nonākam pie *Dragon 2*, kam ir divas modifikācijas – *Crew Dragon 2* un *Cargo Dragon 2*. Mūs interesē tieši *Crew Dragon 2*, kas ir *SpaceX* pilotējamais kosmosa kuģis. Tā izstrāde sāka jau 2010. gadā, bet nu ir pienācis brīdis, kad tas lidos. 2019. gada janvārī paredzēts bezpilota *Crew Dragon 2* starts uz SKS. Plānots, ka jūnijā tas uz SKS nogādās apkalpes locekļus.

Ko spēj *Crew Dragon 2*? Protams, startēt, nonākt orbītā, sasniegt SKS un atgriezties uz Zemes. Kosmosā to nogādās *Falcon 9 Block 5* nesējraķete, bet uz Zemes tas atgriezīsies līdzīgi kā citi kapsulas tipa kosmosa kuģi, kas lielāko daļu kustības enerģijas “atdod” atmosfērai siltuma veidā un nolaišanās beigu fāzē izmanto izpletņus. *SpaceX* bija

SITUĀCIJA MAINĪSIES 2019. GADĀ, KAD NO ASV TIKS ATSĀKTI REGULĀRI PILOTĒJAMIE KOSMISKIE LIDOJUMI.

NASA



Sierra Nevada Corporation topošā kosmosa kuģa *Dream Chaser* izmēģinājumi, pagaidām vēl uz zemes



SpaceX Dragon kravas kuģis 2012. gada 25. maijā tuvojas Starptautiskajai kosmosa stacijai



Četri astronauti, kas izraudzīti SpaceX Crew Dragon 2 testa lidojumam, pie kosmosa kuģa maketa. No kreisās: NASA astronauti Bobs Benkens un Dags Hērlijs – pirmā testa lidojuma apkalpe – un Maiks Hopkinss un Viktors Glovers – pirmā regulārā lidojuma apkalpe

plāns nolaišanos veikt, izmantojot *SuperDraco* raķešu dzinēju vilkmi, bet vismaz pagaidām tas netiks realizēts. *Crew Dragon 2* ietilpība ir līdz septiņiem cilvēkiem. Tas veidots tā, lai, pieslēdzoties pie SKS, varētu pavadīt tur 180 dienas ar iespēju šo laiku pagarināt līdz 210 dienām, līdzīgi kā patlaban *Sojuz* kosmosa kuģi, kas vienlaikus ir arī glābšanas risinājums iespējamās SKS avārijas gadījumā. *Crew Dragon 2* atvēlēta līdzīga funkcija. Nolaišanās notiks ūdenī.

NASA jau ir nosaukusi pirmā pilotējamā lidojuma apkalpi. 2019. gada jūnijā uz SKS dosies astronauti Bobs Benkens (*Bob Behnken*) un Dags Hērlijs (*Doug Hurley*), kas ir pirmā testa lidojuma apkalpe. Viņiem, jau standarta darba režīmā, otrajā *Crew Dragon 2* lidojumā sekos astronauti Maiks Hopkinss (*Mike Hopkins*) un Viktors

KURŠ BŪS PIRMAIS, KAS PĀRTRAUKS LIELO PAUZI KOPŠ PĒDĒJĀ SPACE SHUTTLE STARTA?

Glovers (*Victor Glover*). Diezgan droši, ka tieši Bobs Benkens un Dags Hērlijs kļūs par tiem, kas pārtrauks lielo pauzi kopš pēdējā *Space Shuttle* starta un kļūs par ilgākā laikā pirmajiem, kas orbitā dosies no ASV teritorijas.

BOEING

Boeing vārds saistībā ar kosmosa apguvi publiskajā telpā izskanējis mazāk, tomēr kompānijai ir liela pieredze šajā jomā. Pirms 60 gadiem *Boeing* iesaistījās *Mercury* programmā, būvēja *Saturn V* raķešu pirmo pakāpi *S-1C*, pie kuras piestiprināja piecus milzīgos *F-1* dzinējus, kas pacēla

Saturn V 61 kilometra augstumā. *Boeing* kopā ar *Lockheed Martin* izveidojusi kompāniju *United Launch Alliance*, kas sekmīgi nogādā dažādas kravas Zemes orbitā ar savām *Delta IV* un *Atlas V* raķetēm. *Boeing* ir arī nozīmīgs NASA partneris tās jaunās, super-smagās *Space Launch System* (SLS) nesēja-raķetes izveidē.

Boeing veido arī jaunu *CST-100 Starliner* kosmosa kuģi. Tas ir otrs kosmosa kuģis, kas izvēlēts SKS apkalpu nomaiņas lidojumiem no ASV teritorijas. *CST-100* izstrāde sāka ap 2010. gadu. Raksta tapšanas brīdī ir plānots, ka automatizēts

CST-100 testa starts uz SKS notiks 2019. gada martā, pilotēts testa jeb demonstrācijas starts – augustā.

CST-100 parametri ir līdzīgi *Crew Dragon 2* specifikācijai. Tajā ietilps līdz septiņiem apkalpes locekļiem, misijas ilgums būs līdz 210 dienām, ko kuģis var pavadīt pie SKS, kā arī tas nodrošinās stacijas apkalpes glābšanas funkciju neparedzētu situāciju gadījumā. *CST-100* atšķirībā no *Crew Dragon 2* tiek veidots kā kosmosa kuģis, kas, atgriežoties no orbītas, piezemējas uz sauszemes. Lai mikstinātu piezemēšanās triecienu, tiks izmantoti piepūšami baloni, nevis raķešu dzinēji, kā tas ir *Sojuz* gadījumā. Kosmosā *Boeing CST-100 Starliner* nogādās *Atlas V* raķete, kas sevi jau ir pierādījusi kā uzticama.

Viena no septiņām vietām kosmosa kuģī *CST-100* ir paredzēta kosmosa tūristam. Tāda ir *Boeing* un NASA vienošanās. *Boeing* plāno šo vietu piedāvāt turīgiem cilvēkiem par cenu, kas ir konkurētspējīga ar to, par kādu šo pakalpojumu piedāvā *Roskosmos*. Arī *Boeing CST-100 Starliner* pirmajiem lidojumiem jau ir nosauktas komandas. Testa lidojumā 2019. gada augustā dosies astronauti Ēriks Bo (*Eric Boe*), Kristofers Fērgusons (*Christopher Ferguson*) un Nikola Manna (*Nicole Aunapu Mann*), 2020. gada februārī pirmajā regulārajā lidojumā – Džošs Kasada (*Josh Cassada*) un Sunita Viljamsa (*Sunita Williams*) kopā ar vēl diviem komandas biedriem, kuri vēl nav izraudzīti.

NASA AKTIVITĀTES

NASA tikmēr pamazām strādā pie jaunās *SLS* raķetes un *Orion* starplanētu kosmosa kuģa. *SLS* testa starts raksta tapšanas brīdī plānots 2020. gada jūnijā. Tajā dosies *Orion* kosmosa kuģis bez cilvēkiem uz borta. Pirmais lidojums ar četriem cilvēkiem iecerēts 2022. gada jūnijā, kad plānots aplidot Mēnesi.

Orion kosmosa kuģa servisa modulis ir mantots no Eiropas Kosmosa aģentūras (EKA) *ATV* kravas kuģa. *ATV* kravas kuģi no 2008. līdz 2015. gadam veica piecus SKS apgādes lidojumus. *ATV* servisa modulis nodrošināja iespēju automātiski pieslēgties SKS. Veicot izpēti, tika konstatēts, ka *ATV* servisa moduli iespējams pielāgot un izmantot kā NASA *Orion* kosmosa kuģa servisa moduli. 2013. gada 16. janvārī EKA un NASA vienojās, ka *ATV* servisa modulis tiks izmantots *Orion* testa lidojumā. *Orion* servisa moduļa ražotājs ir *Airbus Defence and Space* korporācija. Servisa modulis nodrošinās *Orion* ar elektrību, gaisu un ūdeni, kā arī dos manevrēšanai nepieciešamo raķešu dzinēju vilkmi.

Protams, ka rakstā minētie termiņi var mainīties, taču ASV centieni pilotējamo kosmisko lidojumu jomā ir acīmredzami un sakrīt ar ASV politiķu vēlmi “padarīt Ameriku atkal diženu”. 🚀

* “Padarīsim Ameriku atkal diženu” (*Make America Great Again*). ASV politiķu sauklis Donaldā Trampā 2016. gada vēlēšanu kampaņā.

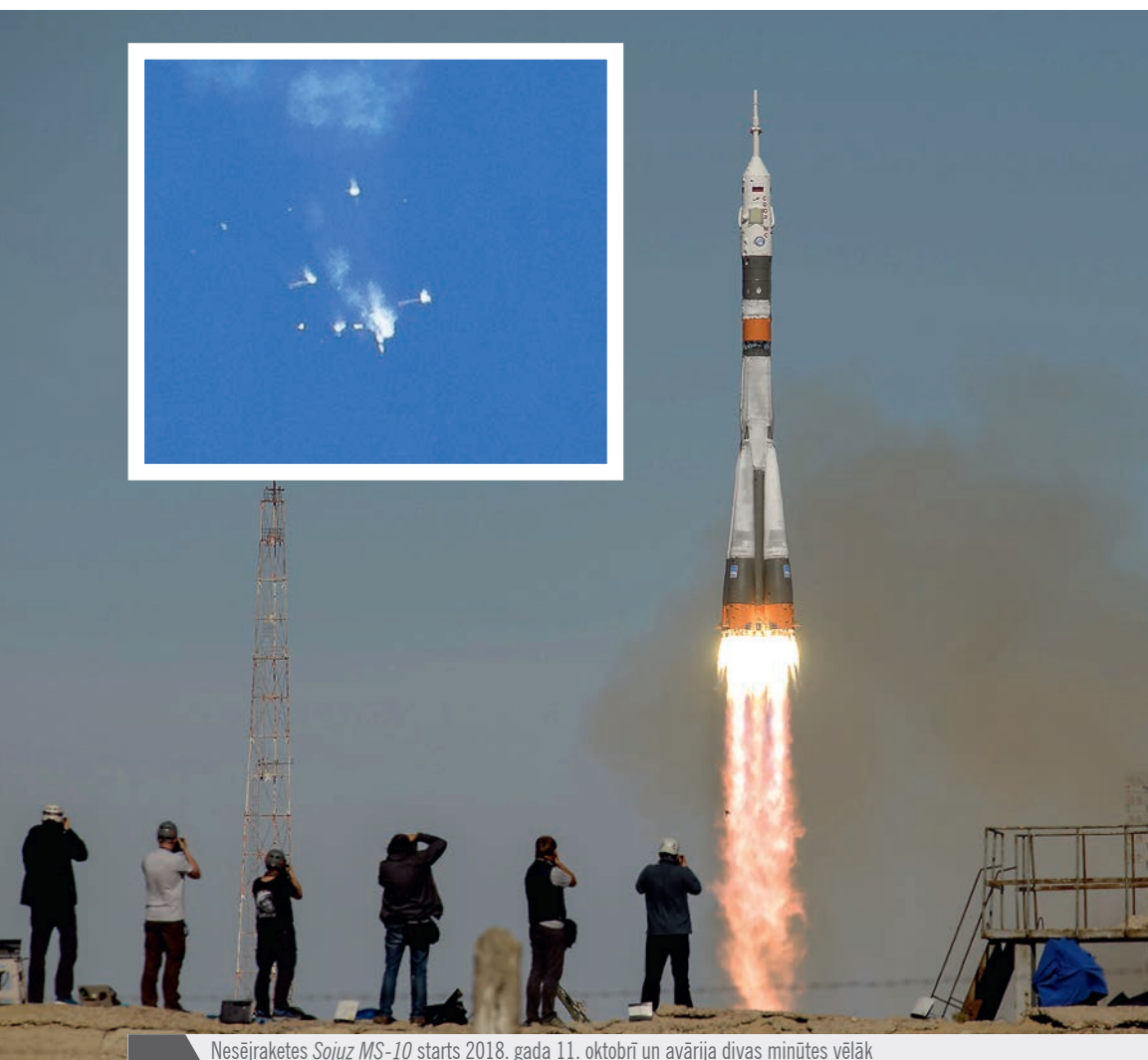
NASA/Johnson Space Center



Pieci astronauti, kas izraudzīti *Boeing CST-100 Starliner* testa lidojumam, pie kosmosa kuģa maketa. No kreisās: NASA astronauti Nikola Manna, Džošs Kasada, Ēriks Bo und Sunita Viljamsa, kā arī *Boeing* astronaut Kristofers Fērgusons

Raketes **SOJUZ** avārija PLAŠĀKĀ KONTEKSTĀ

2018. GADA OKTOBRĪ NEGADĪJUMS PĀRTRAUCA
KOSMISKĀS RAĶETES *SOJUZ* ILGSTOŠO VEIKSMĪGO LIDOJUMU VIRKNI.



NASA/Bill Ingalls

Nesējraķetes *Sojuz MS-10* starts 2018. gada 11. oktobrī un avārija divas minūtes vēlāk

Domājams, ka visi, kas seko līdzī jauniem pilotējāmās kosmonautikas jomā, jau zina, ka 2018. gada 11. oktobrī notika nesējraķetes *Sojuz MS-10* avārija, kuras dēļ pilotējamais lidojums bija jāpārtrauc un apkalpe – krievu kosmonauts Aleksejs Ovčiniņins un amerikānis Niks Heigs – jāevakuē no raķetes 119 sekundes pēc starta vairāk nekā 50 kilometru augstumā. Augstākajā trajektorijas punktā apkalpes kapsula pacēlās aptuveni 93 kilometru augstumā. Piezemēšanās notika

400 kilometru attālumā no starta vietas – nedaudz uz austrumiem no Džezkazganas.

Tas bija pirmais šāda veida negadījums PSRS/Krievijas pilotējamajā kosmiskajā programmā kopš 1983. gada 26. septembra *Sojuz T-10-1* (jeb *Sojuz T-10A*) incidenta starta kompleksā. Cik zināms raksta tapšanas brīdī, šoreiz vaina bija paštrinātāju bloku atdalīšanās procesā, pēc pirmās informācijas – nenostādājušas piropatronas dēļ neatvērās pirmās pakāpes sānu bloka augšējās daļas

vārstulis, kā dēļ gāzes neizplūda no bloka un neatvērēja bloku no raķetes otrās pakāpes, taču sīkākas tehniskas detaļas nav zināmas.

Atskatoties vēsturē, *Sojuz* programmas sākums nepavisam nebija veiksmīgs. Dažu gadu laikā citu lidojumu starpā divi no tiem beidzās ar letālu iznākumu. Sasteigtajā *Sojuz 1* misijā problēmas radās cita pēc citas. Kaut arī kosmonauts Vladimirs Komarovs tika galā ar lielāko daļu no tām, izpletņa neatvēršanās nolaišanās posmā noveda pie traģēdijas. 1971. gadā Georgijs Dobrovoļskis, Viktors Pacajevs un Vladislavs Volkovs kabīnes dehermetizācijas dēļ gāja bojā kosmosa kuģī *Sojuz 11*, atgriežoties no kosmiskās stacijas *Saļut 1*. Pēc šā gadījuma līdz kosmosa kuģu *Sojuz T* sērijas ieviešanai lidojumi notika tikai skafandros, un kabīnē bija divi kosmonauti, jo trešajam apkalpes loceklim ar skafandru vietas nebija.

Sojuz programmas gaitā ir bijuši arī interesanti un nozīmīgi sasniegumi – *Sojuz TM-15* pārlidojums no vienas orbitālās stacijas uz otru 1986. gadā (starp *Mir* un *Saļut 7*). Vai tas neatgādina kādu nesenu, labi pazīstamu grāvēfilmu? Protams, reālajā dzīvē manevru atviegloja tas, ka abu staciju orbītu plaknes bija praktiski vienā plaknē. Arī stacijas *Saļut 7* glābšana 1985. gadā bija trillera cieņnīgs notikums. Galvenie varoņi bija kosmonauti Vladimirs Džanibekovs (viņam tas bija

NENOSTRĀDĀJUŠAS PIROPATRONAS DĒĻ PAĀTRINĀTĀJA BLOKS NEATDALĪJĀS NO RAĶETES SOJUZ OTRĀS PAKĀPES

NASA/Bill Ingalls



Dažas stundas pēc izglābšanās ģimenes locekļi apskauj Alekseju Ovčiniņinu (no kreisās) un Niku Heigu

piektais lidojums kosmosā) un Viktors Savinihs. Ne velti par to Krievijā uzņemta mākslas filma, kas parādījās uz ekrāniem 2017. gadā.

Pieminēšanas vērti ir vēl daži fakti. Vienīgā, tieša, neplānotā, nolaišanās uz ūdens atgadījās 1976. gadā, kad *Sojuz 23* nolaidās seklaļajā Tengiza ezerā. PSRS kosmonautikā tas ir vienīgais šāds gadījums atšķirībā no ASV, kur pirms *Space Shuttle* ēras okeāns bija galvenā nolaišanās vieta. Laikapstākļi Tengiza ezerā gan bija bargi – jau oktobra vidū gaisa temperatūra bija zem nulles. Par laimi, pēc *Sojuz 11* upuru nav bijis, taču ir bijuši nopietni starpgadījumi pacelšanās laikā.

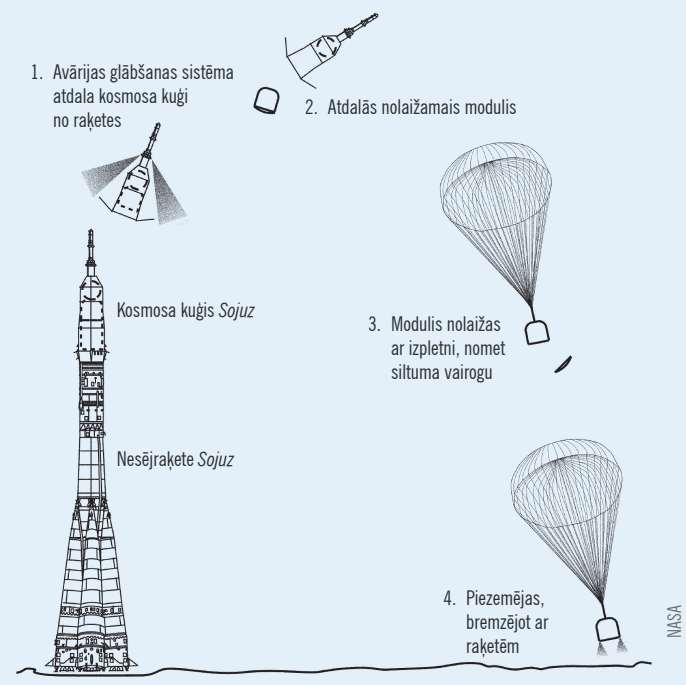
Pirmais neveiksmīgais starts, nesasniedzot orbītu, bija 1975. gada 5. aprīlī. Toreiz *Sojuz 7K-T No. 39* lidojumā problēma radās vairāk nekā 145 kilometru augstumā. 288 sekundes pēc pacelšanās, trešās pakāpes atdalīšanās procesā, neatslēdzās visi seši, bet tikai trīs fiksatori, kas savienoja otro un trešo pakāpi. Suborbitālajā lidojumā tika sasniegts 192 kilometru augstums, un kosmosa kuģa orientācijas problēmu dēļ kapsulā esošā apkalpe (Vasilijis Lazarevs un Oļegs Makarovs) tika pakļauta ļoti lielai pārslodzei (līdz pat apmēram 20 g!). Taču izpletņi atvērās veiksmīgi, un pēc nolaišanās Altajā apkalpe tika evakuēta. Mēnesi vēlāk PSRS tomēr paziņoja par šo “anomāliju”,



Filmas *Sajut 7* plakāts

Наше кино. <https://www.kinopoisk.ru/picture/3043347/>

Sojuz T-10-1 glābšanas secība. Piropatrons atdalīja kosmosa kuģi no raketes kopā ar ārējo aizsargapvalku. Avārijas glābšanas sistēmas cietās raķešdegvielas dzinēji aizrāva kosmosa kuģi prom no raketes. Šajā brīdī līdz postošajam ugunsgrēkam bija palikušas dažas sekundes. Aptuveni 650 metru augstumā nolaižamais modulis atdalījās no pārējām kosmosa kuģa daļām. Pēc inerces tas pacēlās 950 metru augstumā, tad ātri atvērās avārijas izpletnis, un kapsula laidās lejup. Tika nosviests siltuma aizsargvairogs. Lai mīkstinātu nosēšanos, iedarbojās bremzēšanas raķešdzinēji. Lielās pārslodzes dēļ kosmonauti bija guvuši nelielas traumas (asinsizplūdumus u. c.), taču citādi viņu veselības stāvoklis bija labs. Lai nomierinātu nervus, viņi iedzēra pa glāzītei vodkas.



jo tuvojās kopīgais PSRS un ASV *Sojuz-Apollo* lidojums un gluži noslēpt to nevarēja. Amerikāņi par incidentu tika informēti "jau" 7. aprīlī.

Otrs, *Sojuz T-10-1* incidents bija ļoti bīstams, apkalpe (Vladimirs Titovs un Genādijs Strekalovs) tika izglābta pēdējā brīdī. Nesējraķetē īsi pirms starta izcēlās ugunsgrēks. Tikai dažas sekundes pirms nesējraķetes bojāejas tika sekmīgi aktivizēta glābšanas sistēma, kas ar cietās raķešdegvielas dzinēju palīdzību, kuri darbojās 4 sekundēs, "aizšāva" kapsulu ar apkalpi prom. Kapsula sasniedza 950 metru augstumu un pēc 5 minūtēm nolaidās apmēram 4 kilometrus no starta kompleksa. Tātad 2018. gada *Sojuz* avārija pēc situācijas ir ietrāpījusies "pa vidu" starp abiem iepriekšējiem negadījumiem. Līdz ar to *Sojuz* apkalpes moduļa glābšanas sistēma ir pierādījusi savu efektivitāti dažādos lidojuma posmos.

Arī pats *Sojuz* 50 gadu gaitā ir modificēts un vairākkārt uzlabots. Divdesmitā gadsimta astoņdesmito gadu sākumā *Sojuz T* (1981–1986) konstrukcija ļāva tajā atkal ievietoties trim kosmonautiem skafandros. Ilgi izmantotā *Sojuz TM* sērija (1986–2002) bija apgādāta ar jaunu orbitālās satuvinašanās sistēmu *Kurs* un dzinējbloku KTDU-80, kas varēja darboties vairākos režīmos. *Sojuz TMA* (2002–2012) bija paaugstināts komforts, tajā bija pagarināti krēsli ar jauna veida amortizatoriem u. tml. Sekoja



Kosmonauti "sapakoti" kosmosa kuģī ļoti cieši. Attēlā: *Sojuz TMA-13M* apkalpe

ESA

” DROŠĀKAIS APKALPES KAPSULAS NOVIETOJUMA VEIDS IR NESĒJRAĶETES PAŠĀ AUGŠĀ, KUR TO VAR ĀTRI ATDALĪT NO NESĒJRAĶETES UN AIZVADĪT PROM.

Sojuz TMA-M. Patlaban aktuālā kosmosa kuģa modifikācija ir *Sojuz MS*. Patiesības labad jāpiebilst, ka nopietnākie negadījumi bijuši saistīti ar kosmosa kuģi *Sojuz*, taču nesējraķetes *Sojuz* kopējā statistika ir ļoti pozitīva. *Sojuz* ir pasaulē visvairāk izmantotā kosmiskā raķete, kas lidojusi vairāk nekā 1700 reižu.

2018. gada 11. oktobra negadījums vēlreiz pierāda, ka drošākais apkalpes kapsulas novietojuma veids ir nesējraķetes pašā augšā, kur vajadzības gadījumā, nostrādājot drošības sistēmai, to var ātri atdalīt no nesējraķetes un aizvadīt prom drošā attālumā. Tāds pats princips

tika izmantots arī amerikāņu *Apollo* un agrīnajā *Mercury* programmā. Bet ne amerikāņu kosmosa kuģos *Gemini* un, protams, ne kosmoplānā *Space Shuttle*. Abos kosmiskajos aparātos bija katapultēšanās iespēja, taču *Space Shuttle* programmā pēc četriem izmēģinājuma lidojumiem no tās atteicās. Turklāt to pat teorētiski nevarēja ieviest *Space Shuttle* apakšējam klājam, jo kosmoplānos bija divi klāji. Arī jaunajos topošajos pilotējamajos kosmosa kuģos *Dragon*, *Starliner* un *Orion* (skat. Raita Mīsas rakstu šajā žurnāla numurā) kapsula, kurā atrodas cilvēki, izvietota raķetes augšdaļā. ✎

SAULES SISTĒMAS

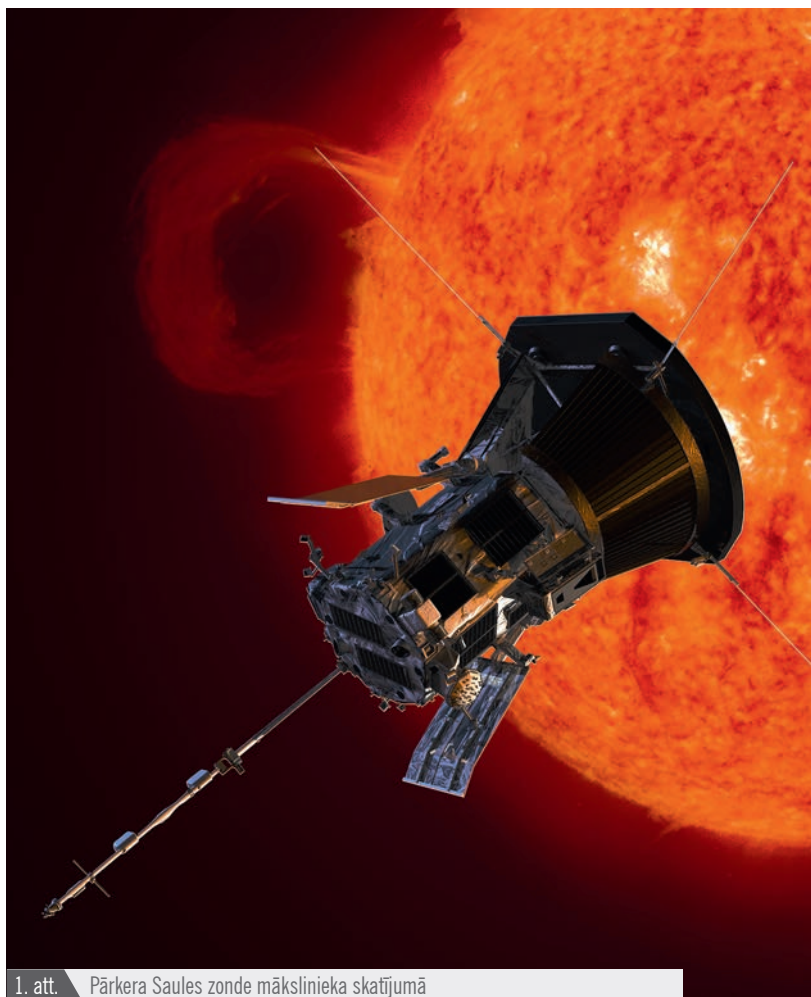
izpētes jaunumi

2018. GADA OTRAJĀ PUSGADĀ SĀKĀS VAIRĀKI NOZĪMĪGI SAULES SISTĒMAS IZPĒTES PROJEKTI, KĀ ARĪ BEIDZĀS DAŽU ILGGADĒJU KOSMISKO APARĀTU DARBMŪŽS.

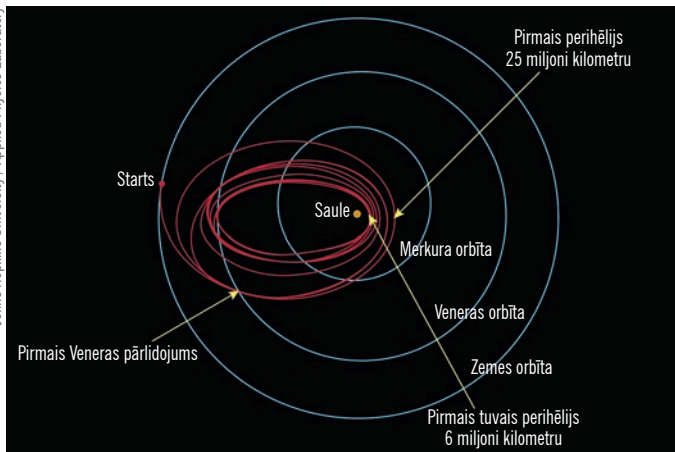
KARSTAS ZINĀS NO PĀRKERA SAULES ZONDES

Jūdzina Pārķera vārdā nosauktā Saules izpētes zonde (*Parker Solar Probe*, 1. att.) ir viena no misijām, kuras daudzus gadus ilgušais izpētes un gatavošanās darbs ir noslēdzies ar veiksmīgu startu 2018. gada 12. augustā. Pārķera Saules zonde raksta tapšanas brīdī jau ir veikusi pirmo pārlidojumu tuvu garām Saulei, bet novērojumu rezultāti tika pārraidīti uz Zemi vēlāk, 2018. gada decembrī. Pirmās orbītas perihēlija punkts atradās aptuveni 25 miljonu kilometru attālumā no Saules virsmas. Plānots, ka zonde turpinās darboties pietiekami ilgi, lai veiktu 24 tuvas Saules pārlidojumus (2. att.). Vistuvākais perihēlija punkts, aptuveni 6,2 miljonu kilometru attālumā no Saules, tiks sasniegts 2025. gada jūnijā.

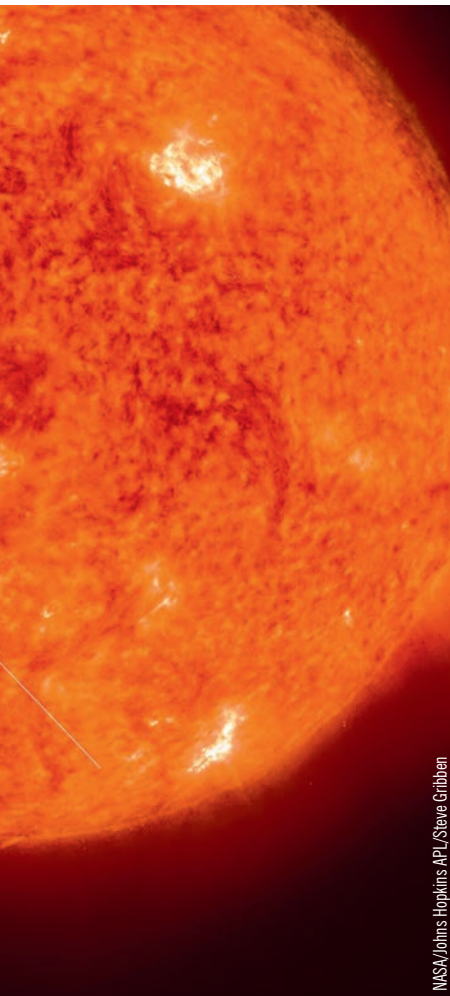
Lai nodrošinātu nepieciešamo trajektoriju, lidojot Saules virzienā, zondes



1. att. Pārķera Saules zonde mākslinieka skatījumā



2. att. Pārķera Saules zondes pakāpeniska orbītas maiņa



NASA/Johns Hopkins APL/Steve Grribben

ātrums ir jāsamazina. Tas tiks paveikts, izmantojot Veneras gravitāciju. Pārķera Saules izpētes zonde palidos garām Venerai septiņas reizes. Pirmais gravitācijas manevrs jau notika 2018. gada oktobrī. Misijas zinātniskais mērķis ir Saules vainaga un magnētiskā lauka pētījumi, kas tiks veikti, izmantojot četrus instrumentu komplektus. No karstuma, ar kādu zonde saskaras Saules tuvumā, instrumentus un pārējo aprīkojumu sargā 11 centimetrus biezs oglekļa kompozītmateriālu vairogš. Tiek lēsts, ka tuvākajā perihēlijā punktā karstuma vairogam būs jāiztur aptuveni 1400 grādu augsta temperatūra.

FIELDS instruments, kuru izstrādāja Bērklīja Universitātes komanda, veiks tiešus elektriskā un magnētiskā lauka mērījumus, noteiks plazmas blīvumu un elektronu temperatūru. ISOIS instrumentu komplektu veidoja Prinstonas Universitātes zinātnieku grupa. Ar to tiks

analizētas lādētās daļiņas – elektroni, protoni un joni, kas tiek paātrināti Saules atmosfērā un iekšējos heliosfēras reģionos. Vienīgā fotokamera, ar kuru aprīkota Pārķera zonde, ir WISPR. Tie ir divi plaša lauka teleskopi, kas vērsti dažādos virzienos un ir paredzēti Saules vainaga un iekšējo heliosfēras reģionu fotografēšanai. Ceturtais un pēdējais instrumentu komplekts ir SWEAP, kas skaitīs Saules vēja daļiņas – elektronus, protonus un hēlija jonus – un pētīs to īpašības – ātrumu, blīvumu un temperatūru.

Zinātnisko datu vākšanas fāze katrā orbītā ilgst aptuveni 11 dienas. Tās laikā zonde darbojas autonomā režīmā un veic mērījumus. Otrā fāzē ilgst 158–177 dienas atkarībā no orbītas formas. Tās laikā zonde pārraida iegūto informāciju uz Zemi. Atkarībā no attāluma līdz Saulei mainās Saules bateriju paneļu izvietojums. Saules tuvumā tie ir maksimāli pietuvināti zondes korpusam un paslēpti aiz vairoga, savukārt, attālinoties no Saules, tie tiek izvēršti uz sāniem un iegūst lielāku laukumu, kas vērsti Saules virzienā.

Misijas darbības ilgums ir atkarīgs no pozicionēšanas manevriem nepieciešamās degvielas apjoma. Lai karstuma vairogš efektīvi darbotos, tam jābūt vērstam pret karstuma avotu – Sauli. Lai šo stāvokli nodrošinātu, tiek tērēta degviela, kuras rezervēm izsīkstot, vairogu nevarēs noturēt Saules virzienā, un zondes aprīkojumu sabojās karstums.



3. att. Abas *BepiColombo* daļas pēta Merkurū. Mākslinieka zīmējums

Spacecraft: ESA / ATG-medialab; Mercury: NASA / JHUAPL / Carnegie Institution of Washington

BEPICOLOMBO CEĻĀ UZ MERKURU

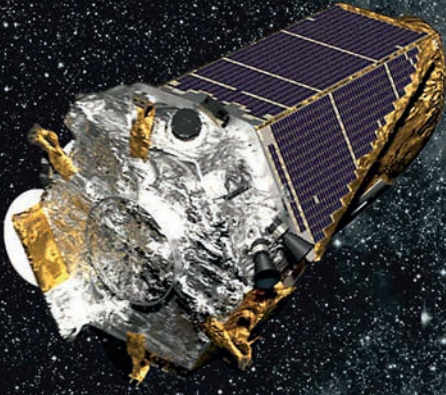
2018. gada 20. oktobrī sākas zondes *BepiColombo* septiņus gadus ilga lidojuma uz Merkurū. *BepiColombo* ir Eiropas Kosmosa aģentūras (EKA) un Japānas Kosmosa izpētes aģentūras (JAXA) kopējs projekts, kas sastāv no diviem orbitālajiem aparātiem – EKA Merkura orbitālās zondes (MPO) un JAXA Merkura Magnetosfēras aparāta (MMO

jeb Mio) (3. att.). MPO veiks planētas virsmas un iekšējās uzbūves pētījumus, MMO analizēs Merkura magnetosfēru. *BepiColombo* nosaukts par godu 20. gadsimta itāļu matemātiķim un inženierim Džuzepem “Bepi” Kolombo, kurš aprēķināja Merkura rotācijas ātrumu un izskaitļoja trajektorijas, kuras tika izmantotas *Mariner 10* lidojumiem gar Merkurū 1974. un 1975. gadā. *BepiColombo*

iegūtā informācija varētu palīdzēt atbildēt uz jautājumiem gan par pašu planētu (tās veidošanos, attīstību un situāciju mūsdienās), gan Saules sistēmu un tās veidošanos.

Tā kā *BepiColombo* lido Saules virzienā, arī tās ātrums jāsamazina. Lai iegūtu nepieciešamo trajektoriju un ātrumu, tiks izmantota Zemes (1 reizi), Veneras (2 reizes) un Merkura (6 reizes) gravitācija. Lai koriģētu zondes ātrumu starp gravitācijas manevru fāzēm, tiks izmantots jonu dzinējs. Plānots, ka abi orbitālie aparāti galamērķi sasniegs 2025. gada nogalē. Pamata misija ilgs vienu gadu pēc ieiešanas orbitā ap Merkurū. Misijas ilgumu būs iespējams pagarināt vēl par vienu gadu, ja aparāti būs labā darba kārtībā. Viens no izaicinājumiem, ar kuriem nāksies saskarties abiem orbitālajiem aparātiem, ir milzīgs temperatūras kontrasts. Saules apgaismotajā pusē zondēm būs jāpārcieš aptuveni 450 °C karstums, ēnas pusē līdz pat –180 °C liels aukstums.

MPO ir aprīkots ar 11 instrumentiem – vairākām fotokamerām, spektrometriem, kas analizēs virsmu dažādos viļņu garumos, radiometru, lāzera altimetru, magnetometru un citiem sensoriem. Desmit instrumentus izstrādājušas EKA dalībvalstu institūcijas, viens instruments ir veidots Krievijā. MPO orbītas tuvākais punkts atradīsies 480 kilometru, tālākais – 1500 kilometru attālumā no Merkura virsmas. Vienu



4. att. Kosmiskais teleskops *Kepler* un tā pētījumu objekti – planētas, kas aizsedz savu zvaigzni

apriņķojumu aparāts veiks apmēram 2 stundās. Uz MMO atrodas pieci instrumenti – magnetometrs, jonu spektrometrs, elektronu enerģijas analizators, aukstās un karstās plazmas uztvērējs un fotokamera. Instrumentu izstrādē piedalījušies zinātnieki gan no Japānas, gan Eiropas. MMO riņķos ap Merkuru 590–11 640 kilometru attālumā no virsmas, vienu apriņķojumu veicot apmēram 9 stundās.

PLANĒTU MEDNIEKS KEPLER BEIDZIS DARBU

Ilgi gaidīta, taču ne priecīga ziņa ir par *Kepler* kosmiskā teleskopa darbības beigām. Kaut arī tas nepētīja Saules sistēmas objektus, bet meklēja planētas pie citām zvaigznēm, to šeit īsumā pieminēsim. Astronoma Johannaesa Keplera vārdā nosauktā misija sākās 2009. gada 7. martā.

Kepler teleskops riņķoja ap Sauli, nedaudz iepakālus Zemei, vienu orbītu veicot 372,5 dienās. Pamata misijas laikā līdz 2013. gadam tika pētīts 115 kvadrātgrādu liels debesu apgabals, kas atrodas Gulbja, Liras un Pūķa zvaigznājā, analizējot aptuveni 150 000 zvaigžņu spožumu un tā izmaiņas, tādējādi meklējot citplanētas, kas aizsedz zvaigzni un niecīgā mērā, par procenta miljondaļām, vājina šo zvaigžņu gaismu (4. att.).

Kosmiskā aparāta galvenais instruments bija Šmita sistēmas teleskops ar 0,95 metru diametru, caur kuru gaisma nokļuva uz fokālajā plaknē novietotas fotokameras, kas bija veidota no 42 CCD matricām. Ekspozīcijas ilgums bija tikai dažas sekundes, attiecīgi summārais viena seansa laikā savākto datu apjoms bija pārāk liels, lai to varētu uzglabāt

un nosūtīt uz Zemi. Tāpēc sākotnējā datu apstrāde tika veikta jau paša teleskopa datorā. Dati tika uzglabāti cietajā diskā, no kura uz Zemi tos pārraidīja vienreiz mēnesī. 2012. gada jūlijā sabojājās pirmais no četriem instrumentiem, kas nodrošināja precīzu teleskopa pozicionēšanu. 2013. gada maijā strādāt pārstāja otrs, apdraudot turpmāko teleskopa darbību. NASA aicināja zinātniekus izstrādāt alternatīvu plānu, kā turpināt novērojumus. 2014. gada maijā NASA apstiprināja plānu *K2*, kas ļāva pagarināt *Kepler* teleskopa darbu mūžu līdz 2018. gada 30. oktobrim, kad 9 gadus un 6 mēnešus ilgusī misija tika oficiāli slēgta.

Kepler darbības laikā novēroti vairāk nekā 500 000 zvaigžņu, atrodot vairāk nekā 2600 planētu kandidātu. Savākto zinātnisko datu apjoms pārsniedz 900 GB.



NASA/JPL-Caltech

5. att. Zonde *Dawn* darbinā jonu dzinēju. Mākslinieka zīmējums

Uz to bāzes tapušas gandrīz 3000 publikāciju. Īpaši jāizceļ *Kepler* devums Zemei līdzīgu planētu meklējumos ap zvaigznēm dzīvībai labvēlīgajā zonā, kurā uz planētu virsmas potenciāli var pastāvēt šķidrums ūdens. Patlaban ir apstiprināta astoņu šādu planētu eksistence. Protams, tas, vai apstākļi uz tām patiesi ir piemēroti mums zināmām dzīvības formām, kā arī tas, vai uz tām ir attīstījusies dzīvība, būs jānoskaidro ar nākotnē iecerēto teleskopu palīdzību.

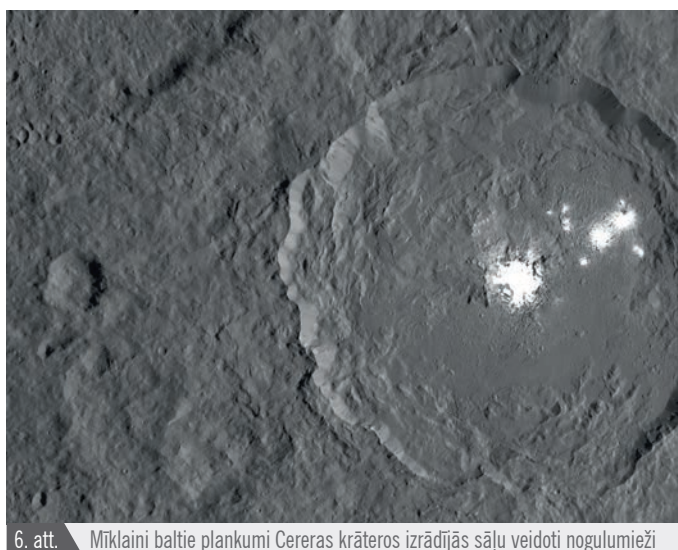
RĪTAUSMA KĻŪST PAR VAKARA KRĒSLU

Otrs kosmiskais aparāts, kura darbība beidzās 2018. gada nogalē, ir NASA finansētais asteroīdu izpētes pavadoņš *Dawn* (tulkojumā – ‘rītausma’), kas startēja no Zemes 2007. gada 27. septembrī. *Dawn* uzdevums bija doties uz asteroīdu joslu, kas atrodas starp Marsu un Jupiteru, lai pētītu lielos asteroīdus Cereru un Vestu. Papildus

modernajam un degvielas patēriņa ziņā efektīvajam jonu dzinējam, *Dawn* izmantoja arī vienu gravitācijas manevru, 2009. gada februārī palidojot garām Marsam. Ar ksenonu darbinātajam jonu dzinējam nepieciešamo enerģiju saražoja iespaidīga izmēra Saules paneļi, kuru kopējais garums, ieskaitot pašu kosmisko aparātu, bija aptuveni 20 metri (5. att.).

Dawn zonde 2011. gada jūlijā sasniedza Saules sistēmas lielāko asteroīdu Vestu, kur pavadīja nedaudz vairāk kā gadu un pēc tam devās Cereras virzienā. Pundurplanētu Cereru zonde sasniedza 2015. gada martā, kur pavadīja visu atlikušo misijas laiku līdz pat noslēgumam 2018. gada 1. novembrī. Zonde tika atstāta stabilā orbītā ap Cereru, nevis nogāzta uz tās virsmas. Ziņojot par zondes darba beigām, angļu valodā rakstošie mediji bieži izmantoja teicienu “from dawn to dusk” (no rītausmas līdz vakara krēslai).

Dawn iegūtie dati ļāva apstiprināt specifiskas meteorītu klases saistību ar Vestu un parādīja milzīgu sadursmes krāteri asteroīda dienvidpola reģionā. Zonde konstatēja ar ūdeni un oglekli bagātīgu materiālu klātbūtni uz asteroīda virsmas, kas tur, visticamāk, nokļuvuši



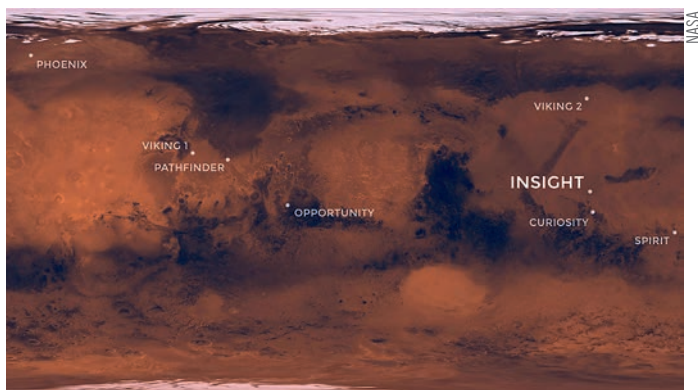
NASA/JPL-Caltech/UCLA/Max Planck Institute for Solar System Studies/German Aerospace Center/IDA/Planetary Science Institute

6. att. Mīklaini baltie plankumi Cereras krāteris izrādījās sāļu veidoti nogulumieži

pēc mazākām sadursmēm. *Dawn* sistemātiski fotografēja Vestu, fiksējot daudz interesantu virsmas veidojumu. Cereras izpēte atklāja, ka Saules sistēmas iekšējo apgabalu vienīgā pundurplanēta ir izbijusi ūdens pasaule, kuru tās pirmsākumos klājis šķidr ūdens okeāns. Ūdens un tajā izšķīdušais amonjaks reaģēja ar silikātu iežiem. Okeānam sasalstot, sāļi ir izveidojuši nogulumiežus, kas tika konstatēti vairākās vietās uz Cereras virsmas, piemēram, Okeitera krāterī (6. att.). *Dawn* atsevišķās vietās uz Cereras konstatēja arī organisko savienojumu klātbūtni.

PAVISAM SVAIGI JAUNUMI NO MARSA

Saspringts notikums risinājās 2018. gada 26. novembrī, kad uz Marsa *Elysium Planitia* lidzenumā, salīdzinoši netālu no *Curiosity* mobīļa atrašanās vietas (7. att.),



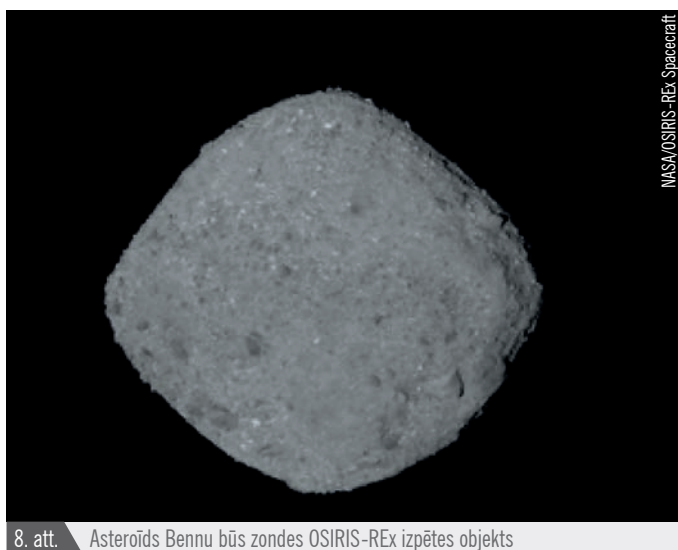
7. att. NASA sūtīto kosmisko aparātu nolaišanās vietas uz Marsa

nolaidās NASA jaunākā Marsa izpētes zonde – *InSight*, kas veiks pirmo urbumu uz Marsa piecu metru dziļumā. Šīs misijas galvenais mērķis ir ar seismometru pētīt Marsa iekšējo uzbūvi un iegūt informāciju par planētas attīstību un ģeoloģisko aktivitāti mūsdienās. Pamata zinātniskās misijas ilgums plānots vienu Marsa gadu (gandrīz divus Zemes gadus), kam var sekot arī pagarinātā misija.

KARALIS OZĪRISS LŪKOJAS UZ ASTEROĪDU

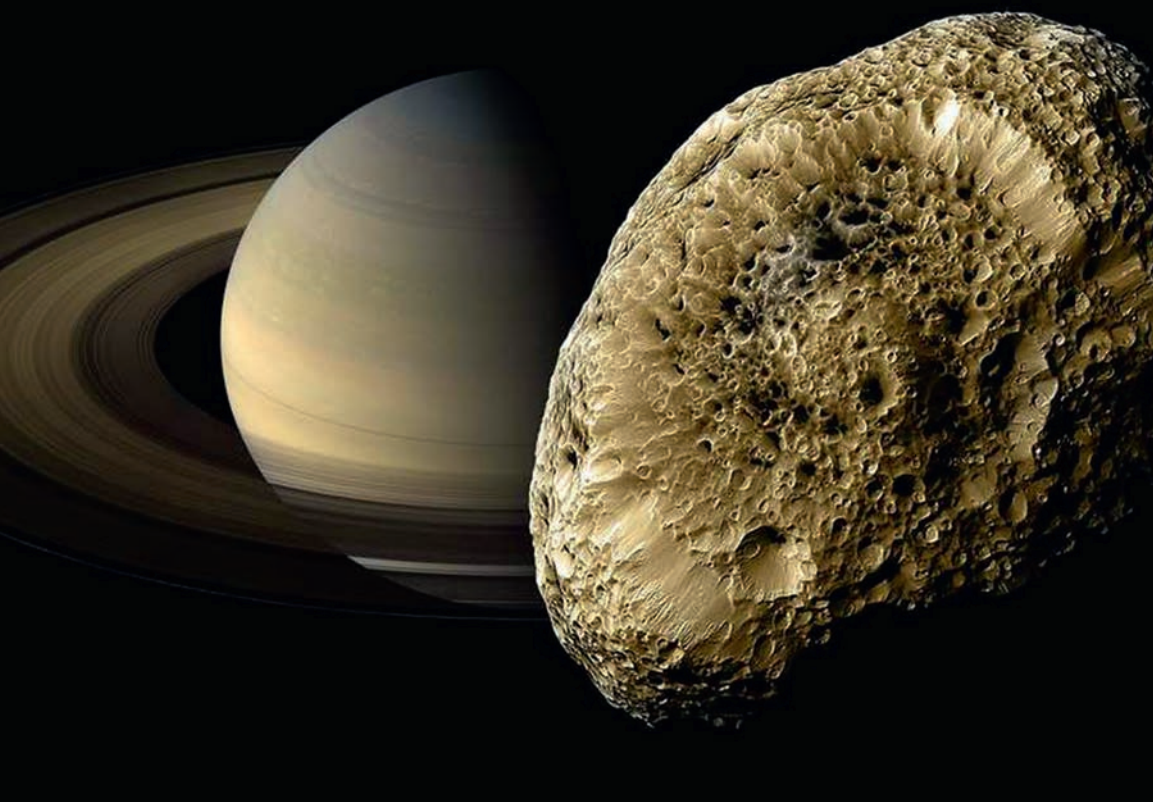
Arī Zemes orbītas tuvumā riņķo ne mazums asteroīdu, no kuriem aptuveni 500 metru lielo asteroīdu Bennu (8. att.) 2018. gada 3. decembrī sasniedza NASA kosmiskais aparāts OSIRIS-REx. Tāda lepni skanoša abreviatūra (karalis Ozīriss) izveidojusies no misijas garā angļu nosaukuma (*Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security, Regolith Explorer*). Zonde atradīsies orbītā ap šo salīdzinoši mazo kosmisko objektu līdz 2021. gada martam. Interesantākais brīdis gaidāms 2020. gadā, kad tiks paņemts asteroīda paraugs, kuru 2023. gadā NASA plāno atgādāt atpakaļ uz Zemi.

Kā redzam, Saules sistēmas izpēte notiek visnotaļ aktīvi. Par iegūtajiem rezultātiem, panākumiem un arī neveiksmēm, kuras diemžēl var gadīties, noteikti ziņosim turpmākajos žurnāla numuros. 🚀



8. att. Asteroīds Bennu būs zondes OSIRIS-REx izpētes objekts

Haotiskais HIPERIONS



Skats uz Saturnu no Hiperiona. NASA attēlu kolāža

NASA

Vērojot augstus kalnus uz Zemes, varam iedomāties noteiktu līmeni, virs kura sniegotās virsotnes mirdz baltas visu gadu, nenokūstot pat vasarā. Līdzīgi arī ārējā Saules sistēmā ir iedomājama sniega līnija, aiz kuras parastais ūdens ledus pat

kosmiskajā vakuumā ir stabils miljardiem gadu ilgi. Vēl piecu astronomisko vienību attālumā no Saules, kur riņķo Jupiters ar savu pavadoņu saimi, var novērot lēnas ledus sublimēšanās (iztvaikošanas bez kušanas) pazīmes, taču 10 astronomisko vienību attālumā Saule silda

tik vāji, ka uz Saturna pavadoņu virsmas ledus ir mūžīgs.

Tik tiešām, triecienkrāteru formas uz lielākās daļas Saturna pavadoņu ir līdzīgas kā uz Mēness, kas sastāv no cietiem silikātiem, jo ūdens ledus Saturna sistēmā ir izturīgs un mūžīgs kā akmens. Būtiski

atšķirīga krāteru forma ir novērojama vienīgi uz nelielā Hiperiona, kas riņķo nedaudz tālāk no Saturna nekā tā milzu pavadoņi Titāns.

SŪKLIS HIPERIONS

Līdz pavadoņa *Cassini* lidojumam Saturna sistēmā par Hiperionu bija zināms visai maz. Pirmo reizi *Cassini* apciemoja Hiperionu 2005. gada 26. septembrī, pārlidojot gar to 500 kilometru attālumā. Attālāki pārlidojumi notika arī 2011. un 2015. gadā. Hiperiona kopējie apveidi atgādina neregulāras formas kosmisku kartupeli (izmēri $360 \times 266 \times 205$ km), taču, apskatot virsmu tuvāk, tā ir līdzīga sūklim, jo cita pie citas drūzmējas neskaitāmas meteorītu triecienu izsistas dziļas bedres, starp kurām nav līdzenumu. Hiperiona krāterus atdala samērā stāvas kalnu grēdas, kuras ir radušās ne tikai sākotnējos meteorītu triecienos, bet arī piedziņojušās daudzus nobrukumus, kas krāteru sienām ir piešķirušī vienādu slīpumu.

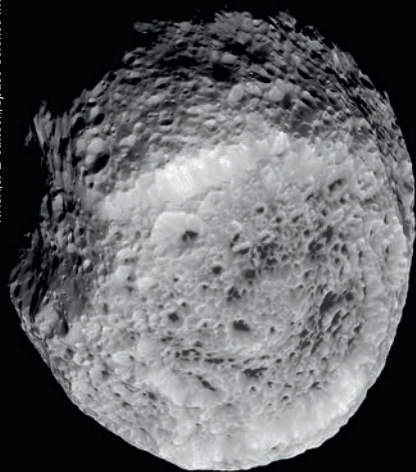
Krāteru iekšpusē nav sakrājies tik daudz nogruvušo ledus iežu, kā varētu gaidīt. Tipiska krātera gultni klāj tumšu nosēdumu slānis, turklāt krāteri ir diezgan dziļi – vidējais krātera dziļums ir 21% no diametra, kamēr uz citiem Saturna pavadoņiem šī attiecība ir tikai 14%. Tumšie nosēdumi kopā ar krāteru piltuves veida profilu liecina, ka ilgā laikā ir notikusi balto ledāju sublimēšanās, bet pāri palikušās negaistošas

tumšas organiskās vielas, kas pēc pavadoņa *Cassini* iegūtajiem infrasarkanajiem spektriem atbilst tādu kosmisko kvēpu sastāvam, kādi novēroti arī uz Saturna pavadoņu Japeta un Fēbes virsmas. Ja neskaita atsevišķas oglekļa-ūdeņraža ķīmisko saišu vibrācijas infrasarkanajā spektrā, Hiperiona tumšo vielu no attāluma ir grūti raksturot, un planetologiem pagaidām jāsamierinās ar atziņu, ka tā ir līdzīga oglekļa meteorītu sastāvam. Toties gaišie ledāji ir ļoti interesanti gan sastāva, gan fizikālo īpašību ziņā. *Cassini* uzņemtie infrasarkanie spektri parāda, ka līdz ar ūdens ledu Hiperions satur arī daudz oglekļa dioksīda, kas turklāt ir vienmērīgi izkliedēts pa tā virsmu, nevis koncentrēts atsevišķās tīra sausā ledus iegulās. Domājams, ka ūdens ledus uz Hiperiona satur oglekļa dioksīdu tā kristāliskās struktūras sastāvā, līdzīgi kā daudzi citi dabā iespējami klatrāti – gāzes saturoši ūdens ledus paveidi. Par to liecina arī infrasarkanā spektra niansas, kas neatbilst tīram sausajam ledum (sasalušam oglekļa dioksīdam). Tādi klatrāti spēj noturēties kosmiskajā vakuumā krietni ilgāk nekā sasalušas gāzes tīrā veidā, tomēr pat Saturna sistēmā, kur Saules siltuma ir simt reižu mazāk nekā pie mums, klatrāti lēnām iztvaiko, un Hiperions pamazām zaudē savu oglekļa dioksīdu.

Oglekļa dioksīda iztvaikošanu krāteru iepaklās veicina

divi apstākļi. Pirmkārt, katrs krāteris darbojas kā Saules siltuma kolektors, kur krātera sienu atstarotais Saules siltums visvairāk nonāk tieši krātera vidū, bet naktī krātera sienas samazina siltuma izstarošanu kosmosā. Otrkārt, kad oglekļa dioksīda sublimēšanās dēļ krātera gultnē sāk uzkrāties tumšie putekļi, tie dienā pastiprināti sasilst un daļu sava siltuma novada dziļāk Hiperiona virsmā. Šo apstākļu iedarbību vēl vairāk pastiprina Hiperiona savādā rotācija, precīzāk sakot, kūleņošana pa savu orbītu.

MAS/JPL-Caltech/Space Science Institute foto



Hiperiona neregulāro formu ir "izkaluši" milzīgi trieciēnkrāteri, no kuriem šeit vienā attēlā redzami divi piemēri. Lielākā trieciēna radītā baseina diametrs uz Hiperiona virsmas ir gandrīz puse no paša Hiperiona diametra. Pavadoņi *Cassini* šo attēlu uzņēma 2011. gada 25. augustā no 58 000 kilometru attāluma, izšķirtspēja 349 metri uz pikseli



NASA/JPL/Space Science Institute fotomontāža

Attēls, kas veidots no sešiem atsevišķiem fotoattēliem, parāda Hiperionu tuvplānā. Tā īpatnējie piltuves formas trieciēnkrāteri atšķiras no krāteriem uz citu Saturna pavadoņu virsmas, un ir redzami pēc ledus sublimēšanās palikušie tumšie putekļi. Pavadonis *Cassini* šos attēlus uzņēma 2005. gada 26. septembrī no 33 000 kilometru attāluma, izšķirtspēja 197 metri uz pikseli

PAVADONIS, KAS MET KŪLENĀS

Debess ķermeņa rotācija ir viens no visvieglāk nosakāmajiem raksturlielumiem jau drīz pēc atklāšanas, kad neviens kosmiskais aparāts vēl nav parādījis tā izskatu tuvplānā. Pietiek tikai caur teleskopu sistemātiski mērīt debess ķermeņa spožumu, un periodiskās spožuma izmaiņas var izskaidrot ar rotāciju, kas uz novērotāja pusi pagriež tumšākus vai gaišākus virsmas reģionus. Taču tā tas nav Hiperiona gadījumā, kuram spožuma likne nav paredzama vairāk kā dažas nedēļas uz priekšu.

Mēs arī nevarētu paredzēt, kura Hiperiona puse būtu novērojama, noteiktā datumā veicot lidojumu gar to. Hiperions ir pirmais un lielākais Saules sistēmas ķermenis, kuram tika novērota haotiska kūleņošana, kas gan ir kosmiskiem mērogiem pieklājīgi lēna – paiet vidēji 13 Zemes diennaktis, kamēr tas apgriežas uz vieniem vai otriem sāniem.

Hiperiona haotiskā kustība nozīmē, ka galvenais siltuma avots – Saule – kustas Hiperiona debesis pa haotisku trajektoriju un dažkārt līdz da vienu virsmas pusi ilgāk, nekā vidēji pienāktos, kas arī palīdz neatgriezeniski zaudēt oglekļa dioksīdu, sevišķi no dziļajiem piltuves formas krāteriem. Hiperiona grozīšanās nekad neapstājas – ik pēc 21 dienas tas iziet cauri Saturnam tuvākajam orbītas punktam, un Saturna paisuma spēki to cenšas pagriezt ar garāko asi virzienā uz Saturnu. Saņēmis šādu ārēju iedarbību, Hiperions attālinās no Saturna, taču orbītas tālākajā punktā Hiperiona kustība ap Saturnu ir 1,28 reizes lēnāka, un no Saturna paisuma spēkiem saņemtais grūdiens tam liek pagriezties tālāk, līdz garākā ass vairs nav virzienā uz Saturnu. Tā kā Hiperions

nav līdzīgs olai, bet nedaudz līkam kartupelim, tas saņem Saturna paisuma spēku grūdienus arī uz augšu vai leju no orbītas plaknes, un ilgākā laikā ikviens Hiperiona virsmas reģions piedzīvo dažāda ilguma dienu un nakti. Lai arī Hiperiona kustību var īstermiņā modelēt ar skaitliskām metodēm, ilgtermiņā tā nav analītiski aprakstāma, tāpat kā dubultā svārsta kustība, kur liela svārsta galā ir piekabināts mazāks svārsts un kura kustība ir ļoti uzskatāmi haotiska. Hiperiona gadījumā lielais svārsts līdzinās tā orbītai ap Saturnu, bet mazais svārsts ilustrē Hiperiona kūleņošanu ap savu masas centru.

Kas būtu noticis ar Hiperionu, ja tas savas orbītālās evolūcijas dēļ nebūtu turējies pa gabalu no Saturna milzu pavadoņa Titāna, pateicoties galvenokārt orbītu periodu 4:3 attiecībai, kas izslēdz Hiperiona tuvus lidojumus gar Titānu? Droši vien Hiperions ar visu savu gaisītošo vielu kravu būtu kļuvis par daļu no Titāna, tāpat kā pārējā pirmatnējā viela, kas riņķoja ap Saturnu zonā no Titāna līdz Japeta orbītām (21–61 Saturna rādiusa attālumā). Pretstatā gredzeniem un iekšējai Saturna pavadoņu sistēmai, kas atrodas planētai

”
MUMS, PLANĒTU IZPĒTES
LĪDZJUTĒJIEM, IR VĒRTS IESKATĪTIES
HIPERIONA ATTĒLOS UN ATSKĀRST, KA OTRA
TĀDA ĶERMEŅA SAULES SISTĒMĀ NAV.

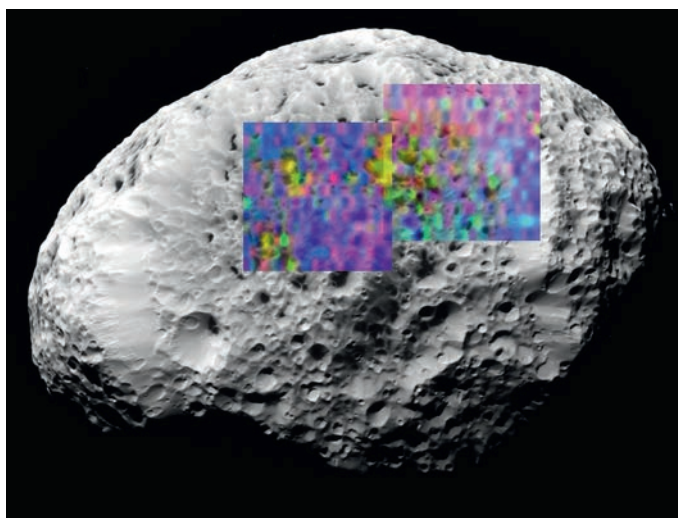
Skaties vēl:

Haotiskās kūleņošanas mehāniskais modelis: <https://www.youtube.com/watch?v=IP6f9r5MBWg>

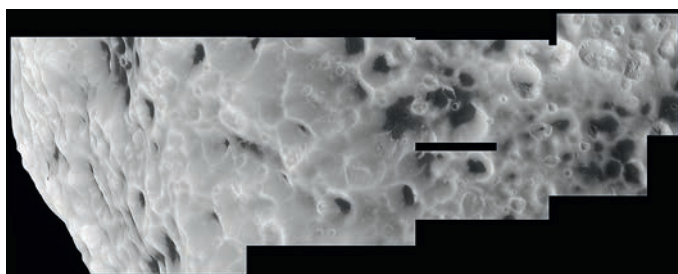
Saturna pavadoņu Hiperiona un Titāna 4:3 orbitālā rezonanse: <https://www.youtube.com/watch?v=tjXZ05Hphqg>

tuvāk nekā Titāns, telpa tālāk par Titānu ir apbrīnojami tukša. Hiperions vienīgais glabā liecības par to, kāda bija tā pirmatnējā Saturna akrēcijas diska viela, no kuras veidojās Titāns un droši vien arī pārējie Saturna pavadoņi. Tā kā Hiperions nekad nav izkūsis un smaguma spēks uz tā ir tikai 0,2% no Zemes smaguma spēka, Hiperiona viela nekad nav sablīvējusies un joprojām ir ļoti poraina. Hiperiona zemais vidējais blīvums (544 kilogrami uz kubikmetru) liecina, ka apmēram 45% no Hiperiona tilpuma ir poras starp ledus kristāliem, tātad tā mikrostruktūra līdzinās netīra sniega pikai. Augstais gāzu saturs ledū, domājams, ir pirmatnējās vielas raksturīgums, kas laika gaitā varbūt ir samazinājies, taču kopumā saglabājies labāk nekā citās Saturna sistēmas vietās.

Lai arī Hiperions pēc ķīmiskā sastāva un ledus iežu uzbūves ir pirmatnējs ķermenis, tas riņķo pietiekami tuvu Saturnam, tāpēc nav uzskatāms par nejausi pieklīdušu kentauru tipa ķermeni, kā domā par Saturna tālo ārējo pavadoņiem Fēbi, kas



Saturna astotais lielākais pavadoņs Hiperions sastāv ne tikai no ledus un sasaluša oglekļa dioksīda, bet arī no oglei līdzīgiem organisko vielu putekļiem, kas koncentrējas triecienkrāteros. *Cassini* infrasarkanā kartējošā spektrometra attēli mākslīgās krāsās parāda ūdens ledu (zils), oglekļa dioksīdu (sarkans), kā arī neidentificētas organiskās vielas (dzeltens)



Cassini iegūtie attēli ar augstu izšķirtspēju (26 metri uz pikseli) parāda, ka Hiperiona virsmu būtiski ietekmējuši ledus sublimēšanās procesi un nogruvumi. Tumšos apvidus klāj plāna, oglei līdzīga materiāla sega, ko vietām caursitūši neseni meteorītu triecieni. Mozaikā izmantotie foto kadri uzņemti 2005. gada 26. septembrī no 4000–8000 kilometru attāluma

riņķo ap Saturnu pretējā virzienā nekā vairākums pavadoņu. Hiperions tātad ir bijis Saturna sistēmas veidošanās notikumu liecinieks un brīnumainā kārtā saglabājies 4:3 orbitālajā rezonansē ar Titānu, tāpēc nav kļuvis par daļu no Titāna, un vienīgais no Saturna pavadoņiem satur nepārveidotu pirmatnējo

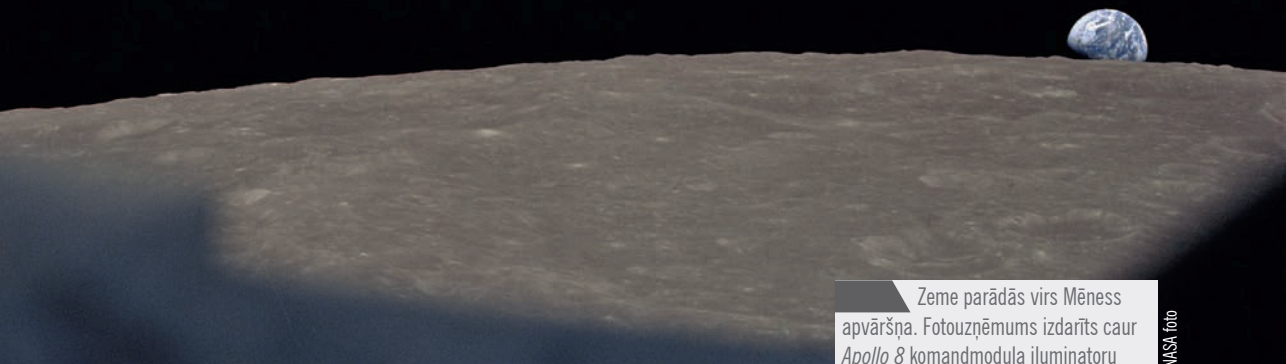
Saturna pavadoņu vielu. Jau ar šīm nedaudzajām atziņām pietiek, lai Hiperions būtu pelnījis tikpat nopietnu planētoģu uzmanību kā lielākie, apaļie Saturna pavadoņi, un arī mums, planētu izpētes līdzjutējiem, ir vērts ieskatīties Hiperiona attēlos un atskārst, ka otra tāda ķermeņa Saules sistēmā nav. 🌑

Galaktikas M82 foto



Lielzeltiņu observatorijā

Divās naktīs, 2018. gada 13. un 14. oktobrī, uzņemot 60 kadrus ar 10 minūšu ekspozīciju, Lielzeltiņu observatorijā ir izdevies iegūt kvalitatīvu galaktikas M82 attēlu. Tā ir neregulārā galaktika, kas atrodas aptuveni 12 miljonu gaismas gadu attālumā Lielā Lāča zvaigznājā. M82 ir nedaudz mazāka par Piena Ceļa galaktiku, bet tās centrālajā daļā (uz foto sarkanā krāsā) veidojas daudz vairāk zvaigžņu nekā mūsu Galaktikā. Šā iemesla dēļ M82 samērā bieži mums “dāvina” pārnovu uzliesmojumus – pēdējā uzliesmoja 2014. gada janvārī. Attēls iegūts ar teleskopu *Astrosib RC360*, montējumu *SkyWatcher EQ8*, CCD kameru – *Atik 11000color*. Gidēšanai izmantota kamera *ZWO ASI120MM* ar *PHD2* programmatūru. Piecdesmit seši labākie kadri salikti kopā ar programmatūru *DeepSkyStacker*. Papildus bija uzņemti 160 kalibrēšanas kadri. Krāsu korekcija veikta ar *Fitstacker*, minimāla pēcapstrāde – ar *Photoshop CC2018*.



Zeme parādās virs Mēness
apvāršņa. Fotouzņēmums izdarīts caur
Apollo 8 komandmoduļa iluminatoru

NASA foto

TRĪS VĪRI orbītā ap Mēnesi

JA *APOLLO 8* LIDOJUMS AP MĒNESI NOTIKTU MŪSDIENĀS,
TAS DROŠI VIEN TIKTU ATZĪTS PAR PĀRĀK RISKANTU, PAT TRAKU.
TAČU RISKS ATTAISNOJĀS!

Lai cik augstu lidmašīna paceltos Zemes atmosfērā, tā nevar palikt augšā uz visiem laikiem, un nenovēršami seko nolaišanās. Kosmosā ir citādi. Ja sabojājas kosmosa kuģis, tā apkalpe var uzturēties kuģī tik ilgi, kamēr beidzas dzīvības nodrošināšanai nepieciešamie resursi. Kosmosa kuģis, kas atstājis Zemes orbītu, var nekad neatgriezties, un visticamāk, ka nekas nebūs zināms par tā likteni. Kosmosā cilvēks ir pilnībā atkarīgs no tehnikas, kurā katru detaļu – un

to ir tūkstošiem – ir būvējusi firma, kas uzvarēja piegādātāju izvēles konkursā ar lētāko piedāvājumu.

Apollo Mēness ekspedīciju plānotāji un astronauti pirms 50 gadiem rēķinājās ar dabas spēku radītajām briesmām – meteoriem, radiāciju un Mēness virsmas īpašībām. Šie faktori tika laikus izpētīti ar bezpilota zondēm, kurās riņķoja gan Zemes, gan Mēness orbītā, kā arī nolaidās uz Mēness. Ar lielu interesi tika pētīta arī cilvēka fizioloģija kosmisko lidojumu apstākļos, un patiesi daudziem

pieredzējušiem lidotājiem-izmēģinātājiem bija problēmas pielāgoties darbam bezsvara stāvoklī, kas izpaudās kā reibonis un nelabums. Tomēr būtiskākās bažas saistījās ar kosmosa kuģu sistēmām, kurās it kā bija pilnībā zināmas. Kosmosa kuģos, kur par katru skrūvīti bija atbildīgi konkrēti, ļoti kvalificēti inženieri, tomēr slēpās līdz galam neizprasti riska faktori.

Tragiskais *Apollo 1* negadījums 1967. gada 27. janvārī, kad pirmsstarta treniņu laikā no īssavienojuma aizdegās porolona izolācija

un sadega trīs astronauti – Virdžils Grisoms, Edvards Vaits un Rodžers Čafi, visiem parādīja, kā viena dzirkstele var iznīcināt kosmosa kuģi, un par pusotru gadu aizkavēt visu pilotējamo lidojumu programmu. Tika pārkonstruēta *Apollo* kuģu elektroinstalācija, aizvākti degt spējīgie materiāli un aizliegti treniņi tīra skābekļa atmosfērā.

Ilgā *Apollo* kosmosa kuģu sistēmu testēšana ļāva pamazām “izķert” konstrukcijas kļūdas un ražošanas defektus. Tajā pašā laikā ne katru sistēmu ir iespējams pirms starta pārbaudīt reālistiskos apstākļos. Citos gadījumos, kā tas vēlāk izrādījās ar bojāto skābekļa tvertni, kura eksplodēja *Apollo 13* lidojuma laikā, tieši neuzmanīga testēšana radīja slēptus bojājumus. Kādā brīdī bija jāatzīst, ka *Apollo* kuģi ir gatavi lidojumiem un ir pienācis laiks tos pārbaudīt kosmosā. Pirmie trīs *Apollo* komandmoduļa izmēģinājuma lidojumi kosmosā notika bezpilota režīmā (*AS-202* suborbitālais lidojums, *Apollo 4* un *Apollo 6* orbitālie lidojumi). Pirmais pilotējamais *Apollo* programmas lidojums bija *Apollo 7* 1968. gadā no 11. oktobra līdz 22. oktobrim, kad astronauti Volters Širra, Dons Aisels un Volters Kaningems izmēģināja jauno kuģi zemā orbītā ap Zemi, zinot, ka nolaisties no zemas orbītas ir krietni vieglāk nekā atgriezties no Mēness.

Pēc *Apollo 7* lidojuma vajadzēja veikt komandmoduļa un

LAI GAN KATRA SKRŪVĪTE TĪKA IESKRŪVĒTA AR MILZĪGU RŪPĪBU, KOSMOSA KUĢOS TOMĒR SLĒPĀS LĪDZ GALAM NEIZPRASTI RĪSKA FAKTORI.

Mēness kabīnes kopīgu testēšanu zemā orbītā ap Zemi, tomēr 1968. gada nogalē Mēness kabīne vēl nebija gatava pilotējamiem lidojumiem. Tajā pašā laikā bija zināms, ka Padomju Savienība 1968. gada septembrī ar *Proton-K* nesējraķeti palaidusi bezpilota kosmosa kuģi *Sojuz 7K-L1 (Zond 5* misija) cilpā ap Mēnesi un veiksmīgi to atguvusi pēc nolaišanās Indijas okeānā. Lai arī mazajam *Sojuz* kuģim nepietiktu degvielas, lai ieietu orbītā ap Mēnesi, bija gaidāms, ka padomju kosmonauti varētu pirmie aplidot Mēnesi, kas būtu liela propagandas uzvara.

Gaidot uz *Apollo* Mēness kabīnes gatavību

izmēģinājuma lidojumiem, dažiem NASA menedžieriem radās ideja, kas mūsdienās droši vien tiktu atzīta par traku. To *Apollo* komandmoduļa, kas bija paredzēts izmēģinājumiem Zemes orbītā kopā ar Mēness kabīni, tika piedāvāts sūtīt pirmajā pilotējamā lidojumā uz Mēnesi bez Mēness kabīnes, kas citos lidojumos daļēji dublētu komandmoduļa sistēmas. Tādā ziņā tas būtu tehniski riskantākais no plānotajiem *Apollo* lidojumiem, kurā astronautu drošība pirmo reizi tiktu uz sešām dienām pilnībā uzticēta tehnikai, bez iespējām nolaisties pirms laika. Pirmais astronauts, kuram šo misiju piedāvāja, bija Džeims Makdivits, bet viņš



Apollo 8 apkalpe (no kreisās: Viljams Enderss, Frenks Bormans un Džeimss Lovels) treniņu starplaikā pie kosmosa kuģa treniņziera 1968. gada 17. decembrī, četras dienas pirms starta

IKVIENU VIDĒJI SAPRĀTĪGU CILVĒKU VAR IEMĀCĪT VEIKT LIDOJUMU UZ MĒNESI, BET ASTRONAUTU PROFESIONALITĀTE IZPAUŽAS TIEŠI KRĪZES SITUĀCIJĀS.

nepiekrīta. Otrs kandidāts bija Frenks Bormans, kurš piekrita un par savu lēmumu informēja savus apkalpes locekļus Džeimsu Lovelu un Viljamu Endersu. Viņi šo misiju uzskatīja par iespēju kalpot savai valstij un vienlaikus arī par savas karjeras augstāko punktu, tāpēc sāka intensīvi gatavoties kosmosa kuģa trenāžierī jau augustā, lai pārvaldītu visas kuģa sistēmas un būtu gatavi arī darbībai dažādās krīzes situācijās. Kā toreiz mēdza teikt astronautu apmācības vadītāji, ikvienu vidēji saprātīgu cilvēku var iemācīt veikt lidojumu uz Mēnesi, taču tieši krīzes situācijās izpaužas spēja kontrolēt tehniku, kas ir astronautu profesionalitātes pamats.

Gatavojoties *Apollo 8* misijai, šie astronauti lēsa, ka ir jēga lidot, ja izredzes atgriezties ir augstākas par 50 procentiem. Viņi ne tikai mācījās un trenējās paši, bet arī uzraudzīja sava kosmosa kuģa montāžu un testēšanu. Piedaloties tehnikas tapšanā, padziļinājās viņu izpratne par sistēmām, no kurām misijas laikā būs atkarīga viņu dzīvība un kuru sarežģītība bija vienlaikus gan priekšrocība, gan drauds.

Pirmais kritiskais resurss lidojuma laikā bija elektroenerģija, ko *Apollo* kuģos ražoja trīs ūdeņraža-skābekļa

degvielas elementi, kuru darbību nodrošināja divas ūdeņraža tvertnes (kopā 26 kilogrami šķidra ūdeņraža pie 17 atmosfēru spiediena) un divas skābekļa tvertnes (kopā 298 kilogrami šķidra skābekļa pie 62 atmosfēru spiediena). Astronautu dzīvība bija atkarīga no tehnikas, savukārt tehnika nestrādāja bez elektroenerģijas. Elektrība bija vajadzīga borta datoram un navigācijas instrumentiem, kā arī radiosakariem, lai varētu kuģa trajektorijai sekot arī no Zemes un salīdzināt ar to, ko rādīja inerciālās navigācijas instrumenti. Cilvēka maņas nav pietiekamas kosmiskajai navigācijai, jo acis melnajā tukšumā nevar parādīt nedz attālumu, nedz ātrumu. Ieiešana Mēness orbītā bija jāveic 400 tūkstošu kilometru attālumā ar dažu kilometru precizitāti, un vajadzīgos aprēķinus veica tiem laikiem izcili miniaturizēts dators ar masu 32 kilogrami, kam vienlaikus bija jābūt noturīgam pret kļūmēm, tāpēc visa programma tūra bija ar vara stieplēm ievīta magnetizējamam ferīta gredzenīņos. Dators saņēma informāciju no inerciālās navigācijas instrumentiem, tastatūras, kuģa radariem un arī pa radio no Zemes, un tā uzdevumos ietilpa kontrolēt

galvenā dzinēja darbības laiku un ilgumu, orientācijas dzinējus, kā arī informēt astronautus par kuģa orientāciju, ātrumu un atrašanās vietu.

Otra kritiskā sistēma bija orientācijas kontroles dzinēji, bez kuriem nevarētu stabilizēt kuģi noteiktā virzienā, kas nepieciešams galvenā dzinēja darbināšanai un sakariem ar Zemi. *Apollo* kuģa tvertnēs glabājās 120 kilogrami monometilhidrazīna degvielas un dislāpekļa tetraoksīda oksidētāja divpadsmit orientācijas kontroles dzinēju darbināšanai, un šos resursus bija nepieciešams lietot taupīgi. Lielāko daļu ceļa kuģis lēni rotēja ar ātrumu viens apgrieziena stundā, lai orientācijas uzturēšanai nebūtu jātērē degviela un Saule kuģi sildītu vienmērīgi no visām pusēm, kā arī lai orientācijas dzinēju darbība nemainītu precīzi noteikto lidojuma trajektoriju. Citos gadījumos, kad trajektoriju vajadzēja korigēt par mazāk nekā trīs metriem sekundē, šim nolūkam izmantoja orientācijas kontroles dzinējus.

Apollo kuģa trešā kritiskā sistēma bija galvenais manevrēšanas dzinējs ar iespaidīgu izmēru niobija sprauslu, kura vilces spēks bija 10 tonnas. Šis dzinējs nebija izstrādāts gluži no jauna, jo līdzīgus dzinējus jau desmit gadus izmantoja *Atlas* un *Thor* nesējaķešu augšējās pakāpēs. Tie bija ļoti vienkārši un ar augstu specifisko impulsu (liesmas izplūdes ātrumu), taču prasīja toksisku

degvielu, kas sastāvēja no hidrazīna un dimetilhidrazīna maisījuma, kā arī korozīvu oksidētāju – dislāpekļa tetroksīdu. Divpadsmit tonnu smagajā *Apollo* kuģī bija lielas tvertnes gan degvielai, kuras masa bija 7,2 tonnas, gan oksidētājam, kura masa bija 11,4 tonnas. *Apollo 8* misijā, kad vēl nebija jānogādā Mēness orbītā 15 tonnu smagā Mēness kabīne, tik lielas degvielas rezerves ļautu veikt raķešmanevrus kopsummā par 2,8 kilometriem sekundē. Dzinēja vienkāršība deva pamatu cerēt, ka tā darbība notiks bez mehāniskām kļūmēm, jo pretējā gadījumā kuģim nebūtu iespējams ieiet Mēness orbītā vai, vēl sliktāk, iziet no Mēness orbītas, lai dotos atpakaļceļā uz Zemi.

Apollo 8 misijas starts bija iepļānots 1968. gada 21. decembrī, tā, lai pēc trīs dienām, kad ceļotāji sasniegs Mēnesi, Miera jūrā būtu rītausma un līdz ar to varētu skaidri saskatīt un fotografēt plānotās *Apollo 11* misijas nolaišanās vietas reljefu. Astronauti Frenks Bormans, Džeimss Lovels un Viljams Enderss tika pamodināti 2.30 naktī un ieturēja pirmsstarta brokastis kopā ar dublējošo apkalpi – Nīlu Ārmstrongu, Bazu Oldrinu un Harisonu Šmitu. Pēc medicīniskajām pārbaudēm un ietērpšanās skafandros astronauti tika aizvesti uz kosmodromu un ar liftu uzbrauca *Saturn V* raķetes apkalpošanas tornī, kur 100 metru augstumā piekļauta raķetei atradās Baltā

istaba – kosmosa kuģa apkalpošanas telpa. Tur viņi pa vienam tika iesēdināti kuģī, kamēr viņu kolēģis astronauts Freds Heiss konfigurēja kuģa sistēmas startam. Divas stundas un septiņpadsmit minūtes pirms starta visi speciālisti devās prom, un dažādas kuģa sistēmu pārbaudes turpinājās automātiskā režīmā.

Vairāk nekā divus tūkstošus tonnu smagās *Saturn V* nesējraķetes lidojums sākās 7:51 pēc vietējā laika, un, kamēr pirmās pakāpes degvielas tvertnes nebija manāmi patukšotas, paātrinājums vēl nebija liels. Raķetei automātiski balansējot uz uguns strūklas, datori stūrēja milzīgos F-1 dzinējus, un astronauti kuģi tika svaidīti sāniski – kā vēlāk izteicās misijas komandieris Bormans, raķetes ļoti pozitīvā (domāts – aktīvā) trajektorijas kontrole uz viņu atstājusi lielu iespaidu. Lidojuma 60. sekundē pārsniedzot skaņas ātrumu, kustība kļuva gludāka, bet paātrinājums – spēcīgāks, līdz pirmās pakāpes darbības beigās tas sasniedza 4,5 g. Otrā pakāpe sāka darboties lidojuma 160. sekundē 67 kilometru augstumā, kad ātrums bija jau 2,47 kilometri sekundē. Sešu minūšu laikā iztērējot otrās pakāpes ūdeņraža-skābekļa degvielu, paātrinājums



MASA foto

Agrs 1968. gada 21. decembra rīts. Divas stundas pirms *Apollo 8* starta mobilais apkalpošanas tornis tiek attālināts no raķetes

atkal kāpa no 0,8 līdz 1,9 g, un 175 kilometru augstumā tika sasniegts ātrums 7 kilometri sekundē. Tad tika iedarbināta trešā pakāpe, lai divarpus minūšu laikā sasniegtu atbalsta orbītu 191 kilometra augstumā virs Zemes. Šāda zema orbīta nebūtu ilgstoši stabila, taču trešās pakāpes ūdeņraža un skābekļa tvertnes bija vēl par trīs ceturtdaļām pilnas. Pēc pilnīgas visu kuģa sistēmu pārbaudes, kuru veica gan telemetriski (pa radio no Zemes), gan paši astronauti, nolasot indikatoru

RAĶETEI AUTOMĀTISKI BALANSĒJOT
UZ UGUNIS STRŪKLAS, DATORI STŪRĒJA
MILZĪGOS RAĶEŠDZINĒJUS...



NASA attēls

Astronauts Džeimss Lovels orbītā ap Mēnesi veic navigācijas novērojumus.
Kadrs no 16 mm kinofilmās

rādījumus, lidojuma trešās stundas beigās tika dota atļauja veikt startu no zemas orbītas uz Mēnesi. Šis starts jau sen bija ieprogrammēts borta datorā, taču tā bija misijas komandiera privilēģija dot datoram attiecīgās komandas.

Trešās pakāpes ūdeņraža-skābekļa dzinējs darbojās 5 minūtes un 18 sekundes, lai papildus dotu ātrumu 3 kilometri sekundē, kas pacēla orbītas apogeju tālāk par Mēnesi. Šajā brīdī astronauti bija pārsnieguši visus agrākos cilvēku uzstādītos ātruma rekordus attiecībā pret Zemi, tomēr kosmiskajā vakuumā ātrums nekādi nebija jūtams. Pat Zemes leņķiskie izmēri samazinājās lēni, lai gan jau pēc 10 stundām visa Zeme viegli ietilpa iluminatorā. Kad lidojuma vadības centrs Bormanam lūdza veikt manevru ar ātrumu 3 metri sekundē virzienā prom no Zemes, lai attālinātos no izlietotās trešās raķešpakāpes,

viņš pirmajā brīdī nezināja, uz kuru pusi skatīties, un atbildēja, ka veiks manevru, tiklīdz viņam izdosies atrast Zemi. Tas sasmidzināja visus, sevišķi žurnālistus lidojuma vadības centrā – bija skaidrs, ka pirmo reizi cilvēki ir pa istam atstājuši savu dzimto planētu.

Trīs dienās, kas pagāja ceļā uz Mēnesi, kuģa ātrums Zemes pievilkšanas spēka dēļ lēnām saruka no 11 kilometriem sekundē līdz vienam kilometram sekundē, un tika sasniegts L1 Lagranža punkts starp Zemi un Mēnesi (57 000 kilometru attālumā no Mēness), kur Mēness pievilkšanas spēks sāka kuģi atkal paātrināt. Ik pa laikam Džeimss Lovels pēc datora sastādīta saraksta ar nelielu teleskopu un sekstantu noteica dažu spožāko zvaigžņu atrašanās vietu attiecībā pret Zemi, kas ļāva pārbaudīt trajektorijas atbilstību lidojuma plānam, lai arī bez datora interpretācijas šādi novērojumi būtu

visnotaļ bezjēdzīgi. Kuģis tuvojās Mēnesim virzienā pret Sauli, tāpēc Mēness šaurais sirpis Saules spožajā gaismā nebija redzams. Bija pilnībā jāpaļaujas uz aprēķināto trajektoriju, kas paredzēja par 100 sekundēm apdzīt Mēnesi tā orbītā, kā neprātīgs auto vadītājs cenšas šķērsot dzelzceļa pārbrauktuvi īsu brīdi pirms vilciena. Tieši plānotajā sekundē Mēness aizsedza Sauli, un astronauti pēkšņi nokļuva zvaigžņotā naktī. Zvaigžņu bija tik daudz, ka pat nevarēja izšķirt pierastās zvaigznāju kontūras. Tikai vienā pusē zvaigžņu nebija, tur debesīs karājās milzīgs, melns aplis. Tas bija Mēness.

Otrs būtiskais apliecinājums trajektorijas pareizībai nāca brīdī, kad bija paredzēts radiosakaru zudums, kuģim aizejot aiz Mēness. Astronauti jokoja, ka lidojuma vadības centrs vajadzīgajā sekundē droši vien izslēgs raidītājus, lai vai kas. Bet tik tiešām sakari pazuda, un kuģis tika sagatavots nopietnam raķešmanevram, lai palēninātu kustību par vienu kilometru sekundē un ieltu Mēness orbītā. Ja tas neizdotos, viņi apmestu vienu cilpu ap Mēnesi un gribot negribot dotos atpakaļ uz Zemi. Ja manevrs izdotos daļēji, kuģis nokļūtu neplānoti plašā orbītā ap Mēnesi, bet, ja dzinēju neizdotos laikā izslēgt, kuģis nobremzētos par daudz un nokristu uz Mēness. Jau laikus pavērsuši galveno dzinēju kustības virzienā, astronauti bez sakariem ar Zemi gaidīja, kamēr kuģa dators ieslēgs

TIKAI VIENĀ PUSĒ ZVAIGŽŅU NEBIJA, TUR DEBESĪS KARĀJĀS MILZĪGS, MELNS APLIS. TAS BIJA MĒNESS.

dzinēju. Manevrs ilga 4 minūtes un 7 sekundes un beidzās tieši plānotajā laikā, ievadot *Apollo 8* kuģi orbītā ap Mēnesi. Orbītas zemākais punkts bija tikai 100 kilometru virs Mēness virsmas. Pēc manevra stress mazliet pagaisa, un bija iespēja paskatīties pa iluminatoriem uz Mēness neredzamās puslodes skarbo, Saules spoži apgaismoto reljefu.

Radiosakaru pārtraukums, lidojot aiz Mēness, ilga 36 minūtes. Ja bremzēšanās manevrs nebūtu izdevies, šis klusuma periods būtu bijis īsāks. Ja manevra laikā kuģis būtu eksplodējis, klusums turpinātos mūžīgi. Taču tieši pareizajā laikā *Apollo 8* atsaucās uz lidojuma vadības centra radiosignālu: "Hjūstona, šeit *Apollo 8*. Manevrs ir izpildīts." Tā sākās pirmā no desmit orbītām ap Mēnesi, kuru laikā bija paredzēts gan uzņemt iepriekš norādīto apvidu fotogrāfijas, gan fotografēt visu, kas piesaistītu astronautu skatienu. Vadošie astronomi toreiz vēl enerģiski diskutēja par vulkānisma lomu Mēness vēsturē, un tāpēc galvenais zinātniskais jautājums bija, vai uz Mēness ir kādi seni vulkāni, kurus būtu vērts apciemot turpmākajām Mēness ekspedīcijām. Varēja arī cerēt, ka cilvēka acs pamānīs kādas krāsu atšķirības vai citus negaidītus fenomenus,

ko iepriekš nebūtu fiksējuši Mēness izpētes pavadoņi.

Jau apradis ar saviem jaunajiem pienākumiem zemā Mēness orbītā, Džeims Lovels ceturtās divu stundu orbītas sākumā paskatījās sāņus, kur virs Mēness apvāršņa lēnām pacēlās Zeme. Visu jebkad dzīvojušo cilvēku mājas planēta izskatījās maza un trausla, kā Ziemassvētku eglītes rotājums izstieptas rokas attālumā. Zemes krāsa bija pamatā okeāna zila, ar baltām mākoņu pūkām. Tajā brīdī vēl nebija aktuāla doma par tālo

atpakaļceļu, svilinošo bremzēšanas atmosfērā un nolaišanās ar izpletņiem cauri mākoņu pūkām zilajā okeānā. Taču, nofotografējuši Zemi, astronauti saprata, ko devītās orbītas sākumā televīzijas tiešraidē teiks Zemes iedzīvotājiem.

Translācija notika Ziemassvētku vakarā pēc Amerikas laika, un tuvojās noslēgumam vētrainais 1968. gads, ar bezcerīgu karu Vjetnamā, politiskām slepkavībām un nemiēriem ASV, hipiju komūnām un protestiem pret pastāvošo iekārtu. Šis Ziemassvētku vakars beidzot atnesa būtisku panākumu ASV patriotiem un vienlaikus arī cerību visai cilvēcei – par to, ka ir augstākas patiesības, kas stāv pāri mūsu trauslās planētas iedzīvotāju politiskajām



Mēness neredzamās puslodes ainava, ko nofotografēja *Apollo 8* apkalpe. Attēla kreisajā pusē 200 kilometru attālumā redzams Doplera krāteris, tā diametrs ir 110 kilometri

ZEME IZSKATĪJĀS MAZA UN TRAUSLA, KĀ ZIEMASSVĒTKU EGLĪTES ROTĀJUMS IZSTIEPTAS ROKAS ATTĀLUMĀ.

kaislībām. Translācijas sākumā katrs astronauta iedomā aprakstīja savas sajūtas, lidojot tik zemu virs Mēness virsmas. “Šeit runā *Apollo 8* apkalpe tiešraidē no Mēness,” sāka Bormans. “Viljams Enderss, Džeims Lovels un es šeit augšā pavadījām dienu pirms Ziemassvētkiem, veicot eksperimentus, fotografējot un manevrējot orbītā ar mūsu kosmosa kuģa dzinēju palīdzību. Šis pārraides laikā mēs turpināsim riņķot pa to pašu orbītu, kā esam riņķojuši visu dienu, un parādīsim jums saulrietu uz Mēness.”

Misijas plānošanas fāzē bija daudz diskusiju, cik ilgi vajadzētu riņķot ap Mēnesi. Astronomu interesēs bija, lai *Apollo 8* apkalpe veiktu pēc iespējas vairāk Mēness novērojumu, taču līdz ar misijas ilgumu pieauga arī risks. Turklāt bija skaidrs, ka pēc 20 stundām Mēness orbītā būs jāatpūšas, un tas vislabāk notiktu pēc kritiski svarīgā mājupceļa manevra. Tāpēc borta datortika ieprogrammēts desmitās orbītas beigās iedarbināt galveno dzinēju uz 3 minūtēm un 20 sekundēm, kas kuģim piešķirtu papildus ātrumu 1071 metrs sekundē, lai izietu no Mēness orbītas un sāktu 57 stundas ilgu kritienu Zemes virzienā. Mājupceļa manevrs (līdzīgi kā pirms tam

ieiešana Mēness orbītā) notika virs Mēness neredzamās puslodes, tātad bez sakariem ar lidojuma vadības centru. Sekmīga mājupceļa manevra gadījumā sakariem vajadzēja atsākties pēc 43 minūtēm un 56 sekundēm, jo kuģis pamestu Mēness neredzamo puslodi ātrāk nekā pirms tam, riņķojot zemā orbītā.

Mājupceļa manevrs notika tieši pēc plāna, un uzreiz pēc izniršanas no Mēness neredzamās puses *Apollo 8* komandieris Bormans pa

radio paziņoja: “Varu apliecināt, ka eksistē Ziemassvētku vecītis!” Lidojuma vadības centrs atbildēja: “Kurš cits gan to zinātu labāk par jums!” Mājupceļš pagāja, vērojot trajektoriju, veicot zvaigžņu pozīciju mērījumus ar sekstantu un atverot Ziemassvētku dāvanas, kas bija paslēptas kuģī kā pārsteigums astronautiem. Kā papildu sveiciens no lidojuma vadības komandas bija trīs miniatūras brendija pudelītes, kuras gan tā arī palika neatvērtas.

Ieiešana Zemes atmosfērā notika ar divreiz augstāku enerģiju nekā jebkad agrāk pilotējamās misijās. Jonizētais uguns apvalks ap *Apollo* komandmoduli sasniedza 5000 grādu pēc Celsija,

Astronautu sveiceni no Mēness. Bormans stāstīja par saviem iespaidiem: “Katrs no mums Mēnesi uztver citādi. Mans iespaids ir tāds, ka Mēness eksistē kā milzīgs, vientuļīgs, neviesmīlīgs plašums, tā ir nebūtības valstība. Virsma izskatās kā nobārstīta ar pumeku. Man ir skaidrs, ka nejustu aicinājumu te dzīvot vai strādāt.” Lovels runāja par divām pasaulēm, vientuļīgo debess ķermeni, ap kuru viņš riņķoja, un dižo oāzi kosmosa tukšumā, ko bija atstājis aiz muguras. Enderss aprakstīja apgaismojuma kontrastus uz Mēness virsmas pēc saullēkta un pirms saulrieta, kad garas ēnas izcēla skarbo reljefu. Apmēram divdesmit minūtes astronauti komentēja televīzijas ekrānā garām slidošos krāterus un kalnus, līdz tuvojās neapgaismotā Mēness puslode. Enderss tad sāka lasīt no Bībeles: “Iesākumā Dievs radīja debesis un zemi. Bet zeme bija neiztaisīta un tukša, un tumsa bija pār dziļumiem, un Dieva Gars līdinājās pār ūdeņiem. Un Dievs sacīja: “Lai top gaisma.” Un gaisma tapa. Un Dievs redzēja gaismu labu esam, un Dievs šķīra gaismu no tumsas.” Tālāk lasīja Lovels: “Un Dievs nosauca gaismu: diena, un tumsu nosauca: nakts. Un tapa vakars, un tapa rīts – pirmā diena. Tad Dievs sacīja: “Lai top velve ūdeņu vidū, kas lai šķīr ūdeņus no ūdeņiem.” Un Dievs radīja velvi un šķīra ūdeņus, kas zem velves, no ūdeņiem virs velves. Un tā tapa. Un Dievs nosauca velvi: debesis. Un tapa vakars, un tapa rīts – otra diena.” Turpināja Bormans: “Tad Dievs sacīja: “Lai saplūst vienkopus ūdeņi, kas zem debesīm, ka sausums taptu redzams.” Un tas tapa. Un Dievs nosauca sausumu: zeme, bet ūdeņu krājumu nosauca: jūras. Un Dievs redzēja to labu esam.” Un no *Apollo 8* apkalpes mēs noslēdzam šo pārraidi, vēlot labu nakti, veiksmi, priecīgus Ziemassvētkus un Dieva svētību jums visiem, kas dzīvo uz labās Zemes.”



Pēc svilinošās bremzēšanās atmosfērā un nolaišanās Klusajā okeānā Apollo 8 komandmodulis atrada glābēji, un astronauti no tā tika aizvesti ar helikopteru. Pēc tam komandmodulis tika izcelts uz glābšanas kuģa USS Yorktown klāja

NO NEVIESMĪLĪGĀ MELNĀ TUKŠUMA ASTRONAUTI ATGRIEZĀS AUGLĪGAJĀ, BANGOJOŠAJĀ ZEMES DABĀ.

ko ilgstoši nevarētu izturēt neviens materiāls, taču šī bremzēšanās nebija ilga. Siltumaizsardzības vairogs bija veidots no metāla šūnām, pildītām ar fenola sveķiem, kuri karstumā pakāpeniski pārroļojās un dega. Šis ablācijas process bija pietiekami lēns, lai kuģis pagātu nobremzēties un nesadegtu. Bremzēšanās trajektoriju vadīja borta datortors, un tā bija programmēta ar nolūku, lai komandmodulis

planētu augšējos atmosfēras slāņos kā plakans akmens uz ūdens, samazinot pārslodzes, kas citādi 20 reizes pārsniegtu normālo smaguma spēku uz Zemes. Tāda planējošā bremzēšanās bija vēl viena Mēness ekspedīcijām kritiski svarīga tehnoloģija, un datora kļūmes gadījumā astronautiem būtu ļoti grūti manuāli vadīt kuģi apstākļos, kad bremzēšanās pārslodzes dēļ nevar pakustināt rokas.

Lasi un skaties:

Apollo 8 astronautu atmiņu stāstījums par savu lidojumu.
https://www.youtube.com/watch?v=Q2h_FtLzrrU

Apollo 8 lidojuma hronika.
<https://history.nasa.gov/afj/ap08fj/index.html>

Pilns Apollo 8 lidojuma audio ieraksts, papildināts ar video materiāliem un datorgrafiku.
https://www.youtube.com/watch?v=E_knzu4Lfj8

Vikipēdijas raksts par Apollo kosmosa kuģi. https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_Command/Service_Module

Nolaidušies ar izpletņiem Klusajā okeānā, 1968. gada 27. decembrī pirms rītausmas trīs astronauti gaidīja glābēju helikopterus no kuģa USS Yorktown, kas atradās piecu kilometru attālumā. Šūpojoties viļņos klusajā, tumšajā komandmodulī, kura resursi beidzot bija izsmelti, viņi zināja, ka no neviesmīgā melnā tukšuma ir atgriezušies auglīgajā, bangojošajā Zemes dabā. Vēlāk, pēc divdesmit pieciem gadiem, kas bija nostrādāti vadošos amatos lielās korporācijās, Viljams Enderss atzina: "Citi ļaudis saka – cik skaists Mēness spīd debesīs. Es nodomāju pie sevis, ja vien jūs to redzētu tuvumā. Tas izskatās skaists no attāluma, bet patiesībā tā ir ļoti skarba vieta." ✎

Ziemeļblāzmologa PIEZĪMES

KAS IR TAS DZINULIS, KAS LIEK ZIEDOT MIEGU UN KOMFORTU?
TĀ IR ZIEMEĻBLĀZMA.

Ir kārtējā drēgnā tumšā rudens nakts. Kaut

kur starp mākoņiem pavīd kāda zvaigzne. Zāle pilna ar smagu rasu, kaš tūlīn, tūlīn sasals, un zābakī jau pēc dažiem desmitiem metru ir kļuvuši slapji. Līdz īstajai vietai ceļa malā vien dažu minūšu gājiens, bet, neraugoties uz to, ka uzvilku termoveļu, jau esmu nosalis. Ieņemu vietu ceļmalā un gaidu.

Viena stunda, otra stunda. Nu jau visas debesis ir mākoņiem klātas, un dodos atpakaļ uz telpām siltumā. Šoreiz tukšā. Jau trešo nakti pēc kārtas. Neapmierinātība ir sasniegusi augstu līmeni.

Un tad es nodomāju – kam tas viss? Septiņpadsmit gadi, gandrīz 43 000 fotogrāfiju, un es atkal velku kājās zābakus, lai dotos laukā, aukstumā, ar cerību nobildēt kādu blāvi zaļu pleķi de-

besīs. Bet

SEPTIŅPADSMIT GADI, GANDRĪZ 43 000 ZIEMEĻBLĀZMAS FOTOGRĀFIJU.

varbūt šoreiz būs kaut kas iespaidīgāks? Kas ir tas dzi-nulis, kas liek ziedot miegu un nervus, kas liek pamosties no rīta ar sāpošu kaklu, puņķainu degunu un pašsajūtu kā sabrauktai reņģei? Jā, tā ir ziemeļblāzma.

KĀ VISS SĀKĀS

Parādība, kas pirmo reizi redzēta agrā bērnībā, pirms trim Saules aktivitātes cikliem, vairs nav pametusi mani līdz pašai dienai. Lai arī cik blāvas ir atmiņas par pirmo redzēto ziemeļblāzmu, iespāids ir palicis tik ļoti spēcīgs, ka turpmāk tika kontrolēts gandrīz katrs vakars. Dzīvojot laukos, tas bija izdarāms gluži vienkārši arī bez mūsdienu tehnoloģijām, piemēram, lietotnes viedtālrunī vai speciālās tīmekļa vietnes internetā.

Vienkārši skaidrā tumšā naktī vajadzēja pabāzt degunu laukā no mājas un pacelt acis uz debesīm. Ja bija – tad bija, ja ne – tad ne. Tā, regulāri kontrolējot debesis, izdevās ieraudzīt arvien vairāk un vairāk ziemeļblāzmu, un es secināju, ka ziemeļblāzma nemaz nav tik reta parādība, kā sākumā šķita. Tas lika sarosīties, jo tuvojās 23. Saules aktivitātes cikls. Tuvojās arī vidusskolas beigas.

Dažus gadus pirms skolas beigšanas man bija iespēja redzēt superspožo Heila–Bopa komētu, kā arī izbaidīt pilnu Saules aptumsumu Ungārijā. Laikposmā starp abiem šiem notikumiem redzēju arī vairākas labas ziemeļblāzmas. Un te nu nāca viens no maniem lielākajiem dzīves pagriezieniem. Komēta un pilns aptumsums bija notikumi, kas šādā mērogā gadās tikai reizi mūžā. Turpmāk neko tādu vairs nav izdevies novērot. Šie iespāidi ir palikuši vienīgi manā atmiņā, bez taustāmiem pierādījumiem, bez iespējas to parādīt citiem.



Bez iespējas padalīties ar šīm neaprauktām sajūtām ar citiem cilvēkiem, jo galu galā – dalīts prieks ir dubults prieks! Un vēl, lai cik tēlaini un iespaidīgi es atstāstītu draugiem vai mājiņiekiem iepriekšējā naktī redzēto, tas vairāk izklausījās pēc zinātniskās fantastikas vai pēc apreibinošu vielu radītām halucinācijām. Neviens pārāk neticēja maniem pektiņiem, ka tur, virs galvas, notiek tādas un šitādas lietas, kur nu vēl mūsu platuma grādos. Ieteica naktis izmantot lietderīgāk, piemēram, gulēšanai. Būšot prātīgāk. Apkārtējo skepse lika domāt par risinājumu, kas pierādītu, ka tas viss tomēr ir taisnība. Vienīgā loģiskā iespēja – fotokamera.

VAJAG FIKSĒTI!

20. gadsimta beigās skolniekam vienīgā pieejamā iespēja tikt pie fotokameras

ŠIS BIJA SĀKUMS ĻOTI LIELAI, AIZRAUTĪGAI UN FANĀTISKAI ATKARĪBAI – FOTOGRAFĒŠANAI.

bija atrast kādu lietotu *Zenit* fotoaparātu komisijas veikalā. Tas arī ātri tika nokārtots, pirms tam gan pamatīgi izlasīju visu pieejamo informāciju par fotografēšanas pamatiem. Paralēli *Zenit* kamerai manās rokās nonāca vienkāršāka, bet ne sliktāka filmu kamera *Smena 8M*. Aši uzmeistarāju primitīvu statīvu, un sākās manas astrofotografēšanas naktis. Un ne tikai. Šis bija sākums ļoti lielai, aizrautīgai un fanātiskai atkarībai – fotografēšanai. Fototehnika tika apgūta līdz vissīkākajām niansēm, papildus iegūtas zināšanas arī pie dažiem

vecmeistariem, Gunāru Bindi ieskaitot. Interese par tehniku, optiku un smalkmehāniku apvienojumā ar zināšanām par fotogrāfiju labi noderēja dažādiem eksperimentiem ar fotofilmu vai fotopapīru. Tā radošajā procesā lēnā garā tika uzmeistarots spektrogrāfs, Kirlianu efekta fotografēšanas aparāts, dažādu izmēru caurumkameras jeb *camera obscura*, teleobjektīvi no briļļu lēcām, kā arī dažādi, lielākoties nevajadzīgi, “štrunti”.

Divdesmit trešais Saules aktivitātes cikls tika aizvadīts godam. Tad arī mājas pagalmā tapa mani pirmie lietiskie



pierādījumi par ziemeļblāzmas novērojumiem. Bilžu kau-dze auga arvien lielāka un lielāka, bet izbildēto filmiņu kalns jau prasījās pēc sistematizēšanas. Tehnoloģijām strauji attīstoties, filmiņas tika digitalizētas, lai tās varētu uzglabāt un apstrādāt datorā. Pēcāk filmu kameru nomainīja pirmā digitālā spo-guļkamera *Canon EOS 350D* ar visai "plastmasīgo" zoom objektīvu. Neraugoties uz apšaubāmo objektīva kvalitāti un mazo gaismas spēju, ieiešana digitālajā ērā bija liels progress. Vairs netraucēja ierobežotais filmiņas kadru skaits un pārsteiguma moments pēc tās attīstīšanas. Nu varēja uzreiz novērtēt kadra kompozīciju, ko naktī, neko lāgā neredzot skatu meklētājā, ir grūti izdarīt ar filmu kameru, un ekspozīciju. Nebija jāuztraucas, ka tūliņ, tūliņ beigsies

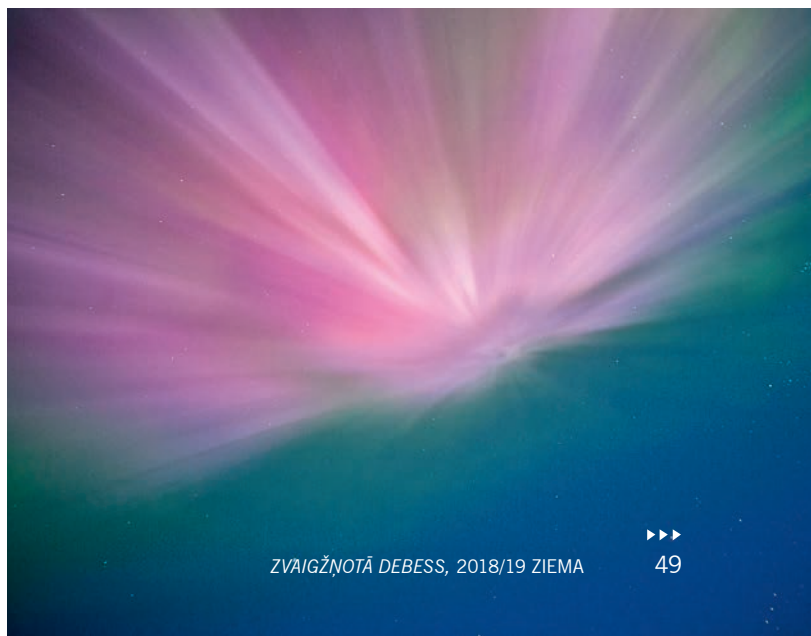
pēdējais, dārgais filmiņas kadrs. Te jāpiemin kāda viltība – ielādējot filmiņu kamerā tumsā, no tās varēja "izspiest" vēl kādus trīs, četrus kadrus. Tā no vienas 36 kadru filmiņas izdevās iegūt 40 kadrus.

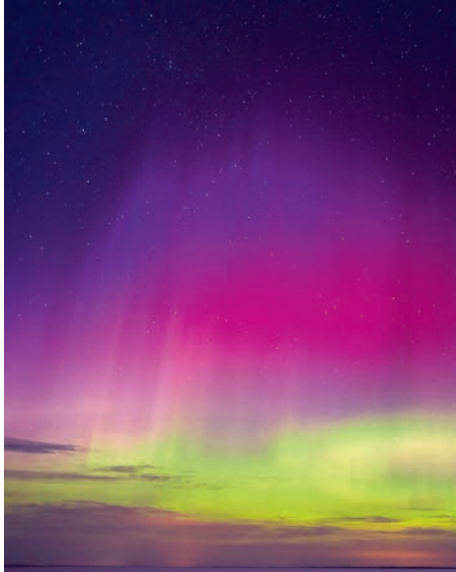
Digitālā kamera pavēra jaunus apvāršņus ziemeļblāzmas fotografēšanā. Izrādījās, ka ar to varēja nobildēt pat tādu ziemeļblāzmu, kuru nevarēja redzēt ar aci. Tas likās interesanti. Cilvēka acs jutība tumsā ir zema; lai rastos redzes sajūta, ziemeļblāzmai jābūt salīdzinoši spožai. Savukārt, lai izšķirtu ziemeļblāzmas krāsas, tai jābūt ļoti spēcīgai un spožai. Ja ziemeļblāzma ir vāja, acs tās zaļgano gaismu uztver tikai kā blāvāku vai gaišāku loku jeb starus. Sarkanos toņus acs neuztver. Tie parādās pēdējie, bet tikai ļoti spēcīgai ziemeļblāzmai. Digitālās kameras sensors ir daudz, daudz jutīgāks. Te krāsas jau ir ieraugāmas pat niecīgas ziemeļblāzmas gadījumā, un arī sarkanā vairs nav retums. Te jāpiemin,

ka redzētais ar aci nesakrīt ar kameras uzņemto rezultātu. Šis fakts bieži radījis sašutumu cilvēkos, kuri ik pa laikam pievienojušies man "ekspedīcijā" uz tuvējo ziemeļblāzmu novērošanas vietu. Šī vilšanās daudzus ir atturējusi no turpmākas ziemeļblāzmas vērošanas. Tikai ne mani. Tāpēc pārsvarā esmu laukā viens. Par ko arī īpaši nesūdzos.

ZIEMEĻBLĀZMAS DEJA

Septiņpadsmit novērojumu gados ir uzkrājusies pieredze, lai varētu prognozēt ziemeļblāzmas uzvedību. Un šīs prognozes vairākkārt ir piepildījušās. Klasiskā Latvijas ziemeļblāzma sākas kā gaišs, samērā zaļš, šaurs un zems loks jeb arka. Šāda arka pie horizonta var noturēties vairākas stundas bez īpašām kustības pazīmēm vai izmaiņām. Bieži arka pazūd, tad var droši doties pie miera. Citreiz šis loks izrāda zināmu aktivitāti, tas sāk sadalīties divās paralēlās arkās, un šī sadalīšanās





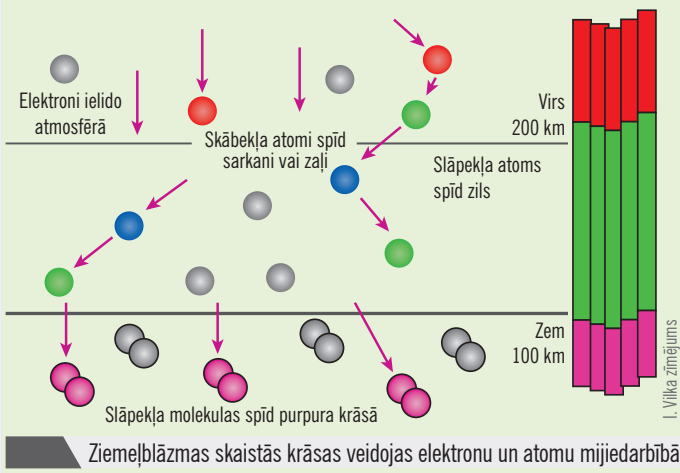
ir priekšvēstnesis kaut kam lielākam. Vēl mazliet pacietības, un tad TAS sākas! Abas arkas sāk krototies un locīties. Tad pēkšņi virs kādas krokas sāk veidoties vertikāls stars. Parasti tas veidojas kādā arkas sēnā un sāk kustību uz loka centru. Aiz pirmā stara tūlīņ seko nākamais, un atkal nākamais. Visa ziemeļblāzma ir kļuvusi daudz spožāka. No sākotnējā, necilā loka vairs nav ne vēsts. Tas ir sapīnies un izlocījies kā zaļa josta uz tumšo debesu fona. Zaļā gaisma kļūst arvien intensīvāka. Šajā brīdī pat samērā nejutīgajai cilvēka acij ir skaidrs – tā ir zaļa! Vēl pēc mirkļa spožums palielinās tiktāl, ka ir iespējams izšķirt arī atsevišķus sulīgi sarkanus starus, kas vijas kopā ar zaļajiem stariem, veidojot dažādas nokrāsas. Ja sevišķi paveicas, tad ziemeļblāzma var būt tik spoža, ka fotokamerai iespējams nomainīt baterijas, neieslēdzot luksturīti. Un var pat mēģināt saskatīt savu ēnu. Pēc minūtēm desmit, piecpadsmit

stari sāk sarukt, kļūst mazāki, blāvāki. Krāsas kļūst “plakanas” un neizteiktas. Paliiek vienīgi spocīgā bālā arka, un nekas vairs neliecina par tikko redzēto gaismas izrādi...

Tikmēr fotokamera, kas aptīta ar šalli, lai neaizsvīst objektīvs, neatlaidīgi bildē kadru pēc kadra. Simtiem kadru ar krāsu, staru un loku dejām. Beigās visi kadri tiks

Kā rodas ziemeļblāzmas krāsas?

Ziemeļblāzma ir atmosfēras retināto gāzu spīdēšana augstumā virs 80 kilometriem. Gāzu atomus ierosina galvenokārt elektroni, kas ienāk Zemes atmosfērā. Ierosināti skābekļa atomi izstaro **zaļu** un **sarkanu** gaismu. Sarkanās krāsas spīdums rodas vislielākajā augstumā, kur skābekļa atomu koncentrācija ir maza. Zaļās krāsas gaisma rodas zemāk, kur skābekļa atomu ir vairāk. Tikai spēcīgu ziemeļblāzmu gadījumā novērojama **zilā** un **purpura** krāsa, ko rada slāpekļa atomi un molekulas. Retumis gadās redzēt arī **dzeltenu**, **rozā** vai **oranžu** krāsu, kas radusies, sajaucoties trim iepriekšminētajām pamatkrāsām.



I. Vilka zīmējums



secīgi sakombinēti, lai parādītu ziemeļblāzmas straujo un mainīgo raksturu.

GRŪTI NOTVERAMĀIS SKAISTUMS

Neskaitāmas reizes man ir bijusi sajūta, kad, lūkojoties debesīs ar atgāztu galvu un atvērtu muti, tu saproti – to visu skaistumu šobrīd es vēroju viens, varbūt pat vienīgais Latvijā. Vienīgais trakais, kuram nenāk miegs, kuram ir pacietība un neatlaidība iemūžināt fotogrāfijā ziemeļblāzmu Latvijas debesīs. Ziemeļblāzmu, kura salīdzinājumā ar Skandināviju tāds nieks vien ir, bet tāda nu ir tā Latvijas ziemeļblāzma, reta un grūti notverama. Bet ar to īpaša. Jo cik gan daudziem apstākļiem ir jāsakrīt, lai ziemeļblāzmu vispār varētu redzēt? Pirmkārt – viss atkarīgs no Saules, vai tā ir parūpējusies par kādu spēcīgāku uzliesmojumu vai caurumu vai nagā, otrkārt – vai nav pārāk spožs Mēness, treškārt – vai nav apmācies. Ja saliek visus

NE VISUS MIRKĻUS IESPĒJAMS IEMŪŽINĀT FOTOGRĀFIJĀ. IR VIENREIZĪGI MIRKĻI, KAS PAREDZĒTI TIKAI BAUDĪŠANAI AR ACĪM.

faktorus kopā, tad iespējas ir pavisam niecīgas. Tomēr ir. Tāpēc nevar laist garām nevienu iespēju, jo ar ziemeļblāzmām ir trakāk nekā ar bitēm – nekad neko nevar zināt.

Lai kā arī es gatavotos šiem ideālajiem apstākļiem, jāņem vērā arī cilvēciskais faktors. Reizēm mājās aizmirsušās baterijas vai fotokameras atmiņas karte. Reizēm ziemeļblāzma var pārsteigt pilnīgi nesagatavotu, kad esi prom no mājām bez fotoaparāta. Bez jebkādas iespējas uzņemt kaut vienu kadru. Šādi bezizejas brīži ir bijuši ne tikai saistībā ar ziemeļblāzmu, bet arī vienkārši esot dabā. Vai nu tas ir bijis kāds īpaši skaists saullēkts ziemas rītā, vai staltbriedis vakara miglā.

Nemaz nerunājot par *SpaceX* nesējaķeretes pēdējo pakāpi, kas lielā spožā gāzu mākonī aizslīd pāri debesīm...

Šādās reizēs esmu sapratis, ka ne visus mirkļus ir iespējams iemūžināt fotogrāfijā. Un tas arī nav nepieciešams. Šie mirkļi ir vienreizīgi, paredzēti tikai izbaudīšanai ar acīm. Un vienīgā to piefiksēšana notiek novērotāja atmiņās. Un tur lai tie arī paliek. 📸

Lasi vēl:

Jāņa Šatrovska blogs:
<http://shauttra.blogspot.com>

Informācija par ziemeļblāzmu redzamību:
<http://www.spaceweather.com/>

Ķoņu dzirnavas, daļējs Saules aptumsums un PERSEĪDAS

ASTRONOMIJAS INTERESENTI PULCĒJĀS
GADSKĀRTĒJĀ VĀSARAS PASĀKUMĀ

Ilgoņa Vilka foto

Lai novērotu daļēju Saules aptumsumu, ļoti reti ir bijis jāmeklē piemērota vieta Latvijas teritorijā, jo parasti tas ar neredzamu atšķirīgu fāzi ir redzams visā valstī. Taču 2018. gada 11. augustā situācija bija īpaša, un daļējo Saules aptumsumu ar ļoti mazu fāzi (0,02) varēja novērot tikai Latvijas ziemeļos. Šie apstākļi arī noteica vietas izvēli, kur rīkot gadskārtējo Latvijas Astronomijas

biedrības astronomijas semināru *Ērglis 2018*. No 9. līdz 12. augustam semināra dalībnieki pulcējās Dīķeres muižā, kurā mūsdienās atrodas Ķoņu skola (1. att.). Saules aptumsuma novērošana *Ērgļa* semināra laikā ir ļoti īpašs notikums, jo tā vēsturiskais mērķis ir Perseīdu meteoru skaitīšana. Iepriekšējo reizi semināra dalībnieki Saules aptumsumu novēroja pirms 19 gadiem, kad tieši 11. augustā pie Balatona ezera Ungārijā tika

novērots pilns Saules aptumsums, bet Latvijā tajā laikā notika daļējs Saules aptumsums.

Siltā un saulainā 2018. gada vasara solīja labvēlīgus laika apstākļus un vismaz vienu skaidru nakti arī semināra *Ērglis 2018* laikā, diemžēl augusta otrās nedēļas nogalē tika prognozētas lielākoties apmākušās debesis ar nokrišņiem. Seminārs gan sākās jaukās vasaras noskaņās. To ievadīja oficiālā atklāšana, dalībnieku komandu izveide un

tradicionālā dienas un nakts projektu izvēle. Dienas projektos bija iespējams izvēlēties tēmas par Sauli latviešu tautasdziesmās, Saules aptumsumu un tā modelēšanu, kā arī *Ērgļa* semināra trīsdesmitgadi. Nakts projektu tēmas bija saistītas ar debess dziļu objektu, Marsa, Saturna un Jupitera pavadoņu novērošanu. Semināra programmas pirmās dienas nobeigumā Kalvis Salmiņš pastāstīja par teleskopu izmantošanu satelītu lāzerlokācijā, Māris Krastiņš sniedza praktisku ieskatu meteoru novērošanas niansēs.

Kad pulkstenis jau sāka skaitīt 9. augusta pēdējo stundu, naksnīgās debesis aicināja iepazīt to krāšņumu, un semināra dalībnieki ķērās klāt gan pie vizuāliem novērojumiem, gan debesu un dažādu to dziļu objektu fotografēšanas.

10. augusta rītā saullēkts ievadīja vēl vienu visai karstu dienu. Šādās vasarīgās

noskaņās priekšpusdienā semināra dalībnieki devās pārgājienā uz Ķonu dzirnavām (2. att.), kur iepazinās ar vēsturiskām un līdz mūsdienām rūpīgi saglabātām vilnas apstrādes un vērpsanas tehnoloģijām, kā arī izbaudīja šā industriālā mantojuma objekta saimnieku viesmīlību. Pēc ļoti saistošās ekskursijas

”
NAKSNĪGĀS DEBESIS AICINĀJA
IEPAZĪT SAVU KRĀŠŅUMU, UN SEMINĀRA
DALĪBNIKĒKI SĀKA NŌVĒROJUMUS.

Nikolaja Nikolajeva foto



1. att. Semināra *Ērglis 2018* dalībnieki pie Ķonu skolas



2. att. Ķoņu dzirnavas

un Ķoņu dzirnavās tapušo tekstilizstrādājumu apskates semināra dalībnieki devās atpakaļ uz Ķoņu skolu, kur pēcpusdienas programmā izspēlēja spēli *Kosmiskais cirks* (3. att.). Vakara cēlienu ievadīja Mārtiņa Gilla lekcija par Starptautiskās Astronomijas savienības simtgadi un ESO aktualitātēm. Pēc tam semināru apciemoja īpašais viesis Jānis Šatrovskis, kurš iepazīstināja ar savu Burtnieku pusē tapušo foto kolekciju – daudziem ziemeļblāzmas un debess ainavu attēliem. Par to vairāk lasiet Jāņa Šatrovskā rakstā šajā žurnāla numurā. Semināra otrās dienas izskaņā Kārlis Bērziņš pastāstīja par Latvijas meteorītiem un to kultūrvēsturisko rakursu, vēlāk Nils Lindentāls aicināja dalībniekus pārbaudīt savas zināšanas, piedaloties spēlē *Astro Trivia*. Par prieku semināra dalībniekiem un pretēji prognozēm līdz

ar tumsas iestāšanos debesis neiegrima dziļos mākoņos, un vismaz neilgi novērojumus varēja veikt arī otrajā vakarā. Taču drīz vien pēc pusnakts mākoņi ņēma virsroku, neļaujot turpināt otrās nakts novērojumus un liekot ar nelielām bažām gaidīt 11. augusta rīta stundas,

kad bija plānots novērot daļējo Saules aptumsumu.

Sestdienas rīts tomēr nāca ar zināmām cerībām, jo debesis Ķoņos nebija pilnībā nomākušās. Semināra dalībnieki devās uz Rūjieni, kur daļējā Saules aptumsuma novērošanas vietā Centra laukumā viņus un arī vietējos interesentus ar speciāli aprīkotu Saules teleskopu jau gaidīja Sergejs Klimanskis (4. att.). Neilgi pirms daļējā Saules aptumsuma sākuma ap pulksten 12.00 debessjumu šķērsoja lieli mākoņi, bet Saule starp tiem tomēr pamanījās veiksmīgi uzspīdēt, nākamās pusstundas laikā ļaujot salīdzinoši sekmīgi novērot aptumsumu. Šis rezultāts neapšaubāmi iepriecināja novērotājus, starp kuriem bija arī nedaudzi vietējie interesenti, kuri vēlāk tika aicināti uz Rūjienas izstāžu zāli, kur bija iespējams noklausīties Ilgoņa Vilka

Ilgoņa Vilka foto



3. att. Semināra dalībnieki spēlē *Kosmisko cirku*



4. att. Daļēja Saules aptumsuma novērojumi Rūjienā



STARP MĀKOŅIEM UZSPĪDĒJA SAULE, UN NELIELO ROBU SAULES DISKĀ IZDEVĀS SALĪDZINOŠI SEKMĪGI NOVĒROT.

un Mārta Gilla stāstījumu par pilnu Saules aptumsumu novērošanu. Semināra programmu Rūjienā noslēdza orientēšanās un erudīcijas spēle *Ērglis 2018* dalībnieku komandām *Astronomiskais skrējiens*.

Atceļā uz Ķoņiem, neraugoties uz lietaino pēcpusdienu, daži semināra dalībnieki vēl paguva apskatīt Ķoņu kalnu un tā apkārtnes ainavas. Semināra programmas turpinājumā Jānis Kauliņš sniedza plašu un detalizētu ieskatu organisko vielu meklējumos uz Marsa, bet Māris Krastiņš un Ilgonis Vilks pastāstīja par *Iridium* projektu no tā pirmākumiem līdz mūsdienām,

aicinot izmantot pēdējās iespējas novērot *Iridium* uzliesmojumus pirms šo kosmisko aparātu ēras beigām, kas oficiāli plānotas 2018. gada nogalē. Sestdienas vakara programma noslēdzās ar Ilgoņa Vilka un Mārta Gilla prezentāciju par *Ērgļa* semināra vēsturi un spēli *Atmini astrofrāzi!* Diemžēl laika apstākļi semināra dalībniekus vairs neiepriecināja, jo līdz pat nākamajam rītam lija lietus.

Semināra pēdējās dienas, 12. augusta, galvenais pasākums bija dalībnieku prezentācijas par dienas un nakts projektos izpildītajiem uzdevumiem. Kā atziņību par šo darbu semināra dalībnieki

saņēma Latvijas Astronomijas biedrības diplomus un organizatoru sarūpētās balvas.

Latvijas Astronomijas biedrība izsaka pateicību par līdzdalību semināra *Ērglis 2018* rīkošanā Nikolajam Nikolajevam, Kristīnei Adgeri, Jānim Kauliņam, Sergejam Klimanskim, Mārta Gilla, Ilgonim Vilkam un žurnālam *Zvaigžņotā Debess*.

Seminārs *Ērglis 2019* notiks no 8. līdz 11. augustam Slampē, Zemgales vidusskolā. Sīkāka informācija par semināru būs pieejama Latvijas Astronomijas biedrības tīmekļa vietnē www.lab.lv un SIA *Starspace* tīmekļa vietnē www.starspace.lv. ✎

Kosmosa skaistums – FOTOGRĀFIJĀS

Jau deviņus gadus *StarSpace* observatorija rīko astronomisko fotogrāfiju konkursu, kurā interesenti var iesūtīt darbus vairākās kategorijās: ziemeļblāzmas, sudrabainie mākoņi, cilvēks un astronomija, plaša lauka fotogrāfijas, kosmosa dziļu objekti un atmosfēras parādības. 2018. gadā bija iespējams iesūtīt darbus arī video kategorijā. Darbus vērtēja eksperti – NASA APoD (*Astronomy Picture of the Day*)

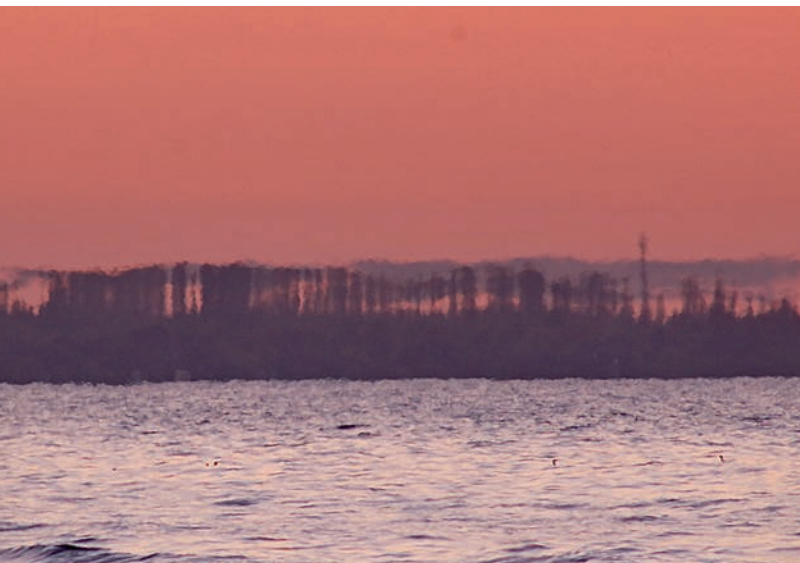
vietnes uzturētāji Roberts Nemirovs un Džerijs Bonels, izvēloties trīs labākos darbus katrā kategorijā. Par savu mīļāko darbu katrā kategorijā nobalsot varēja arī ikviens *StarSpace.lv* vietnes apmeklētājs. 2018. gada konkursam 21 autors iesūtīja 85 fotogrāfijas un 9 darbus video kategorijā. Visplašāk pārstāvētais bija atmosfēras parādību klāsts, vismazāk darbu (6) bija kategorijās *Cilvēks un astronomija* un *Visuma dziļu objekti*.

KATEGORIJA ATMOSFĒRAS PARĀDĪBAS

Eksperti pirmo vietu piešķīra Jura Seņņikova darbam *Miglas loks un Saules glorijs*, kas tapis La Palmas salā (Kanāriju salas) aptuveni 2400 metru virs jūras līmeņa. Otra vieta Maijas Rozenfeldes darbam *Perlamutra mākoņi jeb sudrabaino mākoņu ziemeļu māsīca*. Trešajā vietā – Ilgoņa Vilka *Augšējā mirāža jūras malā*. Lasītāju vērtējumā pirmo vietu ieguva Ingas Ivanovas darbs *Varavīksnes stari*, otro – Kitijas Madelānes *Saulriets*, trešajā vietā – Ingas Sudāres-Špunes *Arkveida mākonis*.

KATEGORIJA POLĀRBLĀZMAS

Pirmo vietu eksperti piešķīra Kristapa Anškēna darbam *Ziemeļblāzma Ventspilī*, kurā redzama Staldzenes priede. Otrajā vietā – Jura Seņņikova *Ziemeļblāzma un meteors*, trešajā – Roberta Jankevica *Ziemeļblāzma un zvaigžņu ceļi*. Lasītāji par labāko atzina Ingas Ivanovas fotografēto ziemeļblāzmu ar zirga grābekli



Augšējā mirāža jūras malā. Ilgonis Vilks



Ziemeļblāzma Ventspilī. Kristaps Anškens

priekšplānā, otrajā vietā atstājot Jura Seņņikova darbu *Ziemeļblāzma un meteors*. Trešo vietu dalīja Kristapa Anškena *Ziemeļblāzma Ventspilī* un Māra Rozenberga fotografētā ziemeļblāzma.

KATEGORIJA CILVĒKS UN ASTRONOMIJA

Ekspertu vērtējumā pirmo vietu ieguva Laura Goldberga darbs *Lielo Lāci meklējot*. Otrajā vietā – Mariama Žuka ar darbu *Vasaras bērnu nometnes organizatoru komanda un sudrabainie mākoņi*, trešajā vietā – Ilgoņa Vilka *Pastaiga saulrietā*. Arī lasītāji pirmo un otro vietu piešķīra Lauras Goldbergas un Mariamas Žukas darbiem. Trešo vietu dalīja Ilgoņa Vilka *Pastaiga saulrietā* un Kitijas Madelānes *Saulriets & cilvēks*.



Vasaras bērnu nometnes organizatoru komanda un sudrabainie mākoņi. Mariama Žuka



Sudrabainie mākoņi. Ivo Dinsbergs



Zvaigžņu ceļi Ķemeru tīrelī. Juris Senņikovs



Mēness aptumsuma kolāža. Ilgonis Vilks

KATEGORIJA SUDRABAINIE MĀKOŅI

Pirmo vietu eksperti piešķīra Ingas Ivanovas darbam. Otrajā vietā – Ivo Dinsberga notvertā parādība, trešajā – Jura Seņņikova darbs *Sudrabainie mākoņi virs Lielupes tilta Jelgavā*. Arī lasītāji par labākajiem atzina Ingas Ivanovas un Jura Seņņikova darbus. Trešajā vietā – Jānis Bija un Inga Ivanova ar vēl vienu darbu.

KATEGORIJA PLĀŠĀ LAUKA FOTOGRAFĪJA

Ekspertu vērtējumā pirmā vieta Jura Seņņikova darbam *Zvaigžnotā debess un tās atspulgs Lielupē ledus veidošanās laikā*, otrā vietā – Ilgoņa Vilka *Saulrietam stundas garumā*. Trešajā

vietā vēl viens Jura Seņņikova darbs – *Zvaigžņu ceļi Ķemeru tīrelī*. Lasītāji par labāko atzina Arvja Rudziša darbu *Ziemeļblāzmas medības*, otrajā vietā Kristapa Anškēna *Piena Ceļš Latgalē*, trešajā vietā – Māra Rozenberga *Piena Ceļš* un Ilgoņa Vilka *Saulriets stundas garumā*.

KATEGORIJA VISUMA DZĪĻU OBJEKTI

Pirmā vieta ekspertu vērtējumā – Ilgoņa Vilka darbam *Debesu dziļu objekti Strēlnieka zvaigznājā*. Otrajā vietā vēl viens Ilgoņa Vilka darbs – *Saule riet, vienlaikus Mēness lec*. Arī trešā vieta Ilgonim Vilkam par *Mēness aptumsuma kolāžu*. Lasītāji visaugstāk novērtēja Ilgoņa Vilka *Mēness aptumsuma*

kolāžu. Otrajā vietā – Kristapa Misas *Aptumsis Mēness, trešajā – Ilgoņa Vilka Saule riet, vienlaikus Mēness lec*.

VIDEO DARBU KATEGORIJA

Eksperti pirmo vietu piešķīra Jura Seņņikova darbam *Sudrabainie mākoņi virs Lielupes tilta Jelgavā*, otro vietu – Ilgoņa Vilka filmētajam video *Ļoti neparasts saulriets*, trešo vietu – Ingas Ivanovas *Ziemeļblāzmai*. Video kategorijā lasītāju balsojums šogad nebija iespējams.

Visas godalgotās konkursa fotogrāfijas un video apskatāmi: <http://www.starspace.lv/lv/verojam-debesis/starspace-konkursi/starspace-konkurs-2018/starspace-konkurs-2018-rezultati.html> 📄

DEBESS SPĪDEKLI

2018./2019. gada ziemā



Stellarium

Astronomiskā ziema sāksies 2018. gada 22. decembrī plkst. 0^h23^m. Šajā brīdī Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♏), un tai būs maksimālā negatīvā deklinācija. No šā laika deklinācija sāks pieaugt – tāpēc šo notikumu sauc par ziemas saulgriežiem, kam jau kopš seniem laikiem ir bijusi liela nozīme daudzu tautu dzīves ritmā.

2019. gada 3. janvārī plkst. 7^h Zeme atradīsies

vistuvāk Saulei (perihēlijā) – 0,983 astronomiskās vienības.

2018./2019. gada astronomiskā ziema beigsies 20. martā plkst. 23^h58^m, kad Saule nonāks pavasara punktā un ieies Auna zodiaka zīmē (♈). Šajā laikā diena un nakts ir apmēram vienādi garas. Tāpēc šo notikumu sauc par pavasara ekvinokciju.

Ziemas debesis ir ļoti pievilcīgas un skaistas, jo galvenie zvaigznāji ir spožām zvaigznēm bagātīgi. Sevišķi šajā ziņā izceļas skaistākais

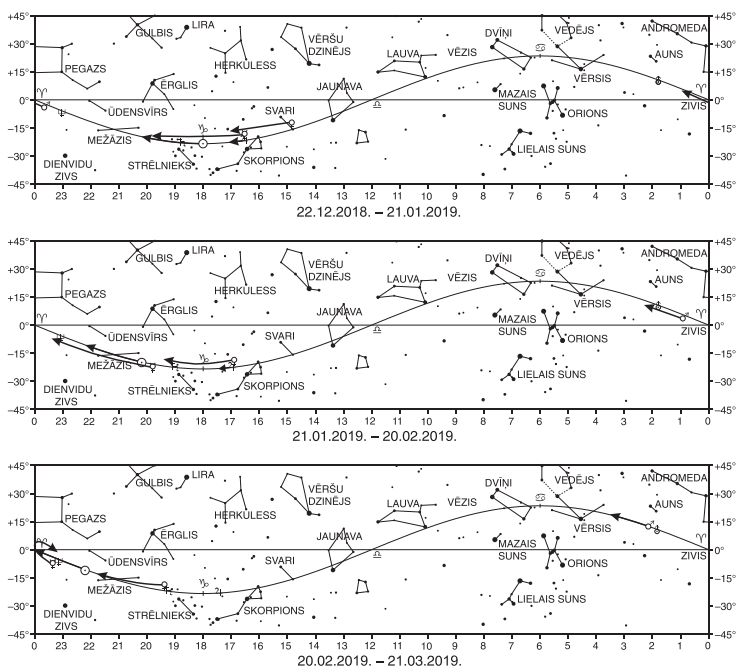
debesu zvaigznājs Orions. Viegli atrodami un izteiksmīgi ir arī Vērša, Vedēja, Perseja, Dvīņu, Lielā Suņa un Mazā Suņa zvaigznāji. Tā saukto ziemas trijstūri veido trīs pirmā zvaigžņlieluma zvaigznes – Sīriuss (Lielā Suņa α), Procions (Mazā Suņa α) un Betelgeize (Oriona α). Vērša zvaigznājā viegli ieraugāmas vajējās zvaigžņu kopas – Hiādes un Plejādes (Sietiņš).

Ar tālskati vai teleskopu var ieteikt aplūkot šādus

debess dziļu objektus: Oriona miglāju M 42-43 (Oriona zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 37 (Vedēja zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 35 (Dvīņu zvaigznājā); Rozetes miglāju (Vienradža zvaigznājā); zvaigžņu kopu NGC 2244 (Vienradža zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M 48 (Hidras zvaigznājā); vaļējo zvaigžņu kopu M44 (Vēža zvaigznājā).

Galvenie trūkumi ziemas zvaigžņotās debess novērošanā Latvijā ir divi – maz skaidra laika un liels, stindziņošais aukstums tad, kad ir skaidrs laiks.

Saules redzamais ceļš 2018./2019. gada ziemā kopā ar planētām parādīts 1. attēlā.



1. att. Eklīptika un planētas 2018./2019. gada ziemā

PLANĒTAS

Pašās pirmajās ziemas dienās **Merkuram** būs diezgan liela rietumu elongācija (~20°). Tāpēc ap saulgriežiem un Ziemassvētkiem to var mēģināt ieraudzīt rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta dienvidaustrumos. Blakus Merkuram, nedaudz pa labi, būs spožais Jupiteris.

Turpmāk Merkura elongācija arvien samazināsies, un 30. janvārī tas nonāks augšējā konjukcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc Merkurs nebūs novērojams decembra beigās, janvārī un februāra pirmajā pusē.

26. februārī Merkurs atradīsies maksimālajā austrumu elongācijā (18°). Tāpēc februāra beigās un marta sākumā vakaros rietumu pusē zemu pie horizonta varēs novērot

Merkuru. Bet jau 15. martā tas nonāks apakšējā konjukcijā ar Sauli (starp Zemi un to) – ziemas beigās Merkurs nebūs redzams.

4. janvārī plkst. 19^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 5. februārī plkst. 9^h 1° uz leju un 7. martā plkst. 14^h 9° uz leju no Merkura.

Ziemas sākums būs labvēlīgs, lai novērotu **Veneru**. 6. janvārī tā atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā (47°). Decembra beigās un janvārī tā būs labi redzama rītos, vairākas stundas pirms Saules lēkta. Tās spožums šajā laikā būs -4^m,4.

Ziemas turpinājumā Veneras redzamība pastāvīgi pasliktināsies. Februāra pirmajā pusē Venera vēl būs

diezgan labi novērojama apmēram divas stundas pirms Saules lēkta. Februāra otrajā pusē to varēs redzēt tikai īsu brīdi pirms Saules lēkta. Martā tā vairs nebūs novērojama.

2. janvārī plkst. 1^h Mēness paies garām 0,4° uz augšu, 31. janvārī plkst. 19^h 0,8° uz leju un 3. martā plkst. 0^h 2° uz leju no Veneras.

Pašā ziemas sākumā un līdz februāra vidum **Mars**s atradīsies Zivju zvaigznājā. Šajā laikā tas būs labi redzams nakts pirmajā pusē. Marsa spožums gan pamazām samazināsies – ziemas sākumā tas būs +0^m,3, februāra vidū +1^m,0.

Februāra vidū tas pāries uz Auna zvaigznāju, kur atradīsies līdz pat ziemas beigām.



Lai arī planētas elongācija pastāvīgi samazināsies, Marsa redzamība gandrīz nemaz nepasliktināsies – tas tāpat būs novērojams nakts pirmajā pusē. Tikai spožums būs nedaudz samazinājies – ziemas beigās tas būs $+1^m,4$.

13. janvārī plkst. 2^h Mēness paies garām 6° uz leju, 10. februārī plkst. 22^h 6° uz leju un 11. martā plkst. 17^h 6° uz leju no Marsa.

Pašā ziemas sākumā un janvāra pirmajā pusē **Jupiters** būs novērojams rītos, īsi pirms Saules lēkta, un tā spožums būs $-1^m,8$.

Janvāra otrajā pusē un februārī tas būs redzams vairākas stundas pirms Saules lēkta. Jupitera spožums februāra vidū būs $-1^m,9$.

Martā tas būs samērā labi novērojams gandrīz četras stundas pirms Saules lēkta. Jupitera spožums tad sasniegs $-2^m,2$.

Jupiters visu ziemu atradīsies Čūsckneša zvaigznājā.

3. janvārī plkst. 10^h Mēness paies garām 2° uz augšu, 31. janvārī plkst. 2^h 2° uz augšu un 27. februārī plkst. 16^h $1,5^\circ$ uz augšu no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2018./2019. gada ziemā parādīta 2. attēlā.

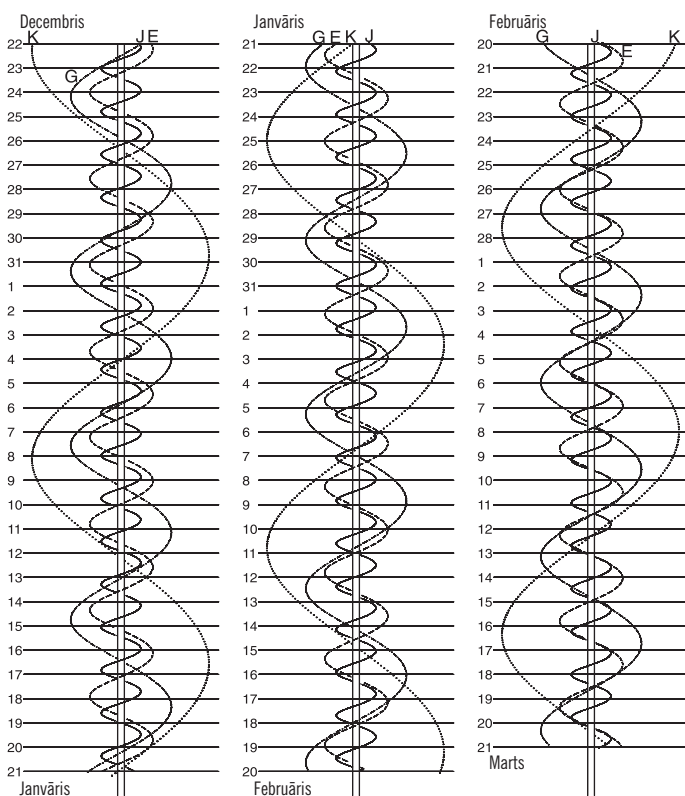
Pašā ziemas sākumā, janvārī un februāra pirmajā pusē **Saturns** nebūs

redzams – 2. janvārī tas būs konjunkcijā ar Sauli. Sākot apmēram ar februāra vidu, tas būs novērojams nakts rīta pusē, neilgu laiku pirms Saules lēkta. Planētas redzamības apstākļi lēnām uzlabosies – martā tas būs redzams apmēram divas stundas pirms Saules lēkta. Saturna spožums ziemas beigās sasniegs $+0^m,6$.

Visu ziemu Saturns atradīsies Strēlnieka zvaigznājā.

5. janvārī plkst. 20^h Mēness paies garām $0,1^\circ$ uz augšu, 2. februārī plkst. 8^h notiks planētas aizklāšana, 1. martā plkst. 20^h Mēness paies $0,5^\circ$ uz leju no Saturna.

Ziemas sākumā un janvārī **Urāns** būs novērojams nakts pirmajā pusē dienvidrietumu, rietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs $+5^m,8$. Februārī un martā, līdz pat ziemas beigām, tas būs redzams vakaros.

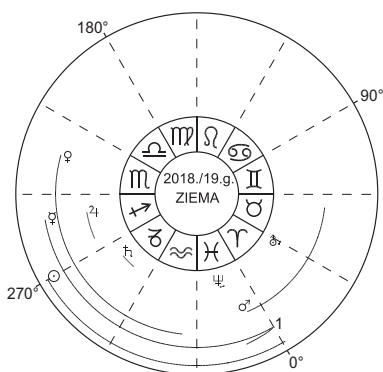


2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2018./2019. gada ziemā. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas pa labi, rietumi – pa kreisi

Visu ziemu Urāns atradīsies tuvu Zivju un Auna zvaigznāju robežai.

14. janvārī plkst. 17^h Mēness paies garām 5° uz leju, 11. februārī plkst. 1^h 5° uz leju un 10. martā plkst. 9^h 5° uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs skatīt 3. attēlā.



☉ – Saule – sākuma punkts 22.12. 0^h, beigu punkts 21.03. 0^h
(šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam)

☿ – Merkurs
♂ – Mars
♄ – Saturns
♆ – Neptūns

♀ – Venera
♃ – Jupiters
♅ – Urāns
1 – 5. marts 20^h

3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs

KOMĒTAS

46P/Virtanena (Wirtanen) komēta

Šī komēta 2018. gada 12. decembrī bija perihēlijā un vienlaikus ļoti tuvu Zemei (11,6 milj. km). Tāpēc decembrī un janvāra pirmajā pusē tā būs ļoti novērojama ar binokli un teleskopu un, iespējams, būs redzama pat ar neapbruņotu aci. Turklāt visu šo laiku komēta būs nenorietoša! Komētas efemerīda ir šāda (0^h U.T.):

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
22.11.	4 ^h 59 ^m	+40°48'	0,084	1,062	4,0
1.01.	7 04	+57 19	0,122	1,086	5,0
12.12.	8 28	+59 29	0,176	1,126	6,0
22.12.	9 08	+57 50	0,238	1,178	6,9

MAZĀS PLANĒTAS

2018./2019. gada ziemā opozīcijā vai tuvu opozīcijai, spožākas un ap +9^m būs piecas mazās planētas – Pallāda (2), Jūnona (3), Hēbe (6), Eross (433) un Herkulīna (532).

Pallāda

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
22.12.	13 ^h 08 ^m	−6°28'	2,405	2,294	9,0
1.01.	13 22	−6 00	2,295	2,314	9,0
11.01.	13 35	−5 11	2,183	2,334	8,9
21.01.	13 47	−3 58	2,070	2,355	8,8
31.01.	13 56	−2 20	1,960	2,377	8,6
10.02.	14 04	−0 14	1,857	2,399	8,5
20.02.	14 09	+2 21	1,765	2,421	8,4
2.03.	14 11	+5 20	1,688	2,444	8,2
12.03.	14 11	+8 39	1,631	2,467	8,0

Jūnona

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
22.12.	3 ^h 34 ^m	−3°38'	1,167	1,991	8,0
1.01.	3 34	−2 28	1,243	1,998	8,2
11.01.	3 37	−0 59	1,332	2,006	8,4
21.01.	3 43	+0 44	1,431	2,016	8,6
31.01.	3 51	+2 33	1,537	2,028	8,8
10.02.	4 02	+4 24	1,650	2,041	9,0

Hēbe

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
22.12.	6 ^h 29 ^m	+4°42'	1,258	2,207	8,5
1.01.	6 19	+5 54	1,274	2,230	8,5
11.01.	6 09	+7 24	1,317	2,252	8,7
21.01.	6 02	+9 04	1,385	2,275	8,9
31.01.	5 57	+10 46	1,475	2,298	9,2

Eross

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
22.12.	4 ^h 10 ^m	+57°01'	0,235	1,176	9,3
1.01.	4 13	+50 59	0,218	1,158	9,1
11.01.	4 25	+43 06	0,209	1,145	9,1
21.01.	4 44	+34 15	0,210	1,137	9,2
31.01.	5 08	+25 28	0,220	1,133	9,3

Herkulīna

Datums	α_{2000}	δ_{2000}	Attālums no Zemes, a. v.	Attālums no Saules, a. v.	Spožums, zv. l.
21.01.	9 ^h 48 ^m	+25°31'	1,481	2,418	9,1
31.01.	9 41	+27 37	1,439	2,404	8,9
10.02.	9 32	+29 36	1,424	2,391	8,9
20.02.	9 23	+31 15	1,436	2,378	9,0
2.03.	9 16	+32 27	1,473	2,366	9,2

APTUMSUMI

Daļējs Saules aptumsums 6. janvārī.

Šis aptumsums būs redzams Krievijas Tālajos Austrumos, Kamčatkā, Ķīnas ziemeļaustrumos, Korejā, Japānā un Klusā okeāna ziemeļos. Maksimālā fāze būs 0,715. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

Pilns Mēness aptumsums 21. janvārī.

Šis aptumsums būs redzams Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Atlantijas okeānā, Eiropā un Āfrikas rietumos. Latvijā būs redzama aptumsuma lielākā daļa. Aptumsuma gaita pie mums būs šāda:

Pusēnas fāzes sākums – 4^h37^m.

Daļējās fāzes sākums – 5^h34^m.

Pilnās fāzes sākums – 6^h41^m.

Maksimālās fāzes (1,195)

brīdis – 7^h12^m.

Pilnās fāzes beigas – 7^h43^m.

Saules lēkts Rīgā – 8^h42^m.

Daļējās fāzes beigas – 8^h51^m.

Mēness riets Rīgā – 8^h55^m.

Pusēnas fāzes beigas – 9^h48^m.

METEORI

Ziemā ir novērojama viena aktīva meteoru plūsma – **Kvadrantīdas**. Tās aktivitātes periods ir laikā no 28. decembra līdz 12. janvārim. 2019. gadā maksimums gaidāms 4. janvārī 4^h40^m. Tad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā, lai arī iespējamas tās svārstības intervālā no 60 līdz 200.

MĒNESS

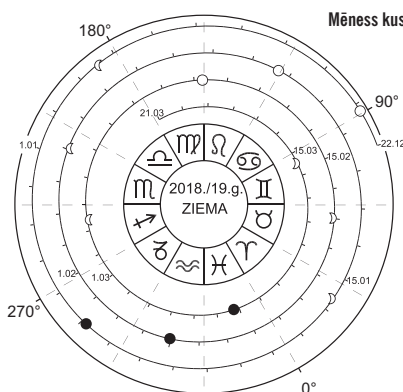
Mēness perigejā un apogejā.

Perigejā: 24. decembrī plkst. 12^h; 21. janvārī plkst. 22^h;

19. februārī plkst. 10^h; 19. martā plkst. 21^h.

Apogejā: 9. janvārī plkst. 5^h; 5. februārī plkst. 11^h;

4. martā plkst. 13^h.



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts

● Jauns Mēness:

- 6. janvārī 3^h28^m
- 4. februārī 23^h04^m
- 6. martā 18^h04^m

☾ Pirmais ceturksnis:

- 14. janvārī 8^h45^m
- 13. februārī 0^h26^m
- 14. martā 12^h27^m

○ Pilns Mēness:

- 22. decembrī 19^h49^m
- 21. janvārī 7^h16^m
- 19. februārī 17^h53^m

☾ Pēdējais ceturksnis:

- 29. decembrī 11^h34^m
- 27. janvārī 23^h10^m
- 26. februārī 13^h28^m

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs

22. decembrī 18 ^h 29 ^m Vēzi (♋)	21. janvārī 5 ^h 55 ^m Lauvā	19. februārī 16 ^h 47 ^m Jaunavā
24. decembrī 18 ^h 59 ^m Lauvā (♌)	23. janvārī 5 ^h 23 ^m Jaunavā	21. februārī 16 ^h 18 ^m Svaros
26. decembrī 19 ^h 50 ^m Jaunavā (♍)	25. janvārī 6 ^h 03 ^m Svaros	23. februārī 17 ^h 57 ^m Skorpionā
28. decembrī 22 ^h 24 ^m Svaros (♎)	27. janvārī 9 ^h 31 ^m Skorpionā	25. februārī 23 ^h 20 ^m Strēlniekā
31. decembrī 3 ^h 24 ^m Skorpionā (♏)	29. janvārī 16 ^h 33 ^m Strēlniekā	28. februārī 8 ^h 49 ^m Mežāzī
2. janvārī 10 ^h 59 ^m Strēlniekā (♐)	1. februārī 2 ^h 48 ^m Mežāzī	2. martā 21 ^h 07 ^m Ūdensvirā
4. janvārī 20 ^h 55 ^m Mežāzī (♑)	3. februārī 15 ^h 04 ^m Ūdensvirā	5. martā 10 ^h 11 ^m Zivīs
7. janvārī 8 ^h 46 ^m Ūdensvirā (♒)	6. februārī 4 ^h 02 ^m Zivīs	7. martā 22 ^h 28 ^m Aunā
9. janvārī 21 ^h 4 ^m Zivīs (♓)	8. februārī 16 ^h 34 ^m Aunā	10. martā 9 ^h 10 ^m Vērsī
12. janvārī 10 ^h 18 ^m Aunā (♈)	11. februārī 3 ^h 29 ^m Vērsī	12. martā 17 ^h 48 ^m Dviņos
14. janvārī 20 ^h 32 ^m Vērsī (♉)	13. februārī 11 ^h 32 ^m Dviņos	14. martā 23 ^h 50 ^m Vēzī
17. janvārī 3 ^h 01 ^m Dviņos (♊)	15. februārī 16 ^h 03 ^m Vēzī	17. martā 2 ^h 57 ^m Lauvā
19. janvārī 5 ^h 45 ^m Vēzī	17. februārī 17 ^h 22 ^m Lauvā	19. martā 3 ^h 42 ^m Jaunavā

4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
23.12.2018.	ξ Gem (Mekbuda)	4 ^m ,0	17 ^h 48 ^m	18 ^h 31 ^m	6°–11°	99%
15.01.2019.	μ Cet	4 ^m ,3	19 ^h 13 ^m	20 ^h 02 ^m	43°–43°	65%
2.02.2019.	Saturns	0 ^m ,6	8 ^h 26 ^m	8 ^h 39 ^m	6°–7°	6%

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

ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS 2019. GADAM

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, DECEMBRĪ

Cena 2019. gada abonementam 9,00 eiro

ABONĒ: LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV

INDEKSS ABONĒŠANAI LATVIJAS PASTĀ: 2214

ISSN 0135-129X



9 770135 129006 >

Cena 3,00 €