

Zvaigžņotā 2019 VASARA DEBESS



BEIDZOT!
Viennozīmīgi
pierādīta
melnā cauruma
eksistence

KUR SLĒPJAS
tumšā matērija un
tumšā enerģija?

KILOGRAMA
radikālās
pārvērtības

LATVIJAS ASTRONOMIJA
laikmetu griežos

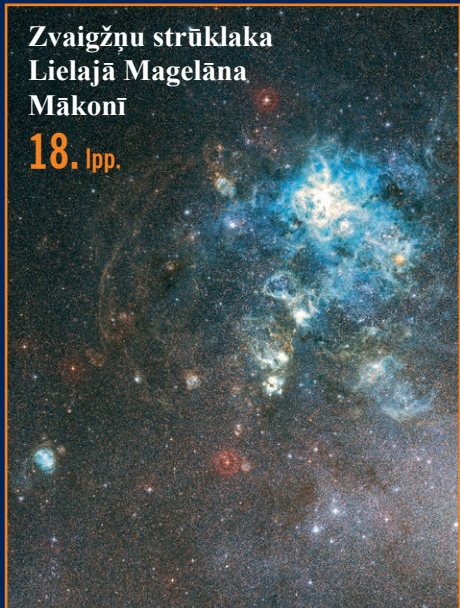
Izdevējs



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**

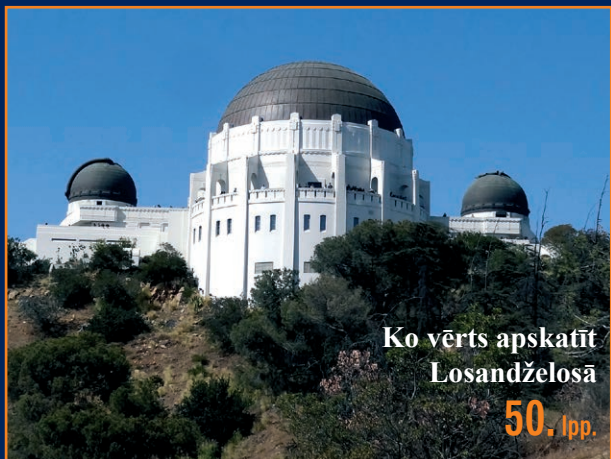
Zvaigžņu strūklaka
Lielajā Magelāna
Mākonī

18. lpp.



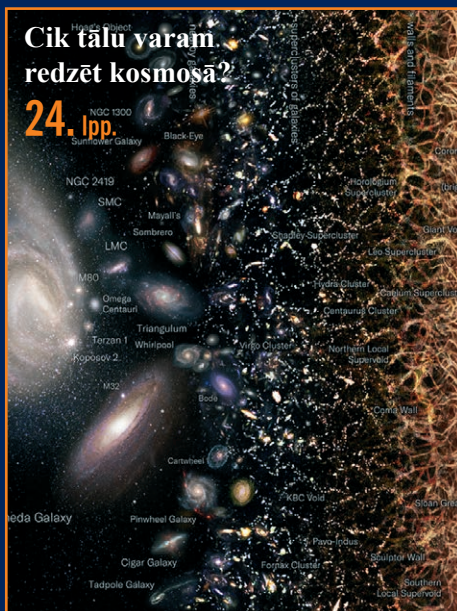
Eiropa veido
neparastu
kosmosa kuģi

32. lpp.



Ko vērts apskatīt
Losandželosā

50. lpp.



Cik tālu yaram
redzēt kosmosā?

24. lpp.



Milzu spoguļi tver
Čerenkova starojumu

48. lpp.



Latvija ceļā
uz iestāšanos
CERN

42. lpp.

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

2019, VASARA (244)

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

Žurnāls sagatavots

Latvijas Universitātes

Akadēmiskajā apgādā

Tālrunis: 67034889

E-pasts: apgads@lu.lv

Iespiests SIA "Latgales drukā"

Interneta resursi: www.lu.lv/zvd/

Digitālais arhīvs: <http://ejuz.lv/zvd>

Uz 1. vāka: rakete *Falcon Heavy*

2019. gada 11. aprīlī veica pirmo komerciālo startu, nogādājot orbītā sakaru pavadoni *Arabsat-6A*. Visas trīs pirmās pakāpes veiksmīgi piezemējās.
Avots: *SpaceX*, CCO.

Uz 4. vāka: melnais caurums plašākā perspektīvā. Simulācijā parādīts ne tikai notikumu horizonts un tam pieguļošais starojums, kā galaktikā M87 iegūtajā attēlā, bet viss akrēcijas disks.

Avots: Jordy Davelaar et al./Radboud University/BlackHoleCam, CC BY 4.0.

SATURS

AKTUĀLI

- Jaunami īsumā.** *Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills* 2
- Baldones Astrofizikas observatorija laika griežos.**
Ilgmārs Eglītis 4
- Kilograms ir miris, lai dzīvo kilograms!**
Vjačeslava Kaščejeva stāstījumu pierakstījis Ilgonis Vilks 10

ATKLĀJUMI

- Pirmā melnā cauruma fotogrāfija.** *Anna Gintere* 14
- Tāla zvaigzne demonstrē gāzu strūklas.**
Sagatavojis Mārtiņš Gills 18

VISUMA IZPĒTE

- Skeptiķa skats uz Visuma tumšo pusi.**
Oļģerts Dumbrājs 20
- Cik tālu iespējams ieskatīties Visumā?** *Ilgonis Vilks* 24

KOSMISKIE LIDOJUMI

- Kosmiskais jātnieks *Space Rider*.** *Mārtiņš Sudārs* 32

ZINĀTNES SASNIEGUMI

- CERN apmeklējuma iespāidi.** *Ilgonis Vilks* 36
- Latvijas ceļš uz CERN. Cik tālu esam?**
Raitis Misa intervē Tomu Torimu 42

TELESKOPI

- Top pasaules Čerenkova teleskopu masīvs.**
Mārtiņš Gills 48

ASTROVIETA

- Grifita observatorija.** *Mārtiņš Gills* 50

FOTOSTĀSTS

- Sudrabainie mākoņi virs Lielupes.** *Juris Seņņikovs* 52

MOBILĀ LIETOTNE

- Debess karte bez piedevām.** *Mārtiņš Gills* 54

OLIMPISKAIS IZAIČINĀJUMS

- Invariantu metode – KRĀSOŠANA.**
Sagatavojusi Maruta Avotiņa 55

AMATIĒRU ASTRONOMIJA

- Vai tur augšā kāds ir?** *Anna Gintere* 56

DEBESS APSKATS

- Debess spīdekļi 2019. gada vasarā.** *Juris Kauliņš* 58



OneWeb

Jaunumi ĪSUMĀ

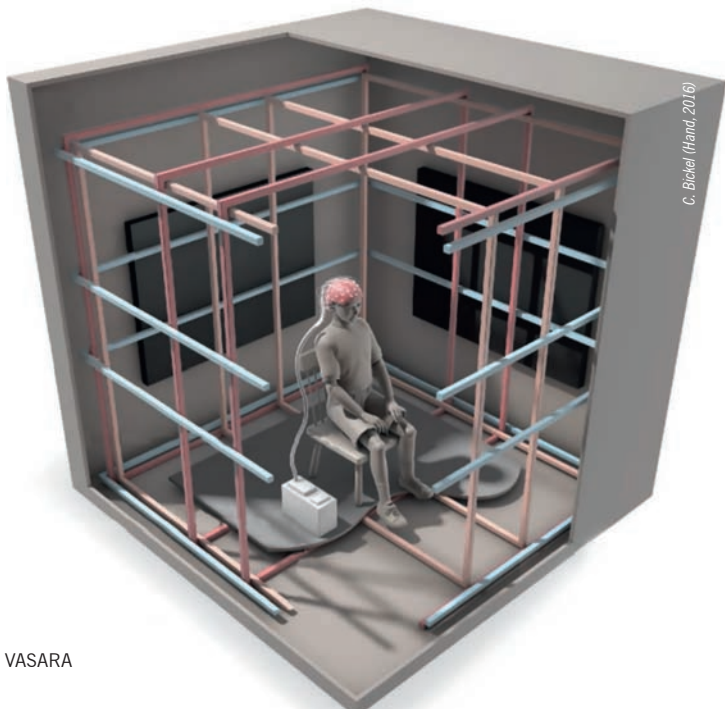
CILVĒKS TOMĒR JŪT MAGNĒTISKO LAUKU

Daudzi dzīvnieki jūt magnētisko lauku. Bitēm, vaļiem, lašiem, bruņurupučiem, putniem un sīkspārņiem Zemes magnētiskais lauks palīdz orientēties. Taču ar cilvēkiem veiktie eksperimenti līdz šim deva neskaidrus rezultātus. Žurnālā *eNeuro* 2019. gada martā publicētais pētījums pirmo reizi viennozīmīgi parāda, ka arī cilvēka smadzeņu reaģē uz magnētiskā lauka izmaiņām. Izmēģinājuma dalībnieki atradās speciālā izolētā telpā, kurā mainīja magnētiskā lauka virzienu. Daļai dalībnieku mainījās smadzeņu alfa viļņi, kaut arī paši dalībnieki nekādas izmaiņas nejuta. Nav skaidrs, vai cilvēka organisms tāpat reaģē uz

geomagnētiskajām vētrām, kad magnētiskā lauka virziena izmaiņas ir mazākas.

ONEWEB SOLA INTERNETU VISIEM

Jums ir interneta pieslēgums? Pricājieties, jo vairāk nekā pusei pasaules iedzīvotāju tā nav. Šo situāciju gata-va labot kompānija *OneWeb*, kas 2019. gada februārī palaida pirmos sešus saka-ru satelītus no kopumā vai-rāk nekā 650 plānotajiem. *OneWeb* satelīti nodrošinās 3G, LTE, 5G un Wi-Fi saka-rus jebkurā vietā uz zemeslo-des, izņemot Antarktīdu, bet galvenokārt orientēsies uz reģioniem, kur grūti iekārtot mobilo tīklu vai optisko kabe-ļu infrastruktūru. Paredzēts, ka pirmie interneta sakari būs pieejami 2020. gadā, bet jau 2021. gadā būs izveidots visu planētu aptverošs tīkls. Tas ir nebijis izaicinājums arī kosmosa industrijai, jo sate-līti jārāžo masveidā. Plānots, ka 2019. gada beigās izga-tavos vienu satelītu dienā.



C. Bichel (Hand, 2016)

METEORĪTS VIRS BERINGA JŪRAS

2018. gada 18. decembrī aptuveni 10 metru liels meteorīts ietriecās Zemes atmosfērā virs Beringa jūras ar ātrumu 32 km/s un 26 kilometru augstumā uzsprāga. Sprādziena radītā enerģija bija 10 reizes lielāka nekā Hirosimas atombombai, tomēr trīs reizes mazāka nekā 2013. gadā virs Čeljabinskas uzsprāgušā meteorīta enerģija. Objekta masa bija aptuveni 1600 tonnu.

Laimīgā kārtā sprādziens notika virs neapdzīvota apvidus, un to uz Zemes virsmas droši vien sajuta tikai leduslāči un jūras lauvas, taču triecienvilnis bija tik spēcīgs, ka būtu varējis izsist logus ēkām tuvējā apkārtnē. Meteorīta dūmu asti novēroja NASA satelīts *Terra* un japāņu satelīts *Himawari 8*. Saskaņā ar statistiku tik spoža ugunsbumba parādās 2–3 reizes 100 gados.



NASA/GSFC/LaRC/JPL-Caltech, MISR Team



Reuters

INDIEŠI – KOSMOSA HULIGĀNI

2019. gada 27. martā Indijas Aizsardzības pētījumu un attīstības organizācijas speciālisti ar raķeti notrieca nelielu Indijas satelītu, kas tika palaists kosmosā tā paša gada janvārī. Kaut arī organizācijas vadītājs skaidroja, ka sašautais pavadonis riņķoja zemā orbītā (280 km) un atlūzas sadegs atmosfērā 45 dienu laikā, NASA protestēja, uzskatot, ka tās apdraudēs

Starptautisko kosmisko staciju. Divdesmit četri fragmenti pacēlās līdz stacijas orbītas augstumam (400 km) vai pat augstāk. Par laimi, stacijai nekas nenotika. Kopumā NASA konstatēja 60 satelīta atlūzu gabalus, kuru izmērs pārsniedz 15 centimetrus. Līdz ar šo izmēģinājumu Indija pievienojusies trim citām valstīm, kas spēj notriekt satelītu ar raķeti, – ASV, Krievijai un Ķīnai.

PIEŠĶIR PLANĒTAI VĀRDU!

Starptautiskā Astronomijas savienība (IAU) 100. gadadienā katrai dalībvalstij dod iespēju pēc saviem ieskatiem nosaukt vienu citplanētu un zvaigzni, ap kuru tā riņķo. Latvijas iedzīvotājiem šīs vasaras laikā jāizlemj, kā turpmāk oficiāli sauks zvaigzni HD 118203 un tās planētu. Oranžā submilzu zvaigzne atrodas Lielā Lāča zvaigznājā netālu no Micara un Alkora. Vārda došana norisināsies divās kārtās. Vispirms

no 3. jūnija līdz 5. augustam *Zvaigžņotās Debess* vietnē www.lu.lv/zvd/ var pieteikt savu ierosinājumu citplanētas un tās zvaigznes nosaukumam. Pēc tam – balsošana par 10 atlasītajiem variantiem. Pārdomājam variantus un reģistrējam savu priekšlikumu!



Karsta Jupitera tipa planēta mākslinieka skatījumā



ESO/L. Calçada

AKTUĀLI

ILGMĀRS EGLĪTIS



Baldones Šmita teleskopa paviljons

Ilgmāra Egliša foto

Baldones Astrofizikas observatorija LAIKA GRIEŽOS

OBSERVATORIJĀ, KURA DARBOJAS JAU 60 GADUS,
STRĀDĀJUŠĀS VAIRĀKAS ASTRONOMU PAAUDZES.
DAŽAS ZINĀTNISKO PĒTĪJUMU TĒMAS IR KONSEKVENTI NEMAINĪGAS,
BET CITAS MAINĀS LĪDZ AR ASTRONOMIJAS ATTĪSTĪBU.

Latvijas Universitātes Astronomijas institūta Astrofizikas observatorija Baldones Riekstukalnā sāka savu darbību 1958. gadā, kad, no Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas Fizikas institūta atdaloties Astronomijas sektoram, tika izveidota patstāvīga struktūra – Astrofizikas laboratorija. Gadu iepriekš nākamās observatorijas teritorijā, piecus kilometrus no Baldones, Riekstukalna tuvumā, tika uzcelta pirmā laboratorijas ēka – *Baltā māja*. Observatorijas dibinātājs un pirmais direktors Jānis Ikaunieks (1912–1969) plānoja attīstīt divus pētījumu virzienus – izveidot lielas bāzes radiointerferometru un pētīt sarkanās zvaigznes, kas atrodas vēlās evolūcijas stadijās. Lai nodrošinātu optisko novērojumu veikšanu, 1959. gadā tika noslēgts līgums ar Austrumvācijas firmu *Carl Zeiss* par Šmita tipa teleskopa būvniecību.

1962. gadā, saskaņojot Baltijas republiku astronomu plānus, tika iecerēts, ka Astrofizikas laboratorija kļūs par Baltijas radioastronomijas centru. 1967. gadā ar Zinātņu akadēmijas lēmumu tika mainīts Astrofizikas laboratorijas nosaukums, tā kļuva par Latvijas PSR Zinātņu

akadēmijas Radioastrofizikas observatoriju. Bija pabeigts projekta uzdevums par divus kilometrus garu stīgu izveidi vairāku antenu mainīgas bāzes radiointerferometra vajadzībām. Šo projektu neizdevās realizēt Jāņa Ikaunieka pāragrās nāves dēļ. Tāpat izjuka turpmākā radiointerferometrijas jomas attīstības iecere izvietot 30 metru diametra grozāmas radioantenas Roņu salā, Engurē un Salacgrīvā. Interesanti, ka šie plāni tapa vienlaikus ar līdzīga lieluma radiointerferometra

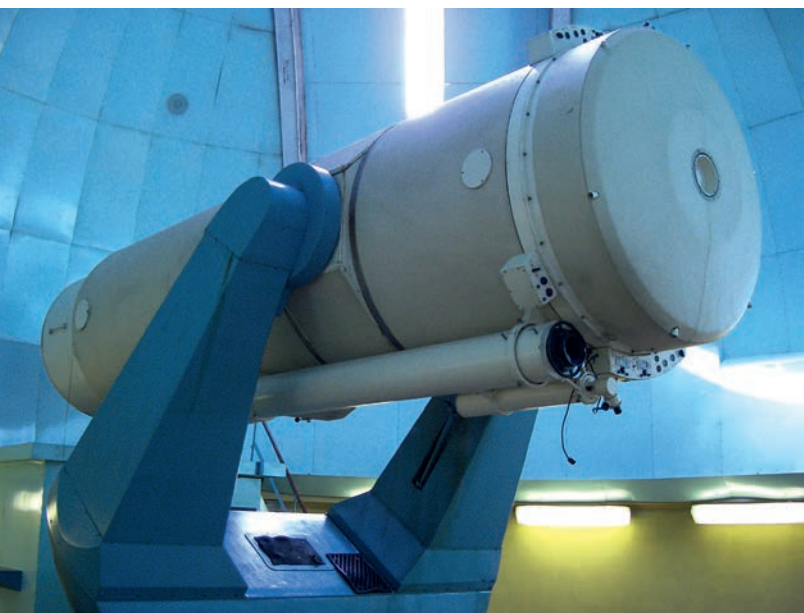
būvi Malarda (*Mullard*) Radioastronomijas observatorijā Anglijā. 1974. gadā par apertūras sintēzes metodes izstrādi angļu radioastronomi ieguva Nobela prēmiju.

Pateicoties nākamā observatorijas direktora Artura Balklava (1933–2005) pūlēm, radioastronomijas pētījumu virziens saglabājās, un ar 1972. gadā uzstādīto 10 metru diametra radioantenu līdz 1992. gadam tika pētīta Saules aktivitāte 755, 610 un 326 MHz radioviļņu frekvencēs. Optiskās



Baldones observatorijas dibinātājs Jānis Ikaunieks (pa kreisi) un viņa pēctecis, ilggadējais Radioastrofizikas observatorijas direktors Arturs Balklavs

No LU Muzeja krājuma



Ilgmāra Eģiņa foto

Baldones Šmita sistēmas teleskops

astronomijas attīstība noritēja atbilstoši Jāņa Ikaunieka iecerei. 1965. gada janvāra pirmajās dienās uz observatoriju atceļoja liela redzeslauka (19 kvadrātgrādi) Šmita sistēmas teleskops ar spoguļa diametru 1,2 metri, ieejas apertūru 0,8 metri un fokusa attālumu 2,4 metri. Tas ir 12. lielākais Šmita sistēmas teleskops pasaulē līdz pat šim brīdim.

Teleskopa paviljona celtniecību pabeidza 1966. gada jūnijā, un tā tika paveikta vienīgi ar Latvijas speciālistu palīdzību. Ar šādu īpašu objektu būvnieki sastapās pirmoreiz, tāpēc darbā radās ne mazums grūtību. Pirmie novērojumi ar Baldones Šmita teleskopu, ļoti augstas kvalitātes instrumentu, kā to parādīja pārbaudes rezultāti, notika 1966. gada decembrī.

Optiskajā diapazonā veiksmīgi tika pētītas oglekļa zvaigžņu īpašības. Izmantojot Baldones Šmita teleskopa četrgāru objektīva prizmu, tika atklātas vairāk nekā 300 jaunas oglekļa zvaigznes. Tika pētīti nestacionārie procesi ne tikai jaunatklātajās oglekļa zvaigznēs, bet arī uzliesmojošajās zvaigznēs – novās – Andromedas galaktikā. Kopumā šajā galaktikā atklātas un izpētītas 70 novas. Par oglekļa zvaigžņu

pētījumu rezultātiem izdotas četras monogrāfijas, no kurām divas tulkotas angļu valodā.

Pēc valstiskās neatkarības atgūšanas 1991. gadā Latvijā sākas reorganizācijas process visās saimniecības sfērās. Zinātnes finansējuma straujais samazinājums 1992. gadā noveda pie radioastronomijas pētījumu pārtraukšanas Baldones observatorijā. Turpmāk Zinātņu akadēmijas institūti tika integrēti universitātēs. Radioastrofizikas observatorija kopā ar Latvijas Universitātes (LU) Astronomijas observatoriju 1997. gadā izveidoja kopīgu LU Astronomijas institūtu. Jaunizveidotajā institūtā turpinājās oglekļa zvaigžņu un novu pētījumi. Pēc IAU Pekulāro sarkano milžu darba grupas ieteikuma tiek veidota Galaktikas oglekļa zvaigžņu kataloga papildinātā versija, kas sākotnēji publicēta 2001. gadā un kuras izmantošanas intensitāte ir vairāk nekā 100 000 apmeklējumu gadā. No LU Astronomiskās observatorijas pētījumu tēmām institūtā tiek attīstīta Zemes mākslīgo pavadoņu lāzerlokācija.

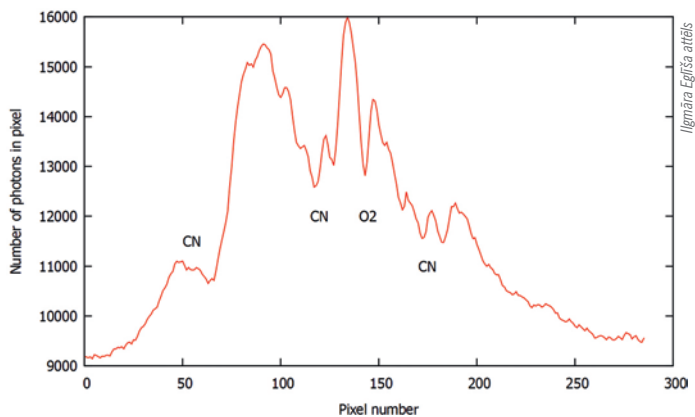


GALAKTIKAS OGLEKĻA ZVAIGŽŅU TIEŠSAISTES KATALOGAM, KURU PAPILDINĀJUŠI BALDONES OBSERVATORIJAS ASTRONOMI, IR VAIRĀK NEKĀ 100 000 APMEKLĒJUMU GADĀ.

Ap 2005. gadu Baldones Astrofizikas observatorijā tika izsmeltas astronomisko fotoplašu rezerves, jo fotomateriālu ražotāji jau krietni iepriekš bija atteikušies no to ražošanas. Pārejas periods uz jauniem gaismas uztvērējiem tika veiksmīgi izmantots Baldones Šmita teleskopa galvenā spoguļa atkārtotai alumīnizēšanai, kas tika veikta Vācijā. Kopš 2007. gada teleskops turpināja novērojumus ar nelielu 3,2 megapikseļu lādiņsaites matricu, kura izmantoja tikai 0,4% no teleskopa redzeslauka. Mainoties teleskopa iespējām, mainījās arī pētījumu tematika.

Tradicionālie oglekļa zvaigžņu pētījumi saglabājās, bet 2008. gadā tika sākts jauns pētījumu virziens – asteroīdu monitorings. Neraugoties uz sākotnēji mazo debess pārklājumu, jaunais pētījumu virziens nesa pozitīvus rezultātus. Pateicoties unikāli lielajai teleskopa gaismaspējai, sarkanajā spektra daļā ar 8 minūšu ekspozīciju iespējams reģistrēt 21. zvaigžņlieluma objektus. Tas atbilst aptuveni 50 metru lieliem ķermeņiem galvenajā asteroīdu joslā 330–480 miljonu kilometru attālumā. Turpmākajos septiņos gados tika atklāti 49 jauni asteroīdi, 11 no tiem kopā ar sadarbības partneriem no Viļņas Universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta. Vairākiem asteroīdiem tika piešķirti nosaukumi, 826 asteroīdiem precizēta orbīta.

2010. gadā trīs LU institūti – Atomfizikas un



Oglekļa zvaigznes spektrs

Tabula. Asteroīdi, kas atklāti Baldones Astrofizikas observatorijā un kam piešķirti nosaukumi

Asteroīda numurs	Nosaukums	Nosaukuma piešķiršanas gads	Atklāšanas gads	Aptuvenais diametrs, km
274084	Baldone	2011	2008	1,5
284984	Ikaunieks	2012	2010	1,5
294664	Trakai	2012	2008	3,5
321324	Vytautas	2012	2009	3
330836	Orius	2013	2009	35
343157	Mindaugas	2013	2009	3,5
392142	Solheim	2014	2009	3
332530	Canders	2015	2008	2
352646	Blumbahs	2015	2008	1,5
428694	Saule	2016	2008	0,6
457743	Balklavs	2017	2009	1

spektroskopijas institūts, Astronomijas institūts un Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūts – izveidoja asociāciju FOTONIKA-LV. Gadu vēlāk asociācija sīvā konkurencē ieguva 3,7 miljonus eiro lielu finansējumu zinātniskajam projektam FOTONIKA-LV. Tas bija pozitīvs grūdiens, kas nodrošināja pētījumu izaugsmi visos trijos institūtos.

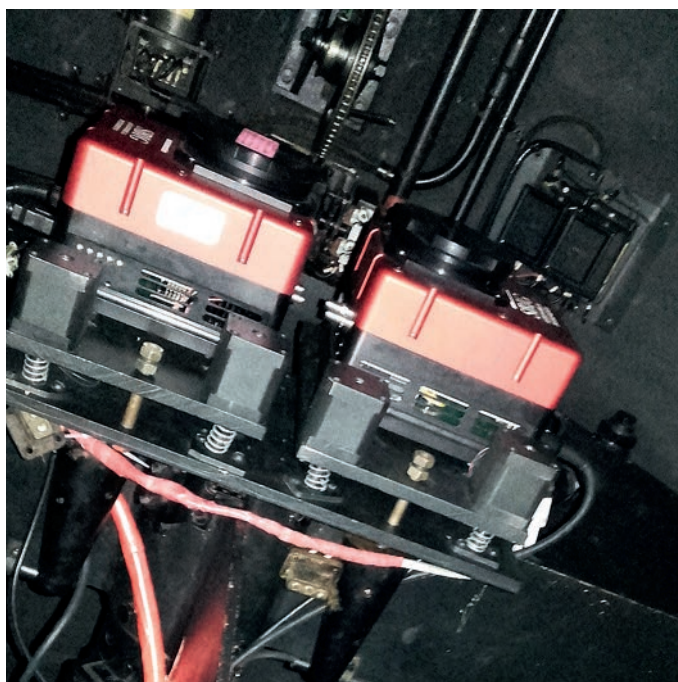
2012. un 2013. gadā astrofizikā tika aizstāvēti vairāki maģistra darbi un trīs doktora disertācijas.

Tajā pašā laikā, izmantojot Valsts nozīmes pētījumu centra un FOTONIKA-LV projektu līdzekļus, tika iegādāti četri lielformāta skeneri, un sākās Baldones Šmita teleskopa vairāk nekā 22 000 tiešo un 2300 spektrālo astronomisko uzņēmumu arhīva

DRĪZ BŪS PUBLISKI PIEEJAMA APTUVENI 330 MILJONU ZVAIGŽŅU, ASTEROĪDU UN KOMĒTU DATUBĀZE, KAS IZVEIDOTA NO BALDONES OBSERVATORIJĀ UZŅEMTO FOTOPLAŠU ARHĪVA.

digitālās datubāzes veidošana. Tiešo uzņēmumu skenēšanas process 2019. gadā ir nobeiguma stadijā. Kad būs pabeigts nākamais solis – digitālo attēlu apstrāde ar speciālām Ukrainas Nacionālās Zinātņu akadēmijas Galvenajā astronomijas observatorijā izstrādātajām programmām, tiks iegūta

liela astronomisko datu bāze. Novērtējums rāda, ka pēc digitālo attēlu pilnas apstrādes ap 330 miljoniem zvaigžņu būs iegūtas precīzas ekvatoriālās koordinātas un spožumi. Tā būs unikāla datubāze, ko var izmantot zvaigžņu redzamās kustības un spožuma maiņas pētīšanā, asteroīdu un komētu orbītu precizēšanā.

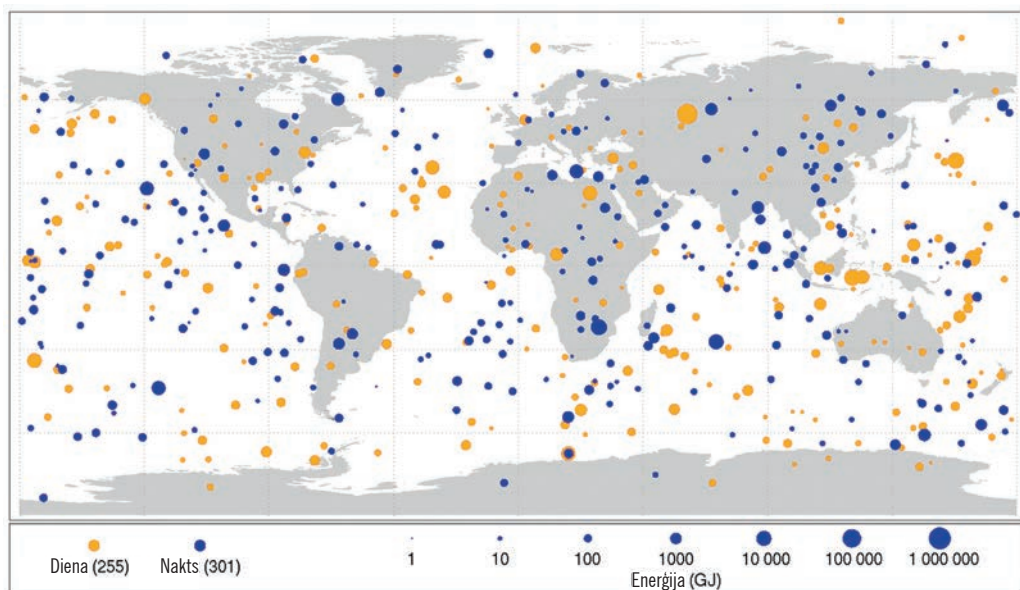


Šmita teleskopa fokālajā plaknē izvietotās CCD kameras

Kā rāda dažu debess ekliptikas rajonā uzņemto fotoplašu digitālo attēlu apstrāde, spektra zilajā diapazonā tās satur desmitiem asteroīdu attēlu līdz 17. zvaigžņlielumam, turklāt daudzi ir tādi, kuri atklāti desmitiem gadu vēlāk, nekā tie nofotografēti Baldones observatorijā. Šī priekšizpēte norāda uz reālu iespēju atklāt vēl nezināmus tuvu Zemei pienākošus asteroīdus un komētas. Svarīga ir arī spektra ultravioletajā daļā iegūto datu publicēšana, jo Strasbūras Astronomisko datu sistēmā ir tikai nepilns simts publikāciju, kurās dots zvaigžņu ultravioletais spožums, kamēr vizuālajā un tuvajā infrasarkanajā daļā veikto mērījumu un attiecīgo publikāciju ir daudz vairāk.

2016. un 2017. gadā notika intensīvs darbs pie Šmita teleskopa optiskās sistēmas pilnveidošanas. Astronomijas institūtā tika veikti optiskās sistēmas aprēķini papildu lēcai, kas izvietojama Šmita teleskopa optiskajā sistēmā, lai Šmita teleskopa izliekto fokālo plakni padarītu savietojamu ar plakano lādiņsaites matricu. Pēc uzlabojumu veikšanas Baldones Šmita teleskopa novērošanas efektivitāte pieauga 25 reizes, jo teleskopa fokusā tagad atrodas divas 16,8 megapikseļu kameras STX-16803, katra no tām aplūko vienu loka grādu lielu debess apgabalu.

Pirmie novērojumi ar uzlaboto optisko sistēmu



1994.–2013. gadā novērotie bolīdi – nelieli asteroīdi, kas ietriekušies Zemes atmosfērā. Lielākie aplīši pēc trieciena enerģijas tikai nedaudz atpaliek no Čeljabinskas meteorīta

2017. gada augustā un septembrī apstiprināja ieguvumu. Isā laika periodā tika atklāts 21 jauns asteroīds, līdz ar to observatorijā atklāto asteroīdu skaits palielinājās līdz 77, kopumā 1632 objektiem ir precizētas orbītas. Asteroīdu pētījumiem ir arī praktiska nozīme. Tie ir svarīgi, lai laikus atklātu objektus, kas potenciāli var ietriekties Zemē. Tādi notikumi kā Čeljabinskas meteorīta krišana 2013. gadā šķiet reta parādība. Taču, kā parāda NASA publicētā bolīdu krišanas karte, tāda vai nedaudz mazāka mēroga notikumi uz Zemes notiek vidēji reizi piecos gados, un tikai Zemes nevienmērīgās apdzīvotības dēļ tie tik bieži nav novērojami. Pavisam nesēn, 2018. gada decembrī, ļoti spožs bolīds uzsprāga

virš Beringa jūras (skat. 2. un 3. lpp. šajā žurnāla numurā).

Jaunās teleskopa iespējas ļauj ne tikai aktīvāk veikt klasiskos oglekļa zvaigžņu pētījumus (pēdējos gados observatorijā atklātas vairāk nekā 50 jaunas oglekļa zvaigznes), bet arī paplašināt pētījumu virzienus – pētīt komētu un asteroīdu fizikālās īpašības, pievērsties relativistiskajai astrofizikai, veicot blazāru un Seiferta galaktiku kodolu optiskā starojuma novērojumus līdztekus to novērojumiem radiodiapazonā. Sadarbība ar VSRC radioastronomiem devusi iespēju iegūt Latvijas Zinātnes padomes finansējumu projektam “Kompleksie Saules sistēmas mazo ķermeņu pētījumi”, pie kura pašlaik strādā observatorijas darbinieki.

Baldones Astrofizikas observatorijas atpazīstamība pieaug gan pasaulē, gan Latvijā, pateicoties astronomisko uzņēmumu arhīva digitalizācijai, daudzu zinātnisko publikāciju izdošanai, dalībai starptautiskās konferencēs un planetārija izveidei Šmita teleskopa kupola telpā. Populārzinātnisko lekciju apmeklētāju skaits pieaudzis no 1000 cilvēkiem 2012. gadā līdz gandrīz 4000 cilvēku 2018. gadā. Baldones Astrofizikas observatorija uzaicināta kā dalībiece trijos starptautiskos projektos, kas saistīti ar dabaszinātņu popularizāciju un jauniešu piesaisti astronomijai (Zinātnieku nakts 2018–2019, *SpaceSTEM* un *Online Observatory*). Tas ļauj nākotnē raudzīties ar cerībām. 🌿

Kilograms ir miris, lai dzīvo kilograms!



PAR STARPTAUTISKĀS MĒRVENĪBU
SISTĒMAS JAUNUMIEM **ILGONIM VILKAM**
STĀSTA FIZIĶIS, LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ASOCIĒTAIS PROFESORS **VJAČESLAVS KAŠČEJEVS.**

Šis brīdis, kad izmaiņas vairākas fizikālo pamatmērvienību definīcijas, ir labs iegansts, lai parunātu par fizikas fundamentālo likumu un konstanšu saistību ar mūsu dzīvi. Mērvienības mēs lietojam ik dienu, un ir svarīgi, lai mēs varētu uz tām paļauties. Vajadzības pēc mērvienībām, no vienas puses, diktē zinātne, no otras puses – tehnikas attīstība un praktiskais lietojums. Mērvienību sistēmas atkārtotamību, precizitāti un savstarpējo saskaņotību nosaka fizikas likumi. Pamatmērvienības droši vien var salīdzināt ar aksiomām. Vienotās starptautiskās mērvienību sistēmas (*Système international d'unités*, SI) pamatideja ir tā, ka visdažādāko fizikālo lielumu mērvienības

var atvasināt no pamata vienībām. Bet, zinātnei un tehnikai attīstoties, mūsu pamata “aksiomas” un no tām izrietošās “teorēmas” jāpildnveido.

SI sistēmā jeb metriskajā sistēmā, kas sāka veidoties Franču revolūcijas laikā 18. gadsimta beigās, ir septiņas pamatmērvienības – sekunde, metrs, kilograms, ampērs, kelvins, mols un kandela. Taču mērvienību praktiskais un fundamentālais nozīmīgums var atšķirties. Daži metrologi saka, ka gaismas stipruma mērvienība kandela tikusi ieviesta, pateicoties apgaismošanas industrijas lobijam. Nez vai vajadzēja šo specifisko lielumu, kas vienkārši standartizē cilvēka gaismas uztveri, pacelt līdz tik augstam statusam, kaut arī savā šaurajā lietojuma jomā tas ir svarīgs.

Mazliet līdzīgi ir ar temperatūras mērvienību – kelvinu. No vienas puses, temperatūra ir neatkarīgs fizikāls lielums, bet, no otras puses, attīstoties termodinamikai un atklājot mikropasaules uzņēmību, parādījās saikne starp mehānikas un siltuma fizikas likumiem. Šo saikni nosaka Bolcmaņa konstante. Iepriekšējā kelvina definīcijā bija precīzi fiksēta ūdens trīskāršā punkta temperatūra, kas ir ļoti tuva 0 °C. Jaunajā definīcijā ir precīzi fiksēta Bolcmaņa konstantes vērtība ($1,380649 \times 10^{-23}$ J/K) un nenoteiktība pārnesta uz ūdens trīskāršo punktu, kas tagad ir 273,1600 K. Galvenais ieguvums no zinātniskā vienkāršākuma ir tas, ka būs iespējams precīzāk izmērīt ļoti zemu un ļoti augstu temperatūru.

Jaunā definīcija viennozīmīgi piesaista temperatūru enerģijai. Vārdu sakot, temperatūra nav nekas cits kā vielas mikroskopisko daļiņu – elementārdaļiņu, atomu, molekulu – kustības enerģijas mērs. Ja esam vienojušies, kā mērām enerģiju, tad varam izmērīt arī temperatūru, līdz ar to bez kelvina varētu iztikt. Protams, neviens neatteiksies no mērvienības, kas ir piemērota lietošanai ikdienā. Vēsturiski kelvins radies no Celsija grāda, kad cilvēkam viegli saprotamais intervāls starp ledu kušanas un ūdens vārīšanās temperatūru tika iedalīts simts daļās.

Runājot par mērvienībām, svarīgi saprast, ka katrai pamatā bijusi vienkārša, saprotama fizikāla parādība, piemēram, ūdens sasaldēšana un vārīšanās. Bet tad, kad mērījumu precizitāte un iespējas pārbaudīt fizikas likumus pieaug, jāprecizē arī mērvienības. Fizikai attīstoties, atklājās, ka ūdens nav vienkārša substance un mērījumos daudz kas atkarīgs no ūdens tīrības pakāpes. Līdz ar to, definējot temperatūru, nevar balstīties uz ūdeni.

Vispārējā metroloģijas attīstība, kas nupat ir sasniegusi zināmu kulminācijas punktu, lielā mērā balstās uz ideju, ko deklarēja pats lords Kelvins, proti, ka universālai mērvienību sistēmai jābalstās uz to, ko viņš sauc par dabas invariantiem, jeb – latviski precīzāk sakot – uz nemainīgiem lielumiem, kurus nosaka dabas likumi; uz

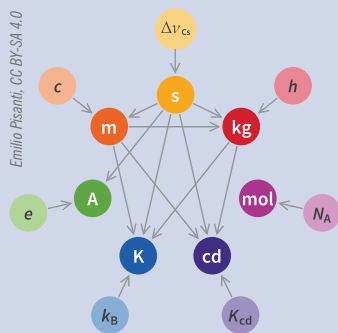
lielumiem, kas ir nemainīgi visās vietās un laikos, nav atkarīgi no kāda vēsturiska notikuma, aparāta vai priekšmeta.

SI sistēma balstās uz trim pilāriem – kilogramu, metru un sekundi. Kilograma definīcija bija pēdējā, kuru bija nepieciešams būtiski pilnveidot. Faktiski veco definīciju vajadzēja atmet, jo līdz šim dabā eksistēja viens

vienīgs objekts, kura masa bija precīzi viens kilograms, tas bija starptautiskais kilograma prototips. Tas bija vēl 19. gadsimtā izveidots platīna un irīdija sakausējuma cilindrs, kura augstums un diametrs ir 39,17 milimetri. No tā tika izgatavotas vairākas kopijas, no kurām valstis savukārt izgatavoja savus nacionālos kilograma paraugus.

SI sistēmas pamatmērvienību 2019. gada definīcijas

- Laika vienību **sekundi** (s) definē, izmantojot cēzija-133 atoma frekvenci, kas rodas pārejā starp diviem neperturbēta atoma pamatstāvokļa hipersīkstruktūras līmeņiem. Frekvences fiksētā skaitliskā vērtība ir 9 192 631 770 herci (Hz), savukārt $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$.
- Garuma vienību **metru** (m) definē, izmantojot gaismas ātrumu vakuumā, kura fiksētā skaitliskā vērtība ir 299 792 458 m/s. Sekunde definēta iepriekš.
- Masas vienību **kilogramu** (kg) definē, izmantojot fiksētu Planka konstantes skaitlisko vērtību $6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$. Ņem vērā, ka $\text{J}\cdot\text{s} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. Sekunde un metrs definēti iepriekš.
- Strāvas stipruma vienību **ampēru** (A) definē, izmantojot fiksētu elementārldaļiņa skaitlisko vērtību $1,602176634 \times 10^{-19} \text{ A}\cdot\text{s}$. Sekunde definēta iepriekš.
- Termodinamiskās temperatūras vienību **kelvinu** (K) definē, izmantojot fiksētu Bolcmaņa konstantes skaitlisko vērtību $1,380649 \times 10^{-23} \text{ J/K}$. Ņem vērā, ka $\text{J/K} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Kilograms, metrs un sekunde definēti iepriekš.
- Vielas daudzuma vienībā **molā** (mol) ietilpst tieši $6,02214076 \times 10^{23}$ elementārās vienības. Šis ir Avogadro skaitlis, tā skaitliskā vērtība ir fiksēta. Elementārā vienība var būt atoms, molekula, jons, elektrons, jebkura cita daļiņa vai noteikta daļiņu grupa.
- Gaismas stipruma vienību **kandelu** (cd) definē, izmantojot $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$ frekvences monohromatiska starojuma gaismas efektivitātes (*luminous efficacy*) fiksētu skaitlisko vērtību $683 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$. Ņem vērā, ka $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1} = \text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^3$, kur sr ir steradiāns. Kilograms, metrs un sekunde definēti iepriekš.



Jaunās SI vienību definīcijas balstās uz dabas konstantēm – gaismas ātrumu, Planka konstanti, Bolcmaņa konstanti un elektrona lādiņu

PĒC VĒSTURISKI NEAPSTIPRINĀTAS LEĢENDAS, VIENS JARDS BIJA ATTĀLUMS NO ANGLIJAS KARAĻA HENRIJA I DEGUNGALA LĪDZ VIŅA IZSTIEPTĀS ROKAS ĪKŠĶA GALAM.

Lai labāk saprastu, kas tagad nāk starptautiskā kilograma prototipa vietā, sākumā aplūkosim sekundes un metra definīcijas. Jebkurš pulkstenis savā būtībā ir dabā notiekošs periodisks process, sākot ar mehāniskajiem pulksteņiem un beidzot ar visprecīzākajiem mūsdienu atompulksteņiem. Ideālā gadījumā procesa periods nav atkarīgs no tā, kā šis pulkstenis ir izgatavots vai kādos apstākļos to izmanto. Kādreiz par sekundi uzskatīja 1/86400 daļu no diennakts, bet izrādījās, ka Zemes griešanās nav vienmērīga.

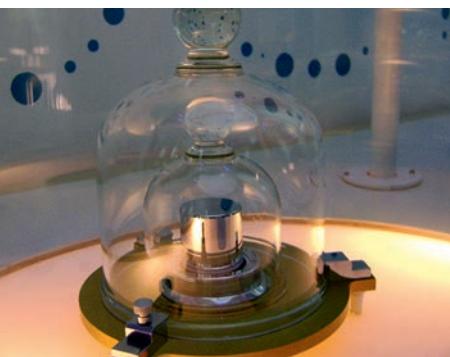
Sekundes mūsdienu definīciju par patiesu dabas invariantu padara tās piesaiste viena cēzija atoma noteikta

veida iekšējām svārstībām. Šīs definīcijas skaistums ir tajā apstākļi, ka visi viena cēzija izotopa atomi ir pilnīgi vienādi. Neatkarīgi no tā, kurā vietā un kad kāds izdomā uzbūvēt šādu pulksteni, viņam tikai jāsavāc noteikts skaits cēzija-133 atomu un jānodrošina šīs iekšējās svārstības. Sekunde atbilst svārstībām, kuru frekvence ir 9192631770 herci, bet hercs ir sekunde apgriezts lielums (1/s). Metrologi ir vienojušies, ka jebkuru citu pulksteni kalibrē, salīdzinot ar cēzija atompulksteni.

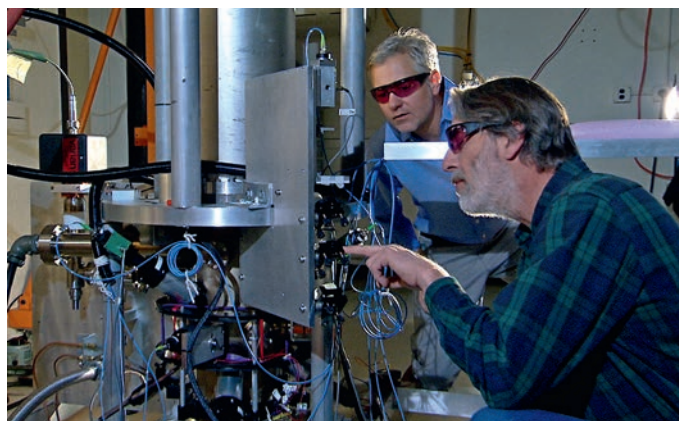
Tātad pirmais fiksētais lielums ir viena specifiska atoma svārstību frekvence. Otrs dabiskais solis ir nofiksēt garuma

mērvienību. Zīmīgi, ka metrs ir radies nevis no kāda karaļa noteiktas ķermeņa daļas izmēriem, bet nācis līdz ar apgaismības laikmetu un Franču revolūciju. Sākotnēji metru definēja kā vienu četrdesmitmiljono daļu no Parīzes meridiāna garuma, bet tad atklājās, ka zemeslode nav īsti lode un definīcija nav precīza. Tagad Zemes virsmas mērījumu vietā ir stājies dabas invariants, ļoti fundamentāls fizikālas parādības raksturlielums – gaismas jeb, plašāk, jebkādu elektromagnētisko viļņu ātrums vakuumā. Tas nav atkarīgs no laboratorijas kustības. Gaismas ātrums ir ļoti precīzi izmērīts, un tagad tā skaitliskā vērtība ir fiksēta, tā ir 299 792 458 m/s. Pasakot, ka gaismas ātrumam vienmēr jābūt šim konkrētajam skaitlim, mēs arī nofiksējam metra garumu.

Tas ir cieši saistīts ar tehnisku izgudrojumu, kas ļauj ļoti precīzi mērīt attālumu ar gaismas palīdzību, proti, ar lāzera interferometru, kura



Kilograma prototipa replika. Divi stikla kupoli aizsargā prototipu no apkārtējās vides ietekmes



Cēzija atompulkstenis ASV Nacionālajā standartu un tehnoloģijas institūtā



Agrāk metru definēja kā vienu četrdesmitmiljono daļu no Parīzes meridiāna garuma

US Government, public domain

nosaukums nesēn plaši izskanēja saistībā ar gravitācijas viļņu atklāšanu. Lāzera interferometrs, kas ir gravitācijas viļņu detektora darbības pamatā, iespējams, ir visprecīzākais līdz šim izveidotais attāluma mērītājs. Tikai šeit jāsaprot, ka gravitācijas viļņu gadījumā svarīga ir relatīvā attāluma noteikšana, bet metroloģijā – absolūtā.

Turpinot par principiem, nonākam līdz jaunajai kilograma definīcijai. Tas varbūt ir pārsteigums vai pat apjukums, ka kilogramu definē caur fizikālajām konstantēm. Kilograms ir tāda masa, kādu norāda Planka konstantes skaitliskā vērtība, kas izteikta caur kilogramu, metru un sekundi ($6,62607015 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$). Atliek fiksēt Planka konstantes vērtību, un kilogramu var izrēķināt! Pirmais jautājums, kas tā tāda – Planka konstante?

Planka konstante nosaka, kur sākas mikropasaule, tā nosaka mērogu, kurā gan matērija, gan enerģija sāk izpausties diskrēti elementāru kvantu jeb elementārdaļiņu

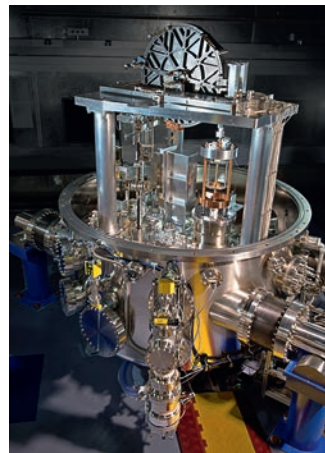
veidā. No praktiskās puses, iespēja izveidot tādus svarus, kuri masas vērtību spēj pie-saisīt kvantu parādībām, bija atslēga, kas ļāva beidzot pielikt punktu cīņai par mērvienību sistēmas pārdefinēšanu. Šo izšķirošo iekārtu sauc par Kibla svāriem. Tie ļauj salīdzināt smaguma spēku, kuru rada noteikts objekts, ar elektriskas spoles radīto magnētisko spēku, kuru savukārt nosaka strāvas stiprums un elektriskais spriegums. Iznāk tāds kā “elektriskais kilograms”. Tieši šīs iekārtas augstā precizitāte bija tā, kas ļāva masu saistīt ar elektriskajiem lielumiem, bet elektriskos lielumus – ar kvantu parādībām, jo ar Kibla svāriem nosaka arī Planka konstanti.

Šo stāstu noslēgsim ar ampēru, kura jaunās definīcijas tapšanā ir pielikusi roku arī zinātnieku grupa, kurā es strādāju. Jaunā ampēra definīcija vairs nebalstās uz spēku, ar kādu pievelkas divi

paralēli elektrības vadītāji, bet gan uz elementārdaļiņu (elektrona lādiņu). Tas ir brīnišķīgs dabas invariants, kas ir labi izprasts arī no vispārējās elementārdaļiņu kvantu teorijas viedokļa. Kā dabā novērots, visu daļiņu elektriskais lādiņš ir izsakāms elementārdaļiņa vienībās. Tā var būt viena vienība kā elektronam vai arī elementārdaļiņa daudzskaitlis. Jaunajā definīcijā elementārdaļiņa skaitliskā vērtība ir fiksēta, un tā ir $1,602176634 \times 10^{-19} \text{ A} \cdot \text{s}$.

Viens no veidiem, kā strāvas stiprumu sasaistīt ar kvantu parādībām un pie kā mēs strādājam, ir elektronu skaitīšana ar kvantu sūkni. Kvantu sūknis ir ierīce, kas nodrošina noteiktu kvantu skaitu sekundē. Pēc iespējas precīzāka kvantu skaita noteikšana ir grūts tehnisks izaicinājums. Elektronu skaitīšanas principu, kuru mēs izstrādājam Latvijas Universitātē un eksperimentāli verificējam kopā ar Vācijas Nacionālo metroloģijas institūtu, par pamatu ir ņēmuši arī citu lielo valstu metroloģijas institūti. Mūsu elektriskās strāvas etalona precizitāte pārsniedz visu citu pieejamo mērinstrumentu precizitāti.

Jaunās SI vienību pamatmērvienību definīcijas stājās spēkā 2019. gada 20. maijā. Būs nepieciešams precīzēt ne tikai skolas fizikas grāmatas, bet arī vispārējo izpratni, ka mēs savā praktiskajā darbībā arvien vairāk balstāmies uz fundamentālām dabas likumsakarībām. 🚀



Jennifer Lauren Lee, NIST, public domain

Kibla svāri ASV Nacionālajā standartu un tehnoloģijas institūtā



Pirmā melnā cauruma FOTOGRĀFIJA

2019. GADA 10. APRĪĻA PRESES KONFERENCES SATURS TIKA RŪPĪGI GLABĀTS NOSLĒPUMĀ, LAI ARĪ BIJA ZINĀMS, KA TIKS ZIŅOTS PAR *EVENT HORIZON* (NOTIKUMU HORIZONTS) TELESKOPA PROJEKTA REZULTĀTIEM. VAI TIEŠĀM BIJA IZDEVIES NOFOTOGRAFĒT MELNO CAURUMU?

Līdz 2019. gada 10. aprīlim melnie caurumi bija teorētiski objekti, kuru eksistenci paredzēja Einšteina vispārīgā relativitātes teorija. Līdz šim to esamība dažādos veidos bija pierādīta netieši, piemēram, analizējot zvaigžņu kustību ap supermasīvo melno caurumu Piena Ceļa galaktikas centrā vai novērojot matērijas

ieplūšanu gan zvaigžņu masas, gan supermasīvajos melnajos caurumos. Visa pasaule ar nepacietību gaidīja 10. aprīli, lai beidzot ieraudzītu pirmo tiešo melnā cauruma fotogrāfiju. Iespējams, ka tā sagādāja nelielu vilšanos. Mākslas filmas *Starp zvaigznēm (Interstellar)* skatītāji, visticamāk, cerēja, ka fotogrāfija būs līdzīga mākslinieku radītajam melnajam

caurumam, kura ietekmes zonā nokļuva filmas varoņi. *Event Horizon* teleskopa attēlā bija redzams izplūdis, sarkanīgi dzeltens gredzens.

KO TAD ZINĀTNIEKI IR NOFOTOGRAFĒJUŠI?

Atcerēsimies, ka melnie caurumi ir masīvi un kompakti objekti, kas spēcīgi deformē laiktelpu. Melno caurumu

Galaktikas M87 supermasīvā
melnā cauruma attēls

apņem sfēriska virsma, ko dēvē par notikumu horizontu. Sfēras centrā ir singularitāte – punkts, kurā atrodas visa melnā cauruma masa. Attālums no singularitātes līdz notikumu horizontam ir Švarcšilda rādiuss. Matērijas daļiņas un gaisma (fotoni), kas šķērso notikumu horizontu, vairs nespēj izkļūt ārpus melnā cauruma, nepārsniedzot gaismas ātrumu.

Izpētei tika izvēlēts elipstiskās galaktikas M87 supermasīvais melnais caurums, jo to ieskauj akrēcijas disks – karstas, ātri rotējošas gāzes virpulis, kas griežas ap

melno caurumu. Melno caurumu, kuram nav akrēcijas diska, nevar nofotografēt! Galaktika M87 atrodas Jaunavas zvaigznājā un pie der pie Jaunavas galaktiku kopas. Melnais caurums tās centrā ir īsts milzenis, 6,5 miljardus reižu masīvāks par Sauli, tāpēc 55 miljonus gaismas gadu lielais attālums nebija šķērslis, lai iegūtu tā attēlu. Piedevām tas ir ļoti aktīvs melnais caurums.

Vairums matērijas daļiņu, kas riņķo ap melno caurumu, atrodas stabilā orbītā. Vienkāršības labad pieņemsim, ka šis attālums ir 3 reizes lielāks par melnā cauruma Švarcšilda rādiusu. Ja daļiņa pielido tuvāk, tā ātri vien tiek neatgriezeniski iesūkta melnajā caurumā. Savukārt fotoni, kuriem nepiemīt masa, var droši riņķot tuvāk melnā cauruma notikumu horizontam nekā masīvās matērijas daļiņas. Šo sfēru, kurā nosacīti stabilā orbītā atrodas fotoni, dēvē par fononu sfēru. Tās rādiuss ir 1,5 reizes lielāks par melnā cauruma Švarcšilda rādiusu.

Ja fotoni ceļo melnā cauruma virzienā un sasniedz notikumu horizontu, tie nokļūst melnajā caurumā, un

attēlā ir tumšs laukums. Tā kā melnais caurums rada telpas izliekumu, fotoni, kuriem šķietami vajadzētu palidot garām melnajam caurumam, pa spēcīgās gravitācijas izliektajām laiktelpas līnijām tiek novirzīti uz melno caurumu un arī šķērso notikumu horizontu. Lai fotons netiktu “apriņķots”, tam jāpalido garām melnajam caurumam attālumā, kas ir aptuveni 2,5 reizes lielāks nekā Švarcšilda rādiuss. Tādā gadījumā fotons apmetīs loku ap fononu sfēru un aizlidos atpakaļ Visumā.

Tātad, fotografējot melno caurumu, ap kuru rotē akrēcijas disks, attēlā būs redzama melnā cauruma “ēna”, kuras rādiuss ir aptuveni 2,5 reizes lielāks nekā notikumu horizonta Švarcšilda rādiuss. Izplūdušais gredzens, ko redzam publicētajā attēlā, ir fotoni, kas aplidojuši apkārt melnajam caurumam un sasnieguši kādu no *Event Horizon* teleskopiem. Fotoni, kas pārvietojas novērotāja virzienā, ir spožāki nekā tie, kas attālinās. Tāpēc nofotografētajā gredzenā var izšķirt spožākus un blāvākus apgabalus.

Lai arī pirmajā mirklī šķiet, ka melnā cauruma fotogrāfija nevar sacensties ar Habla

VISA PASAULE AR NEPACIETĪBU
GAIDĪJA 10. APRĪLI, LAI BEIDZOT
IERAUDZĪTU PIRMO TIEŠO
MELNĀ CAURUMA FOTOGRAFĪJU.

”



Eliptiskā galaktika M87 tuvplānā.
Redzama no akrēcijas diska izviesētā gāzu strūkļa

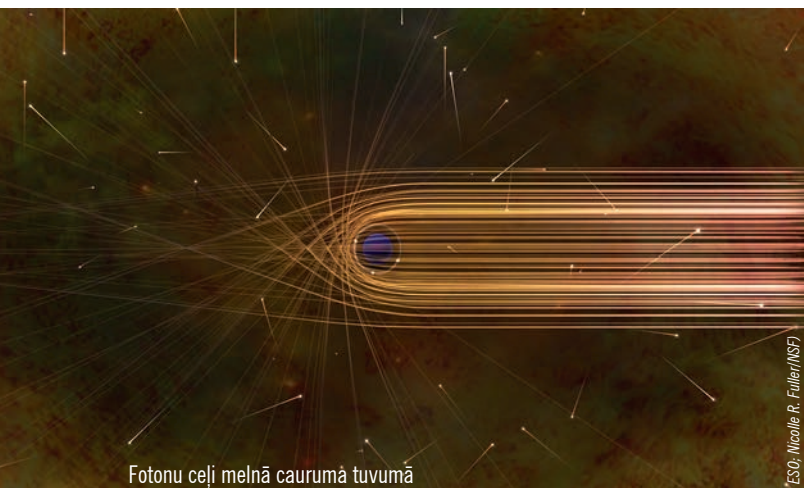
ESO

teleskopa iegūtajiem krāšņajiem zvaigžņu kopu, miglāju un galaktiku attēliem, šā necilā gredzena uzņēmums ir ne mazāk iespaidīgs mūsdienu tehnoloģijas sasniegums kā gravitācijas viļņu reģistrēšana.

PLAŠĀS SADARBĪBAS UN APJOMĪGU PŪLIŅU REZULTĀTS

Event Horizon teleskops (EHT) ir astoņu radioteleskopu virtuāls masīvs, kura izšķirtspēja ir 20 loka mikrosekundes. Šāda izšķirtspēja ļautu lasīt ziņas viedtālrunī, kas atrodas Ņujorkā, ja pats lasītājs būtu Parīzē. Projekta radioteleskopi ir izvietoti visos kontinentos, ieskaitot Antarktīdu, kur atrodas Dienvidpola teleskops. 2020. gadā EHT pievienosies vēl trīs radioteleskopi, kas ļaus iegūt vēl labāku izšķirtspēju.

Lai iegūtu galaktikas M87 melnā cauruma attēlu, 2017. gada aprīlī visi EHT teleskopi veica pētāmā objekta novērojumus mikroviļņu diapazonā (1,3 mm). Izvēlētais viļņa garums ļāva ielūkoties maksimāli tuvu notikumu horizontam, šo starojumu neabsorbē arī melnā cauruma tuvumā esošie putekļi un gāzu mākoņi. Katra teleskopa novērojumi tika sinhronizēti ar pārējo teleskopu datiem, izmantojot ļoti precīzus atompulkstēņus. Tā kā iegūtais datu apjoms bija pārāk milzīgs, lai to varētu pārsūtīt internetā, novērojumi tika saglabāti diskos un ar lidmašīnām nogādāti datu apstrādes centros.



Fotonu ceļi melnā caurumā tuvumā

ESO, Nicolas R. Fuller/NSF

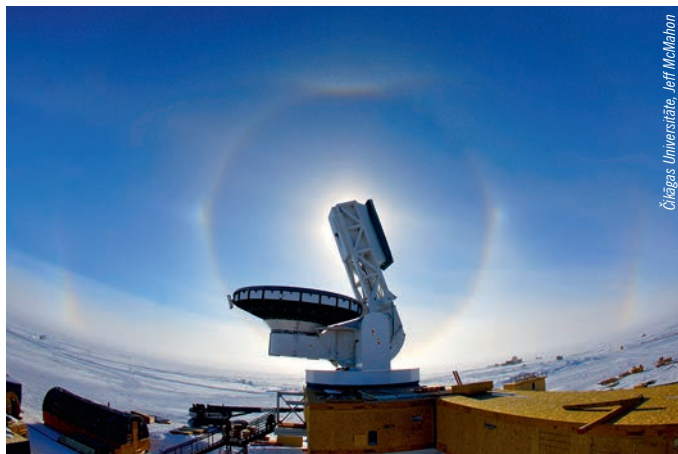
ŠĀ NECILĀ GREDZENA UZŅĒMUMS
IR NE MAZĀK IESPAIDĪGS MŪSDIENU
TEHNOLOĢIJAS SASNIEGUMS KĀ
GRAVITĀCIJAS VIĻŅU REĢISTRĒŠANA.

EHT projektā bija iesaistīti vairāk nekā 200 speciālistu no dažādām institūcijām visā pasaulē. To vidū bija ne tikai astronomi un fiziķi, bet arī datorinženieri un matemātiķi, kuri izstrādāja īpašu algoritmu, kas ļāva apvienot visu astoņu teleskopu iegūto informāciju un radīt supermasīvā melnā cauruma attēlu. Protams, tā nav tradicionālā fotogrāfija, bet sintezēts attēls, vēl jo vairāk tāpēc, ka tā iegūšanai izmantoti mikroviļņi, nevis gaisma. Taču tas veidots no precīziem, konkrētiem novērojumu datiem, tā nav uz vispārīgo relativitātes teoriju balstīta simulācija, kādas veiktas līdz šim. Svarīgi, ka iegūtais attēls ļoti precīzi sakrīt ar simulācijām un apstiprina teorētiskos priekšstatus.

Kaut arī procesi aiz melnā cauruma notikumu horizonta joprojām ir noslēpumā tīti, EHT virtuālais teleskops ļaus labāk izpētīt procesus, kas notiek, mirkli pirms gaisma un vielas daļiņas neatgriezeniski pazūd melnā cauruma dzīlēs. Zinātnieki cer, ka, papildinot projektu ar teleskopiem, kas uztver citus elektromagnētisko viļņu garumus, izdosies vēl labāk izprast vienus no ekstrēmākajiem Visuma objektiem.

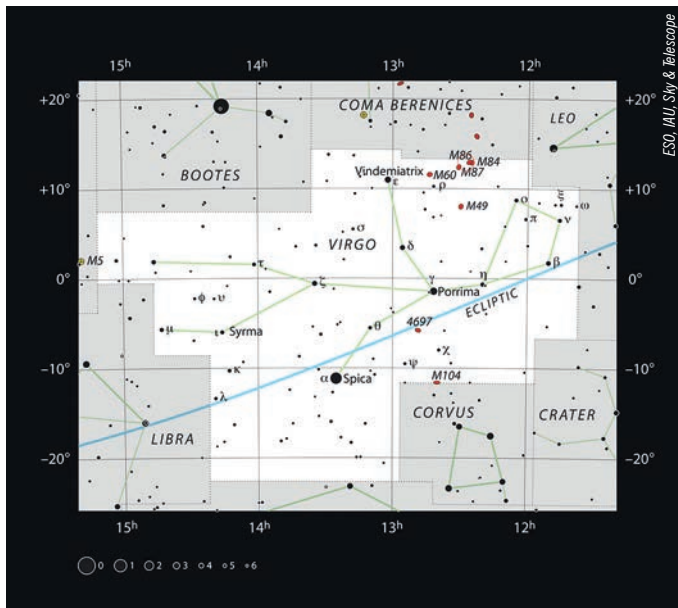
Intrigai! Jaunavas zvaigznājs un eliptiskā galaktika M87 jūnijā vēl nedaudz redzama debess rietumu pusē. Lai gan amatieru teleskopā melno caurumu jūs neredzēsiet, esiet droši, tas tur ir – masīvs un matēriju rijošs. 🌩

EVENT HORIZON VIRTUĀLAIS TELESKOPS ĻAUS LABĀK IZPĒTĪT PROCESUS, KAS NOTIEK, MIRKLI PIRMS GAISMA UN VIELAS DAĻIŅAS NEATGRIEZENISKI PAZŪD MELNĀ CAURUMA DZĪLĒS.



Čikāgas Universitāte, Jeff McManis

Dienvidpola teleskops, viens no astoņiem *Event Horizon* projekta radioteleskopiem



Galaktikas M87 novietojums Jaunavas zvaigznājā

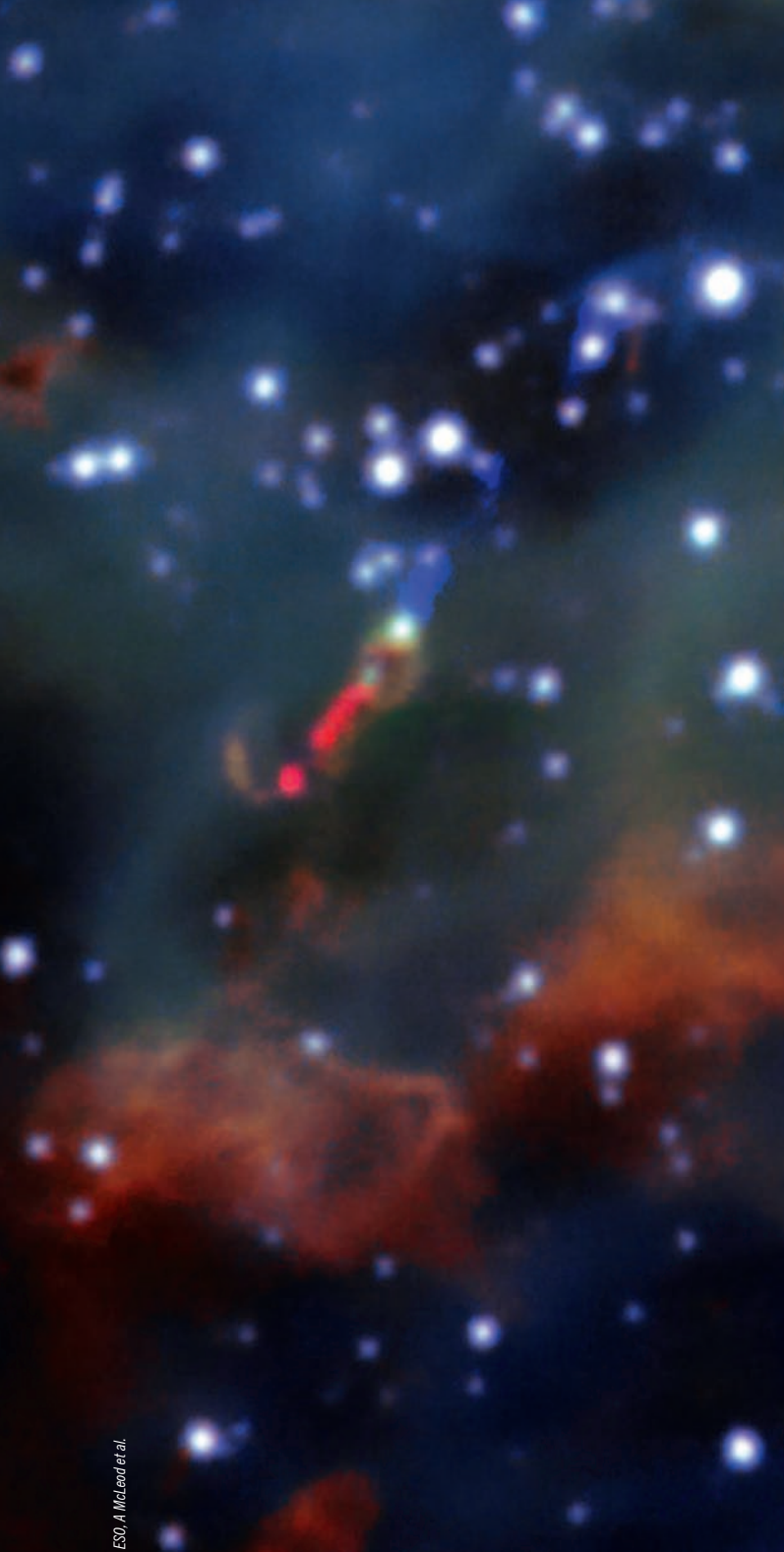
SAGATAVOJIS MĀRTIŅŠ GILLS

Daļa no Lielā Magelāna Mākoņa,
centrā apgabals LHA 120-N 180B,
kurā veidojas jaunas zvaigznes

ESO Digitized Sky Survey 2, Davide De Martin

TĀLA ZVAIGZNE

demonstrē gāzu strūklas



ESO, A. McLeod et al.

Objekta Herbig-Haro 1177 gāzu strūkļa 33 gaismas gadu garumā. Zilā un sarkanā krāsā norāda strūkļas daļas, kas attiecīgi tuvinās un attālinās no mums

ESO ziņojums presei Nr. 1903 informē par interesantu atklājumu, kas veikts, novērojot Lielā Magelāna Mākoņa apgabalu LHA 120-N 180B, kurā notiek jauna zvaigžņu veidošanās. Ar VLT instrumentu MUSE (*Multi Unit Spectroscopic Explorer*) izdevās reģistrēt divpusēju, 33 gaismas gadus garu gāzu strūkļu no jaunas zvaigznes, kuras masa ir 12 Saules masas. Strūklai dots apzīmējums *Herbig-Haro 1177*. Kaut arī mūsu Galaktikā Herbiga-Aro objekti ir novēroti lielā skaitā, līdz šim tādu nebija izdevies novērot redzamajā gaismā ārpus mūsu Galaktikas, jo parasti strūkļas aizsedz putekļu mākoņi. Par laimi, attiecīgais Lielā Magelāna Mākoņa apgabals ir relatīvi caurspīdīgs.

Novērojumi liecina, ka gāzu strūkļa tikpat kā neizplešas arī lielākā attālumā no zvaigznes. Annas Makleodas (*McLeod*) vadītā pētniecības grupa ir secinājusi, ka strūkļu veidošanās mehānisms nav atkarīgs no zvaigznes masas, strūkļas rada gan nelielas, gan lielas masas zvaigznes. Herbiga-Aro strūkļa, kas tiek izsviesta gar zvaigznes akrcēcijas diska rotācijas asi, ir īsa epizode zvaigznes evolūcijā. Tā pastāv tikai dažus desmitus tūkstošu gadu. Kā rodas strūkļas, nav īsti skaidrs, taču uzskata, ka tās veidojas, akrcēcijas diskam mijiedarbojoties ar zvaigznes magnētisko lauku. 🚀

Lasi vēl:

ESO ziņojums presei – <https://www.eso.org/public/news/eso1903/>

Parastās un tumšās matērijas radītie gravitācijas lēcas efekti galaktiku kopā *Abell 1689* Jaunavas zvaigznājā

NASA, ESA, public domain

Skeptiķa skats UZ VISUMA TUMŠO PUSI

APLŪKOJOT TUMŠO MATĒRIJU UN TUMŠO ENERĢIJU,
NO EPITETA "TUMŠAIS" NAV IESPĒJAMS IZVAIRĪTIES,
JO JAUTĀJUMU IR VAIRĀK NEKĀ ATBILŽU.

Astrofiziķi 20. gadsimta 30. gados atklāja, ka galaktiku kopu masa ir daudz lielāka nekā tajās redzamo zvaigžņu un gāzes masa. Šveices astronoms Fricis Cvikijs (*Zwicky*) 1933. gadā pavērsa savu teleskopu pret Berenikes Matu galaktiku kopu. Šī kopa sastāv no daži simtiem galaktiku, kuras satur kopā gravitācijas spēki. Galaktikas kustas ar ātrumu, ko nosaka kopējā masa. Izrādījās, ka tās kustas daudz ātrāk, nekā to paredz kopējā masa. Cvikijs izvirzīja hipotēzi, ka kopa satur papildu matēriju, un nosauca to par tumšo matēriju. Četrdesmit gadus vēlāk amerikāņu astronome Vera Rubina (*Rubin*), pētot spirālveida galaktiku rotāciju, atklāja, ka galaktiku ārējās zvaigznes riņķo ap centru ātrāk, nekā to paredz aprēķini, kas balstās uz zvaigžņu skaitu galaktikās. Zvaigžņu rotācijas ātrums, lai tās paliktu stabilā orbītā, ir atkarīgs no galaktikas kopējās masas. Pārāk ātra rotācija norāda uz to, ka galaktika satur vairāk matērijas, nekā mēs redzam.

Tumšā matērija neabsorbē un neemitē gaismu, tātad nav redzama. Taču tumšajai matērijai ir masa, tāpēc tā iedarbojas uz apkārtējiem objektiem ar gravitācijas spēku. Ar tumšo matēriju saistīta kāda optiska parādība, ko astronomi novēro Visumā. Dažkārt ap galaktikām redzami savādi apli un gaismas loki. To var izskaidrot, ja pieņem, ka gaisma no vēl tālākām galaktikām

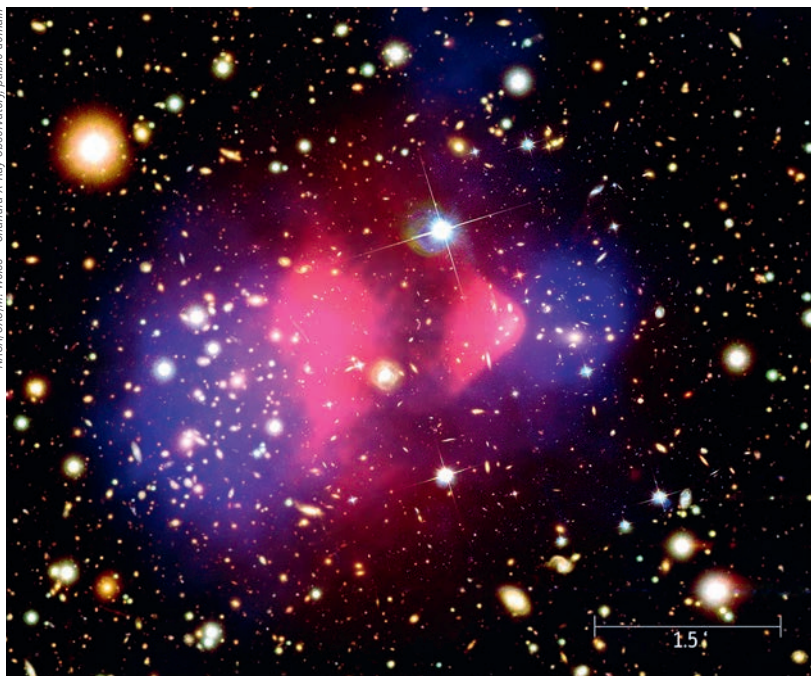
TUMŠĀS MATĒRIJAS ESAMĪBAI TRŪKST PIERĀDĪJUMU. KĀPĒC TUMŠĀS MATĒRIJAS IR PIECAS REIZES VAIRĀK NEKĀ PARASTĀS MATĒRIJAS? TAS ARĪ NAV ZINĀMS.

nedaudz maina savu izplatīšanās virzienu gravitācijas spēka iespaidā. To sauc par gravitācijas lēcu. Galaktiku kopās, kur ir tumšā matērija, gaisma noliecas stiprāk, nekā tas notiktu redzamās masas ietekmē.

Līdz šim nav skaidrs, no kā sastāv tumšā matērija. Tās varētu būt eksotiskas daļiņas, kas nav atrastas uz Zemes, piemēram, masīvas

daļiņas, kas vāji mijiedarbojas (*Weakly interacting massive particles, WIMPs*). WIMP ir vispārīgs nosaukums, kas apvieno dažādas iespējamās daļiņas. Viens no ticamākajiem kandidātiem ir tā sauktās supersimetriskās daļiņas. Supersimetrija ir ļoti moderna elementārdaļiņu teorija, kas postulē, ka dabas likumi nemainās, ja bozoni,

NASA/CXC/M. Weiss - Chandra X-Ray Observatory, public domain



Lodes galaktiku kopa (*Bullet Cluster*). Pēc divu galaktiku kopu sadursmes gāzes mākoņi ir nobremzējušies (to rentgenstarojums attēlots sarkanā krāsā), bet tumšā matērija (attēlota zilā krāsā) ir turpinājusi kustēties

piemēram, fotons, gluons, Higma bozons, tiek aizvietoti ar fermioniem, piemēram, elektronu, kvarku, neitrīno. Tas nozīmē, ka katram bozonam jābūt saistītam ar kādu fermionu, un otrādi. Supersimetrija ir teorija, kas iziet ārpus detalizēti izstrādātā un eksperimentāli pārbauktā daļiņu Standartmodeļa. Lai to apstiprinātu, supersimetriskās daļiņas vēl jāatklāj vai nu uz Zemes, vai kosmosā.

Kopš 21. gadsimta sākuma tiek veikti daudzi eksperimenti ar cerībām atklāt un saprast hipotētiskās tumšās matērijas daļiņas. Divdesmit gadi pagājuši bez panākumiem. Te gan var piebilst: kā pētījumu blakus produkts tika radītas speciālas sarežģītas astronomisko datu apstrādes programmas, ar kurām var analizēt attēlus. Diemžēl panākumu nebija arī Eiropas lielākajā kodolpētniecības institūtā CERN Šveicē, netālu no Ženēvas, kur darbojas Lielais

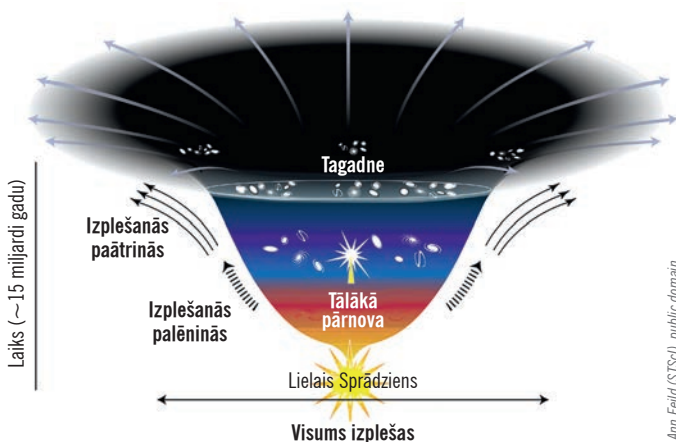
hadronu paātrinātājs. Tur 2012. gadā tika atklāts Higma bozons (skat. O. Dumbrāja rakstu *Zvaigžņotā Debess*, 2012, Rudens, 15.–17. lpp.), pēdējā daļiņa, kuras trūka elementārdaļiņu Standartmodelī. Bija lielas cerības, ka šeit atklās arī tumšās matērijas daļiņas. Diemžēl tas pagaidām nav noticis, un liels paātrinātājs jau vairākus gadus “darbojas gandrīz pa tukšo.”

Rezumējot jāsecina, ka tumšās matērijas esamībai trūkst pierādījumu. Kāpēc tumšās matērijas ir piecas reizes vairāk nekā parastās matērijas? Tas arī nav zināms. Alternatīvi tumšo matēriju mēģina izskaidrot, mainot gravitācijas teoriju, proti, pieņemot, ka gravitācija, kas darbojas starp galaktikām, atšķiras no “parastās gravitācijas”. Te var pieminēt tā saukto MOND teoriju, kas aizvieto Ņūtona dinamiku un daļēji papildina Einšteina vispārīgo relativitātes teoriju.

Kosmoloģijā fiziķi bez īpašām sekmēm mēģina saprast, kāpēc Visums izplešas aizvien straujāk un straujāk.

1998. gadā astronomu grupa (*High-Z Supernova Search Team*) publicēja novērojumu datus, ka Ia tipa pārnovas atrodas tālāk, nekā tām vajadzēja būt saskaņā ar agrākajiem priekšstatiem par arvien lēnāku Visuma izplešanos. Nākamajā gadā vēl viena astronomu grupa (*Supernova Cosmology Project*) nonāca pie tādiem pašiem secinājumiem. 2011. gadā abu grupu vadošajiem zinātniekiem tika piešķirta Nobela prēmija.

1998. gadā amerikāņu kosmologs Maikls Tērnērs (*Turner*) ieviesa jēdzienu “tumšā enerģija”. Radās ideja, ka Visuma paātrinātā izplešanās notiek tumšās enerģijas iedarbībā, un tika matemātiski parādīts, ka šis divvaiņnais substrāts, iespējams, ir tukšas telpas enerģija. Taču enerģijas aprēķinos ir būtiska nesakrītība. Kosmoloģijā runā par vakuuma katastrofu, tā ir pretruna starp milzīgo vakuuma enerģiju, kas seko no kvantu lauka teorijas aprēķiniem, un mazo kosmoloģisko konstanti, ko saista ar tumšo enerģiju. Šo konstanti Alberts Einšteins iekļāva savos vispārīgās relativitātes teorijas vienādojumos, lai izeidotu statiska, nemainīga Visuma modeli. Kad tika noskaidrots, ka Visums izplešas, Einšteins teica, ka kosmoloģiskās konstantes ieviešana bijusi vissmagākā kļūda, ko viņš jebkad pieļāvis.



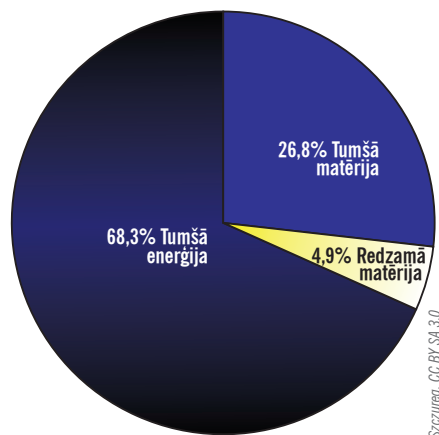
Lielākā Visumā ir vairāk tumšās enerģijas, tāpēc palēninātu izplešanos nomaina paātrināta izplešanās

Ann Feild (ISTC), public domain

Tomēr kosmoloģisko konstanti Einšteina vienādojumos var atstāt, interpretējot to kā tumšo enerģiju. Tumšās enerģijas blīvums ir ļoti mazs (ap $7 \times 10^{-30} \text{ g/cm}^3$), daudz mazāks par parastās matērijas blīvumu vai tumšās matērijas blīvumu galaktiku iekšienē. Tumšā enerģija tāpat kā tumšā matērija iedarbojas tikai caur gravitāciju. Tā vienmērīgi aizpilda vakuumu. Tumšajai enerģijai piemīt negatīvs spiediens. Atšķirībā no Ņūtona gravitācijas likuma, kur gravitācijas spēks ir atkarīgs tikai no masas, Einšteina teorijā šis spēks atkarīgs ne tikai no masas, bet arī no paātrinājuma, enerģijas blīvuma un spiediena. Negatīvs spiediens velk, nevis spiež, līdzīgi kā to dara izstiepta gumijas saite. Ar negatīvo spiedienu var izskaidrot Visuma izplešanās paātrināšanos. To sauc par gravitācijas atgrūšanos (*repulsion*). Tumšo enerģiju var uzskatīt par vakuuma enerģiju. Tādā gadījumā tumšā enerģija kļūst stiprāka, Visuma izmēriem palielinoties, jo telpas kļūst vairāk. Ja tumšās enerģijas cēlonis ir kosmoloģiskā konstante, tad Visuma izplešanās turpināsies mūžīgi.

Tumšās enerģijas meklējumiem veltīti daudzi eksperimenti. Minēsim tikai vienu – tā saukto DES (*Dark Energy Survey*) projektu. Pirms sešiem gadiem astronomi novietoja plaša redzeslauka fotokameru uz 4 metrus lielā teleskopa Serro Tololo observatorijā Čīlē.

Pašlaik tiek uzskatīts, ka Visums sastāv no 5% redzamās matērijas, 27% tumšās matērijas un 68% tumšās enerģijas. Kā iespējams salīdzināt masu un enerģiju? To var saprast, atceroties Einšteina slaveno formulu $E = mc^2$, ka matērija un enerģija ir apmaināmas



Szczurek, CC BY SA 3.0

Šā gada janvārī novērojumi beidzās – 758 naktīs reģistrēti gaismas signāli no vairāk nekā 300 miljoniem tālu galaktiku. Tuvākajos gados dati tiks analizēti ar superdatoriem. Šis bija pirmais pētījums, kurā tumšā enerģija meklēta ar četrām metodēm vienlaikus – galaktiku kopu pētīšana, la tipa pārnovu pētīšana, Visuma liela mēroga struktūras veidošanās, gravitācijas lēcas. Projektā piedalās 400 zinātnieku no septiņu valstu 26 institūtiem. Kas no tā iznāks, nav skaidrs. Līdz šim tapuši ap 200 teorētisku rakstu, tas arī viss...

Tumšajai matērijai un tumšajai enerģijai, tāpat kā magnētiskajam monopalam (skat. O. Dumbrāja rakstu *Zvaigžņotā Debess*, 2014,

Rudens, 2.–6. lpp.), vajadzētu eksistēt. Kāpēc tie nav atklāti? Varbūt tāpēc, ka tie eksistē tikai astronomu un fiziķu teorētiku galvās? Pastāv astronomu un kosmologu skolas, kas uzskata, ka tumšā matērija un tumšā enerģija ir mākslīgi jēdzieni (eksperimentāli artefakti) un to meklēšana ir veltīgas pūles. Vācu fiziķe teorētiķe Sabīne Hosenfeldere (*Hossenfelder*) savā nesen iznākušajā grāmatā *Lost in Math: How Beauty Leads Physics Astray (Matemātikas purvā iestīguši: kā skaistums noved fiziķu uz neceļiem)* brīdina, ka ir bezjēdzīgi turpināt palikt pie principa: “Kas ir skaists, tas ir paties; kas nav aizliegts, tam jāeksistē.” Pievienojos Sabīnes domām. ✎

”
KĀPĒC TUMŠĀ MATĒRIJA UN TUMŠĀ ENERĢIJA NAV ATKLĀTAS? VARBŪT TĀPĒC, KA TĀS EKSISTĒ TIKAI ASTRONOMU UN FIZIĶU TEORĒTIĶU GALVĀS?

Cik tālu iespējams ieskatīties VISUMĀ?

ŅEMOT TALKĀ ARVIEN JAUDĪGĀKUS PALĪGRĪKUS, NOVĒROJAMO
OBJEKTU ATTĀLUMS PIEAUG. BET ARĪ TAM IR ROBEŽAS.



NASA, JPL/Caltech, L. Jenkins (GSFC)

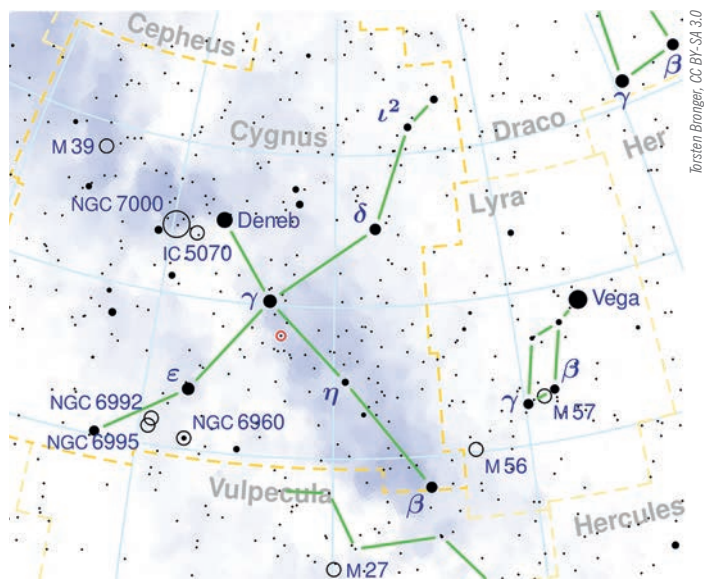
Berenikes Matu galaktiku kopā aptuveni 300 miljonu gaismas gadu attālumā.
Centrā redzamas divas lielas eliptiskās galaktikas NGC 4874 (pa labi) un NGC 4889

Kad cilvēks raugās teleskopā uz Saturnu un viņam kāds pasaka, ka planēta atrodas vairāk nekā miljarda kilometru attālumā, tas šķiet neaptverami tālu. Taču patiesībā Saules sistēmas planētas atrodas tepat “degungalā”. Ir daudz tālāki objekti, kurus var redzēt gan ar neapbruņotu aci, gan teleskopā.

NEAPBRUŅOTAS ACS IESPĒJAS

Ja naktī raugāties debesīs ar neapbruņotu aci, mūsu skatienam paveras vairāki desmiti spožu zvaigžņu. Tās lielākoties ir Saulei tuvas zvaigznes, kas atrodas dažu desmitu gaismas gadu attālumā, piemēram, Arkturs (37 gaismas gadi), Vega (25 gaismas gadi), Kapella (42 gaismas gadi). Viena no tuvākajām zvaigznēm ir Sīriuss, attālums līdz tam ir tikai 9 gaismas gadi. Dažas no spožākajām zvaigznēm atrodas tālāk. Alnilams Orionas jostas vidū ir 2000 gaismas gadu attālumā, bet līdz Denebam Gulbja zvaigznājā ir 2600 gaismas gadu. Abas ir pārmilzu zvaigznes, tāpēc tās var redzēt no liela attāluma. Tālākā zvaigzne, ko mūsu platuma grādos var redzēt ar neapbruņotu aci, ir Gulbja P (skat. karti). Tā ir 5. zvaigžņlieluma zvaigzne, kas atrodas 5000–6000 gaismas gadu attālumā.

Ja ar neapbruņotu aci gribam palūkoties tālāk, zvaigžņu gaisma ir jāapvieno, piemēram, novērojot kādu zvaigžņu kopu. Lodveida zvaigžņu kopas atrodas tik



Zvaigznes Gulbja P atrašanās vieta (sarkanais aplītis)

tālu, ka zvaigžņu izstarotā gaisma saplūst vienkop, un kopa izskatās kā mazs, bāls plankums. Ļoti tumšās debesīs ar neapbruņotu aci, izmantojot sānu redzi (neskatoties tieši uz objektu, bet it kā tam garām), Latvijā iespējams saskatīt divas lodveida zvaigžņu kopas. Tās ir M13 Herkulesa zvaigznājā (attālums 22 200 gaismas gadu), kurā ir vairāki simti tūkstošu zvaigžņu, un M5 Čūskas zvaigznājā (attālums 24 500 gaismas gadu), kurā ir vairāk nekā 100 tūkstoši zvaigžņu.

Tā jau ir ceturtdaļa mūsu Galaktikas diametra.

Lai redzētu tālāk, gaismas sakopošana jāturpina. Ko jūs teiktu par vienu triljonu zvaigžņu? Tik daudz zvaigžņu ir Andromedas galaktikā, kas atrodas grūti ticamā 2,5 miljoni gaismas gadu attālumā, tomēr ir samērā viegli saskatāma Andromedas zvaigznājā. Daži saka, ka ar neapbruņotu aci iespējams ieraudzīt arī Andromedas galaktikas kaimiņieni, Trijstūra galaktiku (M33, 2,7 miljoni gaismas gadu), un dažas citas tuvākās

”
JOKS. JA KĀDS JUMS VAICĀ, CIK TĀLU IESPĒJAMS REDZĒT SKAIDRĀ DIENĀ, NORĀDIET UZ SAULI, KAS ATRODAS 150 MILJONU KILOMETRU ATTĀLUMĀ.



Stellarium

Andromēdas galaktika, kā tā izskatās, novērojot ar neapbruņotu aci

galaktikas, bet tas ir grūts uzdevums. Vēl varētu paveikties ieraudzīt spožas pārnavas uzliesmojumu kādā no tuvākajām galaktikām līdz 8 miljonu gaismas gadu attālumā, bet te mēs esam sasnieguši neapbruņotas acs iespēju robežas.

AMATIĒRU TELESKOPS PAPLAŠINA ROBEŽAS

Pat neliels amatieru teleskops ar 10–15 cm objektīva diametru “paver” Visumu daudz plašāk. Šādu izmēru teleskopā vidējā palielinājumā iespējams redzēt par 8 zvaigžņlielumiem vājāk spīdošas zvaigznes nekā ar neapbruņotu aci. Ar aci var redzēt 5. zvaigžņlieluma zvaigznes, bet teleskopā varēs redzēt aptuveni 13. zvaigžņlieluma zvaigznes un apmēram 12,5. zvaigžņlieluma galaktikas. Autoram ir izdevies ar 13 cm diametra teleskopu nofotografēt galaktiku NGC 669

Tabula. Dažas tālas galaktikas, ko iespējams saskatīt vidēju izmēru amatieru teleskopā

Apzīmējums	Zvaigznājs	Galaktikas tips	Attālums, miljoni ly	Redzamais spožums, zv. l.
NGC 4889	Berenikes Mati	Milzu eliptiskā	308	12,9
NGC 3842	Lauva	Eliptiskā	325	12,8
NGC 4874	Berenikes Mati	Milzu eliptiskā	355	12,7
NGC 6166	Herkules	Eliptiskā	490	12,8
3C 273	Jaunava	Aktīvā galaktika	2400	12,9



Ilgonis Vilks

PanSTARRS, CC BY 2.5

Spirālveida galaktikas NGC 669 uzņēmums ar autora teleskopu un PanSTARRS teleskopu (iespraudumā)

Trijstūra zvaigznājā, kuras spožums ir 13,3. zvaigžņlielums. Tā ir spirālveida galaktika, kas redzama no sāniem un atrodas aptuveni 200 miljonu gaismas gadu attālumā. Taču ir vēl tālākas galaktikas, kas pieejamas aplūkošanai amatieru teleskopos (skat. tabulu).

Berenikes Matu zvaigznājā atrodas tāda paša nosaukuma galaktiku kopa, kurā ir apmēram 1000 galaktiku. Divas spožākās, milzu eliptiskās galaktikas NGC 4889 un NGC 4874, atrodas attiecīgi 308 un 355 miljonu gaismas gadu attālumā no mums (skat. ievada attēlu). Tikpat spoža ir eliptiskā galaktika NGC 6166 Herkulesa zvaigznājā, taču tā ir daudz tālāka, 490 miljoni gaismas gadu. Gaisma no šīs galaktikas nāk gandrīz pusmiljardu gadu! Tā ir izstarota senajos laikos, kad dzīvnieki vēl nebija iznākuši uz sauszemes, bet jūrās mudžēja trilobīti un citi posmkāji. Iespējams, ka šī galaktika ir tālākā, ko iespējams saskatīt vidēju izmēru amatieru teleskopā.

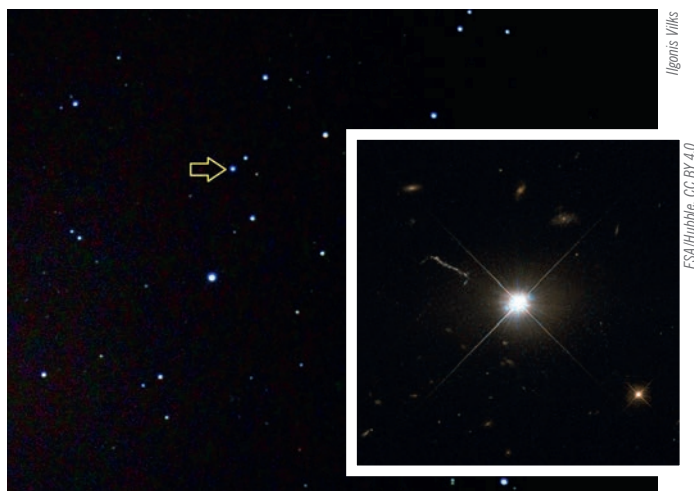
Turpinot attālināties no Zemes, mēs nonākam kvazāru valstībā. Kvazāri ir spoži, zvaigžņveida aktīvo galaktiku kodoli. Pateicoties to lielajai starjaudai, kas ir 10–1000 reižu lielāka nekā milzu eliptiskajām galaktikām, tie saskatāmi ļoti lielā attālumā. Pirmais tika atklāts kvazārs 3C 273, tam ir arī vislielākais redzamais spožums (12,9. zvaigžņlielums), un tas ir redzams vidēju izmēru teleskopā. Protams, tādas detaļas

GAISMA NO GALAKTIKAS NGC 6166 HERKULESA ZVAIGZNĀJĀ IZSTAROTA LAIKOS, KAD DZĪVNIEKI VĒL NEBIJA IZNĀKUŠI UZ SAUSZEMES, BET JŪRĀS MUDŽĒJA TRILOBĪTI UN CITI POSMKĀJI.

kā Habla kosmiskā teleskopa uzņēmumos saskatāmas nebūs, bet astronomijas amatiera sirdi sildīs apziņa, ka viņš lūkojas uz gaismas punktiņu, kas atrodas 2,4 miljardu (!) gaismas gadu attālumā.

Tomēr tā vēl nav amatieru teleskopa iespēju robeža. Autoram ar savu 13 cm diametra teleskopu izdevies nofotografēt 15,2. zvaigžņlieluma objektu, no kura gaisma nāk līdz mums 12 miljardus gadu. Tas ir kvazārs APM 08279+5255 Lūša zvaigznājā, kura starojumu pastiprina gravitācijas lēca – priekšplānā

esoša galaktika. Kvazārs izstaro tik daudz enerģijas kā 100–1000 triljoni Saule. Neraugoties uz to, fotoaparāta uztvērējā no visas šīs izšķērdīgās bagātības nonāca tikai nedaudzi fotoni. Objekta sarkanā nobīde ir tik liela (3,9), ka vairs nevar sacīt, ka tas atrodas 12 miljardu gaismas gadu attālumā. Jāņem vērā Visuma izplešanās, kas notikusi 12 miljardu gadu laikā, kopš gaisma ceļoja kosmosā, līdz ar to faktiskais kvazāra attālums ir divas reizes lielāks, aptuveni 24 miljardi gaismas gadu.



Kvazāra 3C 273 uzņēmums ar autora teleskopu un Habla kosmisko teleskopu (iespraudumā)

Ilgonis Vilks

ESA/Hubble, CC BY 4.0

KVAZĀRS APM 08279+5255 LŪŠA ZVAIGZNĀJĀ, KURA GAISMA CEĻO KOSMOSĀ 12 MILJARDUS GAISMAS GADU, IR TĀLĀKAIS OBJEKTS, KURU IESPĒJAMS APSKATĪT AMATIERU TELESKOPĀ.

LĪDZ REDZAMĀ VISUMA MALAI

Ar pasaules lielākajiem virszemes teleskopiem un kosmiskajiem teleskopiem iespējams ieskatīties Visumā vēl tālāk. Bet katrs nākamais solis kļūst arvien grūtāks. Jo tālāks objekts, jo mazāk gaismas nonāk uz Zemes, un tās uztveršanai nepieciešams lielāks teleskops un garāka ekspozīcija. Rekorda uzņēmumos kopējais ekspozīcijas laiks var sasniegt vairākus simtus stundu.

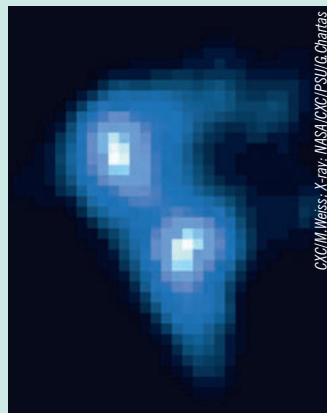
Visuma mērogos, kas mērāmi miljardos gaismas gadu, galvenais veidojums ir galaktiku superkopas, kas sastāv no galaktiku kopām un galaktiku grupām. Piemēram, Jaunavas superkopa, kurā ietilpst arī mūsu Galaktika, Andromedas galaktika un daudzas citas, ir gigantisks galaktiku sakopojums, kurā ir aptuveni 50 000 galaktiku. Tās diametrs ir 100 miljoni gaismas gadu. Jaunākie pētījumi rāda, ka Jaunavas superkopa pieder pie vēl lielāka galaktiku veidojuma, ko sauc par Laniakeju. Pusmiljarda gaismas gadu attālumā no Zemes atrodas vairāk nekā desmit galaktiku superkopas. Katrā superkopā

ietilpst daudzi tūkstoši galaktiku. Galaktiku superkopas veido Visuma tīklveida struktūru. Tālākā zināmā ir protosuperkopa Hiperions, no kuras gaismas nākusi 11,1 miljardu gadu. Par to *Zvaigžņotā Debess* nesen rakstīja (I. Vilks. *Visuma agrīnās evolūcijas mīklas*. 2018/2019 Ziema, 6.–11. lpp.).

Tomēr, ja runā par attāluma rekordiem, iespējams nosaukt konkrētus objektus. Tālākais zināmais kvazārs ir ULAS J1342+0928 Vēršu Dzinēja zvaigznājā, kura sarkanā nobīde ir 7,54. Gaisma no tā ceļojusi 13,1 miljardu gadu, bet attālums līdz tam ir 29 miljardi gaismas gadu. Kvazārs atklāts 2017. gadā ar infrasarkanā diapazona kosmisko teleskopu WISE un vairākiem lielām virszemes teleskopiem.

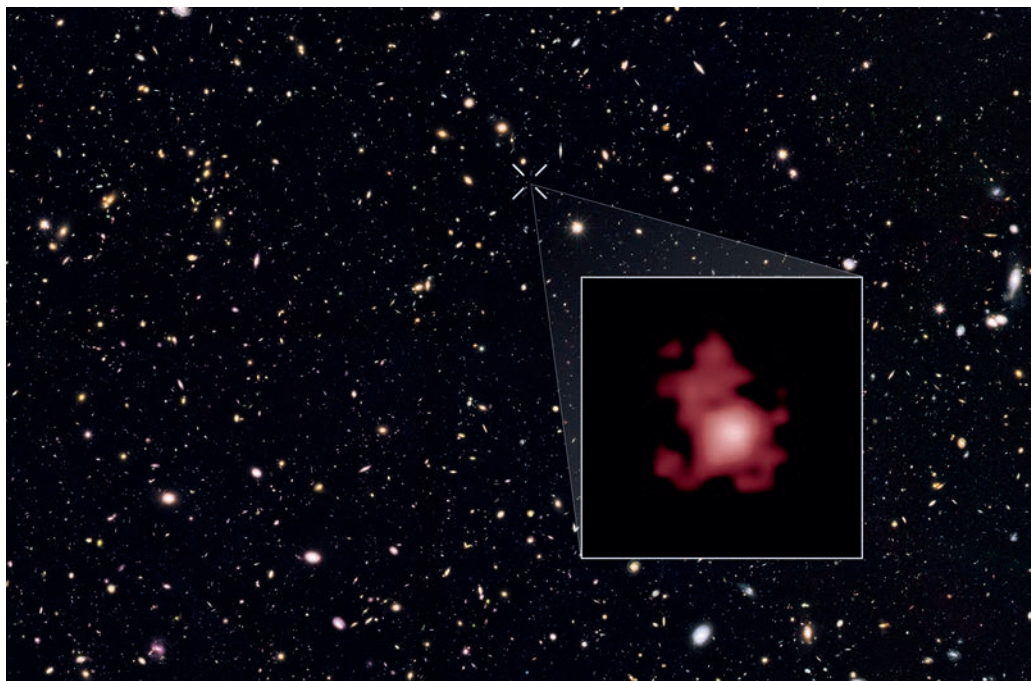
Kvazārs – medusmaize astronomijas amatieriem

Kvazāru APM 08279+5255 Lūša zvaigznājā atklāja 1998. gadā. Izrādījās, ka tam priekšā atrodas spirālveida galaktika – gravitācijas lēca, kas veido divus spožākus un vienu vājāk spīdošu kvazāra attēlu. Pats kvazārs ir milzu eliptiskā galaktika, kuras centrā atrodas supermasīvs melnais caurums, kas arī nodrošina milzīgo kvazāra starjau. Galaktikā ir karsti gāzes un putekļu apgabali, kā arī notiek aktīva zvaigžņu veidošanās. Interesanti, ka galaktikā ir daudz ūdens. Novērtēts, ka ūdens daudzums ir 100 triljonus reižu lielāks nekā Zemes okeānos. Taču ne jau skaitlis ir galvenais. Svarīgi, ka nepilnus divus miljardus gadu pēc Lielā Sprādziena kosmosā jau bija daudz ūdens molekulu.



Kvazārs APM 08279+5255 kosmiskā teleskopa *Chandra* rentgenuzņēmumā

AR LIELĀKAJIEM TELESKOPIEM NOVĒROTAIS REKORDISTS IR GALAKTIKA GN-Z11, NO KURAS GAISMA NĀKUSI LĪDZ ZEMEI 13,4 MILJARDUS GADU.



NASA, ESA, P. Oesch (Yale University), G. Brammer (STScI), P. van Dokkum (Yale University), and G. Illingworth (University of California, Santa Cruz)

Galaktika GN-z11 – attāluma rekordiste. Gaisma no tās nāk 13,4 miljardus gadu

Vēl tālāka ir galaktika GN-z11, no kuras gaisma nākusi līdz Zemei 13,4 miljardus gadu, bet Visuma izplešanās dēļ tā ir aizceļojusi 32 miljardu gaismas gadu attālumā. **Tas ir spektroskopiski apstiprinātais astronomiskā objekta novērojumu attāluma rekords.** Galaktiku atklāja 2016. gadā, analizējot Habla kosmiskā teleskopa un Spicera (*Spitzer*) infrasarkanā kosmiskā teleskopa iegūtos uzņēmumus. Tā ir pavisam neliela, 25 reizes mazāka par mūsu Galaktiku, bet tajā notiek aktīva zvaigžņu veidošanās. Ir vēl pāris galaktikas, kas varbūt ir nedaudz tālākas, taču to attālums nav noteikts pēc spektra un attiecīgi pēc Habla likuma, bet gan aptuveni pēc krāsas, līdz ar to nav sevišķi precīzs.

Habla ultradziļais lauks

Habla ultradziļais lauks ir neliels debess laukumiņš Krāsns zvaigznājā, kurā tikpat kā nav mūsu Galaktikas zvaigžņu, toties ir reģistrēti aptuveni 10 tūkstoši galaktiku, sākot ar salīdzinoši tuvām galaktikām un beidzot ar tādām, kuru gaismas ceļš līdz mums ir 13,2 miljardus gadu. Šo attēlu sāka veidot 2003. gadā un vēl arvien papildina ar jauniem datiem ne tikai redzamajā gaismā, bet arī infrasarkanajā un ultravioletajā spektra daļā. Pētot galaktikas Habla ultradziļajā laukā, fiksēti vairāki attāluma rekordi.

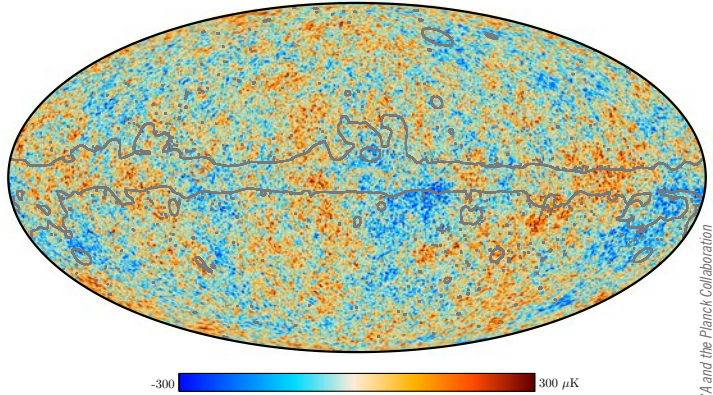


NASA, ESA, H. Teplitz and M. Rafelski (IPAC/Caltech), A. Koelmeier (STScI), R. Windhorst (Arizona State University), and Z. Levay (STScI)

Habla ultradziļā lauka fragments. Katrs plankums ir galaktika

KUR IR ROBEŽĀ?

Tātad pašlaik ar optiskajiem teleskopiem ir izdevies reģistrēt gaismu, kas ceļojusi Visumā 13,4 miljardus gadu un izstarota, kad Visuma vecums bija tikai 0,4 miljardi gadu. To var saukt par tehnisko robežu. Sagaidāms, ka Džeimsa Veba kosmiskais teleskops spēs saskatīt vēl nedaudz tālākas galaktikas. Taču līdz Visuma sākumam šādi ieskatīties nav iespējams, jo pirmās galaktikas un zvaigznes sāka veidoties aptuveni 200 miljonus gadu pēc Lielā Sprādziena. Pirms tam zvaigžņu vienkārši nebija. Iepriekšējo laika posmā, tā sauktos Tumšos laikus, astronomi plāno izpētīt, reģistrējot neitrāla ūdeņraža radiostarojumu ar 21 cm viļņa garumu. Jau darbojas daži virszemes antenu tīkli, kas pētīs šo starojumu, arī Latvijā top viens LOFAR tīkla elements (V. Avotiņš, R. Pauliks. *Zemo frekvenču antenu*



Kosmiskais mikroviļņu fons pagaidām ir tālākais novērojamais Visuma starojums

ESA and the Planck Collaboration

NOVĒROJAMĀ VISUMA “BURBULIS” IETVER VISAS MUMS ZINĀMĀS GALAKTIKAS, ZVAIGZNES UN PLANĒTAS.

lauka radioteleskops Irbenē. Zvaigžņotā Debess, 2018, Rudens, 36.–41. lpp.), tiek gatavoti kosmiskie teleskopi.

Pats tālākais zināmais Visuma starojums meklējams

mikroviļņu diapazonā – tas ir slavenais kosmiskais mikroviļņu fons. Protams, tas nav viena objekta starojums, bet gan Visuma struktūras “nospiedums”, kas radās tajā brīdī,

Novērojamais Visums logaritmiskā skalā, no Zemes kreisajā pusē līdz kosmiskajam mikroviļņu fonam un Lielā Sprādziena mirklim labajā pusē



Kosmiskais jātnieks *SPACE RIDER*



Space Rider orbītā ap Zemi.
Mākslinieka zīmējums

ESA

EIROPAS SOLIS CEĻĀ UZ DAUDZKĀRT IZMANTOJAMU KOSMOSA KUĢI

Pirms četriem gadiem, 2015. gada 11. februārī, Eiropas kosmonautikas entuziasti ar aizturētu elpu vēroja Eiropas kosmosa kuģa – atmosfēras laivas IXV – startu ar VEGA nesējraķeti. Misijas mērķis bija

tehnoloģisks – pierādīt ESA un Eiropas industrijas spēju veikt atgriešanos Zemes atmosfērā ar aerodinamiski vadāmu atmosfēras laivu. Laivai bija t. s. lidojošā korpusa forma, kāda līdz šim kosmiskajos lidojumos nebija izmantota.

Šajā gadījumā cēlējspēku nodrošina pats korpus, neizmantojot spārnus. Misija bija veiksmīga, un kosmosa kuģis pēc pusotras stundas ilga lidojuma veiksmīgi nolaidās ar izpletni Klusajā okeānā aptuveni viena kilometra attālumā

no paredzētā punkta. Līdz šim ESA bija izmēģinājusi un izmantojusi tikai tradicionālās kapsulas tipa atmosfēras laivas, bet forma nebija vienīgais jaunums. Keramiski karstuma aizsardzības materiāli, aerodinamiskās kontroles virsmas, izpletņa atvēršana virsskaņas ātrumā, manevrēšanas raķešdzinēju izmantošana atmosfēras apstākļos ir tikai daži no tiem. (Skat. M. Sudārs. *IXV – Eiropas solis pretī daudzkārt izmantojamiem kosmosa kuģiem. Zvaigžņotā Debess*, 2009. gads, Rudens, 18. lpp.)

Pēc veiksmīgās misijas jaunatājums – kāpēc tas tika demonstrēts un izmēģināts – bija tikai likumsakarīgs. Tagad, četrus gadus vēlāk, iespējams saņemt detalizētāku atbildi. *Space Rider* pēc savas būtības ir IXV turpinājums, ne vairs kā tehnoloģiju demonstrēšanas platforma, bet gan kā vairākkārt izmantojams kosmosa kuģis. *Space*

Rider spēj nogādāt orbitā un atpakaļ no tās uz Zemi vairāk nekā 600 kilogramu smagu kravu. Salīdzinājumā ar *Space Shuttle* vai *SpaceX* kosmosa kuģi *Dragon* tas nav daudz, bet *Space Rider* ir piemērots kādam ārkārtīgi svarīgam kosmosa izmantošanas mērķim – mikrogravitācijas eksperimentiem. Mikrogravitācija jeb tā sauktais bezsvara stāvoklis iestājas tad, kad uz ķermeni darbojas tikai ar vienīgi gravitācijas paātrinājums – ķermenis atrodas brīvajā kritienā, un citu spēku iedarbība ir maza un nav vērā ņemama. Kosmiskā aparāta lidojums orbitā ap Zemi būtībā ir

nepārtraukts brīvais kritiens. Tomēr, lai cik nelieli, uz satelītu parasti iedarbojas arī citi spēki – aerodinamiskie spēki, centrālās spēks, pavadonim rotējot ap savu asi, vilkmes spēki manevrēšanas dzinēju darbināšanas laikā, dažādas vibrācijas, orientācijas kontroles sistēma utt.

Eksperimentus mikrogravitācijas apstākļos var veikt arī SKS, bet mikrogravitācijas “tīrības” pakāpe ir neliela, ap 0,001 g, kur g ir brīvās krišanas paātrinājums uz Zemes, jo pa stacijas iekšieni pārvietojas astronauti, radot mikroslodzi un vibrācijas, kā arī pati SKS rada diezgan lielu

”

SPACE RIDER IR OPTIMIZĒTS KĀDAM ĀRKĀRTĪGI SVARĪGAM KOSMOSA IZMANTOŠANAS MĒRĶIM – MIKROGRAVITĀCIJAS EKSPERIMENTIEM.



Space Rider ir daļa no nesējraķetes VEGA projekta, kas jau tuvākajā nākotnē piedāvās dažādus interesantus risinājumus neliela un vidēja izmēra satelītu palaišanai. *Space Rider* nodrošinās iespēju atgriezties ar derīgo kravu uz Zemes

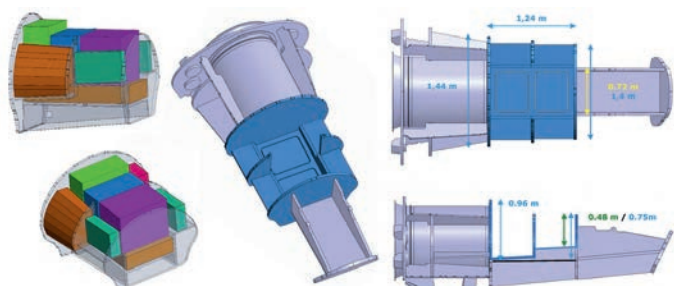
aerodinamiskās pretestības spēku. SKS iekšienē ir priekšrocība, ka eksperimentus var veikt astronauti, tomēr vienlaikus ir daudz ierobežojumu un striktu drošības noteikumu, kas, piemēram, pilnībā liedz iespēju darboties ar toksiskām vai potenciāli bīstamām vielām. Mikrogravitācijas tīrības pakāpe, kas spētu apmierināt 99% zinātnieku vajadzību, ir 0,00001 g vai mazāk, kas ir sasniedzama 400 kilometru augstā orbītā ap Zemi. To spēj nodrošināt arī ballistiskās raķetes, bet to lidojuma laikā bezsvara stāvoklis iestājas tikai uz dažām minūtēm.

NOLAIŠANĀS TIKS VEIKTA AR VADĀMA IZPLETŅA PALĪDZĪBU, AR KURU IESPĒJAMS PRECĪZI KONTROLĒT NOSĒŠANĀS PUNKTU UN ĀTRUMU.

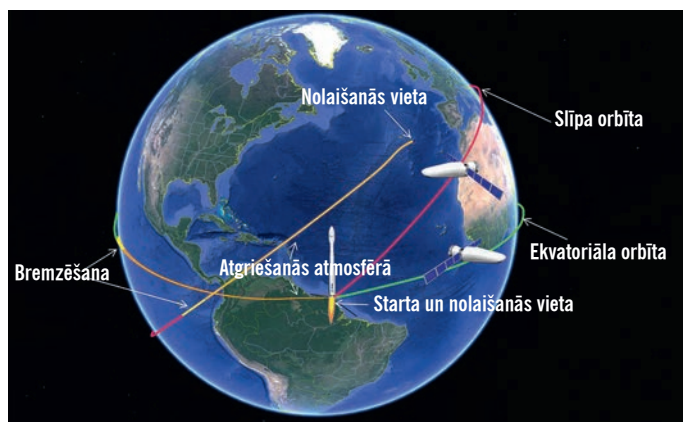
Un tieši šajā situācijā sevi var parādīt *Space Rider*, jo tas ir pilnībā automātisks un lidos 400 kilometru augstumā, kļūstot par ideālu platformu dažādiem eksperimentiem mikrogravitācijas apstākļos. Turklāt *Space Rider* projektēts tā, lai varētu nodrošināt eksperimentus ar elektrisko

enerģiju, temperatūras kontroli, datu savienojumu ar Zemi, kā arī pieeju atklātam kosmosam, atverot kravas tilpnes durvis. Pašreizējais projekts paredz līdz diviem mēnešiem ilgu uzturēšanos orbītā ap Zemi, kam sekotu atgriešanās atmosfērā un, visbeidzot, precīza nosēšanās uz speciāli sagatavota 300 metru liela laukuma. Atbilstoši klientu vēlmēm katras misijas orbītas slīpumu var izraudzīties individuāli, sākot no 5,3 grādu gandrīz ekvatoriālas orbītas, kas nodrošina maksimālu kravnesību, līdz pat Saules sinhronajai orbītai ar 97 grādu slīpumu, kas ir ērta Zemes novērošanas gadījumā.

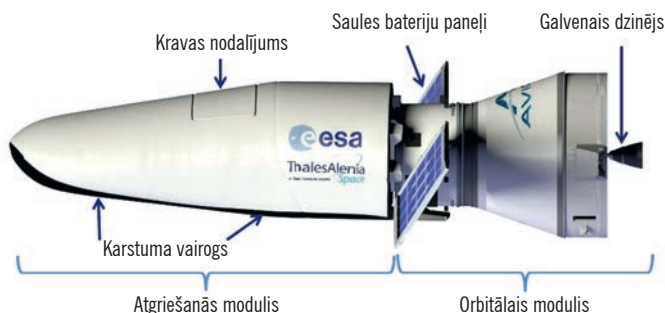
Interesants tehnisks risinājums tiks izmantots *Space Rider* vadībai un manevrēšanai kosmosā. Palaišana plānota ar Eiropas Vega-C nesēja raķeti, kuras pēdējā pakāpe AVUM pēc ievadīšanas orbītā būtībā kļūs par *Space Rider* servisa moduli, un tās raķešdzinējs tiks izmantots arī izvadīšanai no orbītas misijas beigās. Šāds tehnisks solis ļauj būtiski samazināt kosmosa kuģa izstrādes ilgumu un kopējās sistēmas izmaksas. Tātad *Space Rider* sistēma sastāv no orbitālā servisa moduļa AVUM, kam tiks



Space Rider atgriešanās moduļa kravas nodalījums



Lidojuma norises varianti ar startu Franču Gviānā un nosēšanos vai nu Santamarijas salā Azoru salās, vai turpat Franču Gviānā



Space Rider sistēmas galvenās sastāvdaļas

pievienots arī servisa bloks ALEK ar saules bateriju paneļiem un navigācijas sensoriem, un no atmosfēras laivas RM (*Re-entry Module*), kurā atrodas paši eksperimenti un visas nepieciešamās sistēmas, lai veiktu drošu atgriešanos atmosfērā. Nolaišanās tiks veikta ar vadāma izpletņa palīdzību, ar kuru, gluži tāpat kā ar paraplānu, iespējams kontrolēt kosmosa kuģa trajektoriju atmosfēras zemākajos slāņos un mīksti nosēdināt to uz nosēšanās laukuma virsmas. Šī nebūs pirmā reize, kad Eiropas kosmonautikas attīstības vēsturē tiks veikta precīza nosēšanās, bet šis noteikti būs pirmais tās pielietojums praksē, kā arī pirmā nosēšanās ar vadāmu izpletņi.

Space Rider atgriešanās modulis

- Garums: 5 m
- Svārs kopā ar derīgo kravu: 2700 kg
- Derīgā krava: līdz 650 kg
- Orbītas slīpums: 5,3–97 grādi
- Orbītas augstums: 400 km
- Misijas ilgums orbītā: 2 mēneši
- Nosēšanās vietas: Franču Gviāna vai Azoru salas

Projekta mērķis ir radīt daudzkārt izmantojamu kosmosa kuģi. Pēc lidojuma tam tiks veikta tehniskā inspekcija, nomainīti daži komponenti, kas nav daudzkārt izmantojami, un pusgada laikā *Space Rider* būs gatavs nākamajam startam. Atmosfēras laiva ir projektēta sešiem lidojumiem. Ja projekts kopumā būs veiksmīgs, tālākā nākotnē notiks papildu lidojumi.

Patlaban *Space Rider* ir detalizētas izstrādes fāzē, kas noslēgsies šā gada rudenī. Šajā pašā laikā ESA dalībvalstis spriedīs par budžeta piešķiršanu gaidāmajai realizācijas fāzei (komponentu izstrāde, integrēšana), kas ilgs pusotru divus gadus. Pirmais lidojums paredzēts 2021. vai 2022. gadā. Iespēja veikt eksperimentus kosmosā uz *Space Rider* borta tiek piedāvāta ikvienam institūtam, universitātei vai uzņēmumam, kam ir šāda nepieciešamība. Intereses gadījumā jāsazinās ar ESA, lai vienotos par detaļām. Pirmajā lidojumā vietas jau ir aizpildītas, bet turpmākajos lidojumos tās vēl ir pieejamas. 🚀

ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ BIEŽI IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI

au — astronomiskā vienība, *astronomical unit*

ELT — Ārkārtīgi lielais teleskops, *Extremely Large Telescope*

ESA — Eiropas Kosmosa aģentūra, *European Space Agency*

ESO — Eiropas Dienvidu observatorija, *European Southern Observatory*

HST — Habla kosmiskais teleskops, *Hubble Space Telescope*

IAU — Starptautiskā Astronomijas savienība, *International Astronomical Union*

ISS — Starptautiskā kosmosa stacija, *International Space Station*

ly — gaismas gads, *light year*

LU — Latvijas Universitāte

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

pc — parseks, *parsec*

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

VLT — Ļoti lielais teleskops, *Very Large Telescope*

VSRC — Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs

ZvD — žurnāls *Zvaigžņotā Debess*

CERN

apmeklējuma iespaidi

PATĪKAMA ATGRIEŠANĀS AR SPĒCĪGU AKCENTU BEIGĀS



Divpadsmit Latvijas fizikas skolotāji pie Lielā hadronu paātrinātāja caurules fragmenta

Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) un Eiropas Kodolpētniecības organizācija CERN 2019. gada martā uzaicināja autoru piedalīties Baltijas skolotāju vizītē. Vairāk nekā 30 Baltijas valstu skolotāji ieradās Ženēvā, lai iepazītos ar CERN veicamajiem pasaules līmeņa pētījumiem daļiņu fizikā,

noklausītos interesantus priekšlasījumus un iesaistītos praktiskās aktivitātēs. Latviju pārstāvēja 12 fizikas skolotāji un šo rindu autors. Vizītes organizētāji izteica cerību, ka skolotāji kļūs par “vēstniekiem”, kas stāstīs par CERN sasniegumiem saviem skolēniem – nākamajiem fiziķiem, inženieriem un IT speciālistiem.

PIRMIE IESPAIDI

Autoram tā bija otrā vizīte CERN. Iepriekšējā notika pirms 10 gadiem, tieši tajās dienās, kad Lielajā hadronu paātrinātājā (*Large Hadron Collider*, LHC) sāka cirkulēt pirmās protonu plūsmas, līdz ar to nebija iespējams apmeklēt apakšzemes tuneli izvietotos detektorus. Tagad, kad iestājusies divus gadus ilgā



Sinhrociklotrons tagad palīdz izprast daļiņu paātrinātāju darbību



Džuzepe un Marija Fidekaro, fiziķi, kas CERN strādājuši visilgāk

tehniskā pauze, kuras laikā tiks palielināta LHC protonu plūsmu enerģija un intensitāte, iespējas bija plašākas.

Iepazīšanās ar CERN sākās ar vēsturisko sinhrociklotronu – pirmo zinātnisko iekārtu, kas tika uzbūvēta klajā laukā un ar kuru 1957. gadā sākās CERN pētnieciskā darbība. Sinhrociklotronu izmantoja līdz pat 1990. gadam. Tagad te iekārtota interesanta ekspozīcija, kur uz sinhrociklotrona korpusa projicē kustīgus attēlus, parādot tā darbības principus.

Svarīga CERN sastāvdaļa ir kafetērija, kur ēdienreizēs pulcējas simti cilvēku, bet ne tikai tāpēc, ka te var paēst un gūt enerģiju turpmākam darbam, bet arī tāpēc, ka te tiek dibināti jauni kontakti un nerimst diskusijas par fiziku, uz papīra salvetēm ik pa brīdim tiek skicēti grafiki un formulas. Šeit autoram gadījās satikt divus itāļu fiziķus Mariju un Džuzepi Fidekaro (*Fidecaro*), kuri strādā CERN

jau 63 gadus. Džuzepe sāka savu darbu, būvējot un palaižot pirmo sinhrociklotronu, Marija pētīja protonu kūļu iegūšanas iespējas.

Vizīti vadīja atraktīvais CERN Skolotāju programmas menedžeris Džefs Vīners (*Wiener*) un viņa palīdzēja Anja Horvāte (*Horvat*).

CERN KAFETĒRIJĀ NERIMST DISKUSIJAS PAR FIZIKU, UZ PAPĪRA SALVETĒM IK PA BRĪDIM TIEK SKICĒTI GRAFIKI UN FORMULAS.



Skolotāji vēro daļiņu trekus pašu būvētajā kosmisko daļiņu detektorā

Džefs pamatoti lepojas ar savu laboratoriju S'Cool LAB, kur apmeklētāji var uzbūvēt savu daļiņu detektoru un veikt citus eksperimentus daļiņu fizikā. Laboratorijas nosaukumu iespējams tulkot gan kā "Skolas laboratorija", gan kā "Vēsā laboratorija", jo daļiņu detektora darbībai nepieciešams saussais ledus. Detektorus izveidoja arī Baltijas valstu skolotāji un ar sajūsmu vēroja mionu un citu daļiņu trekus.

ANTIMATĒRIJAS FABRIKA

Ļoti interesants bija Antimatērijas fabrikas apmeklējums. Šeit rīkojas pretēji nekā citās CERN laboratorijās – palēnina, nevis paātrina daļiņas. Protonu plūsma, kas nāk no Protonu sinhrotrona, ietiecas metāla mērķī un rada dažādas daļiņas, arī antiprotonus, kam ir liela enerģija. Antiprotonu palēninātāja gredzena uzdevums ir šo enerģiju samazināt. Tam izmanto jau pārbaudītas

Dari pats!

Kosmisko daļiņu detektors ir vienkāršs, to var izgatavot, ja vien ir pieejams saussais ledus (uzmanīgi, ļoti auksts!) un izopropilspirts (uzmanīgi, tvaiki ir kaitīgi!). Uz saussā ledus novieto metāla plāksni, uz tās – otrādi apgāztu caurspīdīgu plastmasas kasti, piemēram, akvāriju, kura dibenā iestiprinātā drāna ir bagātīgi piesūcināta ar izopropilspirtu. Kastes un plāksnes savienojumu hermetizē. Sausais ledus atdzesē metālu, tas savukārt atdzesē izopropilspirta tvaikus kastē. Izveidojas pārsātināts izopropilspirta tvaiks. Kad kastei cauri lido sekundārās kosmisko staru daļiņas (mioni un citas), tās jonizē tvaikus. Radušies joni kal-



po kā kondensācijas centri, un tvaiks pārvēršas sīkos šķidruma pilienos, kas iezīmē daļiņu trajektorijas. Daļiņu trekus aplūko aptumšotā telpā, horizontāli spīdinot ar lukturīti.

Džefs Viners demonstrē, ka daļiņu detektoru var uztaisīt, izmantojot parastu plastmasas glāzi un pannīņu

tehnoloģijas – magnētus, kas liek daļiņām kustēties pa aptuveni 100 metru lielu apli, un spēcīgu elektrisko lauku, kas palēnina antiprotonus. Pēc tam antiprotonus ievada mazākā aplī ar 10 metru diametru ELENA (*Extra Low ENergy Antiproton*), kur to enerģiju samazina vēl vairāk.

Nu antiprotoni ir "gatavi" izmantošanai eksperimentos.

Ja antiprotonam pievieno antielektronu jeb pozitronu, iegūst antiūdeņraža atomu. Saskaņā ar teoriju vielas un anti vielas īpašības ir vienādas, atšķiras tikai daļiņu elektriskie lādiņi, piemēram, protons ir lādēts pozitīvi, antiprotons – negatīvi. Taču par īpašību vienādību nepieciešams pārliecināties, tāpēc pēdējā desmitgadē notiek aktīvi eksperimenti ar anti vielu. Lādētas daļiņas iespējams "dzenāt pa riņķi", stūrējot ar magnētisko lauku. Tā kā antiūdeņraža atoms ir neitrāls, iepriekš minētā pieeja nedarbojas. Lai izveidotu antiūdeņraža slazdu, daļiņas atdzesē gandrīz līdz absolūtajai nullei un pielieto nevienmērīgu magnētisko lauku, kas mijiedarbojas ar atoma magnētisko dipolu. Tad tās var noturēt uz vietas.



Antiprotonu palēninātāja aplis

ANTIŪDENĀRADI IR IESPĒJAMS NOTVERT SLAZDĀ, JA TO ATDZESĒ GANDRĪZ LĪDZ ABSOLŪTAJAI NULLEI UN NOTUR MAGNĒTISKAJĀ LAUKĀ.

2011. gadā antiūdenražā atomus izdevās noturēt slazdā 1000 sekundes, līdz ar to varēja sākt pētīt antiūdenražā īpašības. Nākamajā gadā tika publicēts pirmais antiūdenražā spektrs. 2016. gadā izmērīja enerģiju, kas rodas pozitrona pārejā starp diviem enerģijas līmeņiem. Mērījumu kļūdu robežās tā bija tāda pati kā elektronam. Var teikt, ka

pagaidām teorija pilnībā apstiprinās. Pašlaik antiprotonus iespējams turēt slazdā, cik ilgi nepieciešams. Piemēram, divi antiprotoni bija "ieslodzīti" 400 dienas ilgi. Taču nevajag tos žēlot un iestāties par "daļiņu tiesībām", jo tūlīt pēc atbrīvošanas tie satiks ar protoniem un izzuda anihilācijā.

Divos eksperimentos (AEGIS un GBAR) plānots

noteikt, kā uz anti vielu iedarbojas Zemes gravitācijas spēks. Principā anti vielai jākrīt uz Zemes centru, tāpat kā parastajai vielai, nevis jāceļas augšup (antigravitācija), bet šaubas paliek.

LEKCIJAS

Ar sava darba pārskatu uzstājās visu triju Baltijas valstu zinātnieki, kas strādā CERN. Latvietis Artūrs Ivanovs no RTU demonstrēja, kā viņa grupa konstruē apkalpojošos robotus, kas pārvietojas pa LHC tuneļa grīdu vai sliedi, kas piestiprināta pie griestiem. Igaunis Andress Tiko (*Tiko*) no Nacionālā kodolfizikas institūta Padujā stāstīja, kā viņi

Antivielas spridzeklis?

Dena Brauna romānā *Enģeļi un dēmoni* sliktais varonis plānoja uzspriecināt Vatikānu ar vienu gramu anti vielas, kas visai ātri tika saražota LHC. Tas atbilst nelielai piecu kilotonnu atombumbai. Praksē tāda daudzuma anti vielas izgatavošanai CERN būtu vajadzīgi miljoni gadu. NASA novērtējusi, ka viena grama antiūdenražā izgatavošana izmaksā triljoniem ASV dolāru, un tas ir dārgākais materiāls pasaulē.



CERN pārstāvis demonstrē filmēšanas vajadzībām izgatavoto "antivielas" cilindru, kurā anti vielas lomu pildīja parasta gaismas diode



Baltijas valstu pārstāvji, kas strādā CERN. Artūrs Ivanovs (no kreisās), Andress Tiko un Aurēlijs Rinkevičs

KAUT ARĪ NEVIENA NO BALTIJAS VALSTĪM VĒL NAV OFICIĀLI IESTĀJUSIES CERN, LATVIJAS, LIETUVAS UN IGAUNIJAS FIZIĶI TUR JAU STRĀDĀ.



Iļģona Vilka lekcija par astrofiziku CERN galvenajā auditorijā

gatavojas reģistrēt Higa bozonu pārus, kas parādās aptuveni 1000 reižu retāk nekā atsevišķi Higa bozoni. Higa bozonu pāru atrašana būs nozīmīga teoriju veidošanai ārpus daļiņu Standartmodeļa. Lietuvietis Aurēlijs Rinkevičs (*Rinkevičius*), kas pārstāvēja Kornela Universitāti (ASV), skaidroja, kā darbojas LHC daļiņu detektori, kādus uztvērējus izmanto, cik ātri elektronikai jāatsijā liekie dati. Uzzināt, kā klājas Baltijas skolotājiem, bija iegriezies arī RTU Augstas enerģijas daļiņu fizikas un paātrinātāju tehnoloģiju centra direktors Toms Torims, kurš strādā CERN.

Šo rindu autors uzstājās ar apjomīgu lekciju par astrofizikas saikni ar daļiņu fiziku.

Patiešām šādu saskares punktu ir daudz – no kosmiskajiem stariem, kodolreakcijām, ķīmisko elementu sintēzes un pārnovu sprādzieniem līdz pat tumšajai matērijai, tumšajai enerģijai, Visuma sākumam un beigām, it visur nepieciešami daļiņu fizikas atklājumi. Turklāt lekcija notika īpašā vietā – CERN galvenajā auditorijā, kur paziņo svarīgos notikumus, 2012. gadā te paziņoja arī par Higa bozona atklāšanu. Bija īpašs prieks un gods uzstāties šajā telpā.

CMS DETEKTORS

Pēc autora domām, skolotāju vizītes “nagla” bija iespēja apmeklēt vienu no četriem lielajiem LHC detektoriem – Kompakto mionu solenoīdu

(*Compact Muon Solenoid, CMS*). Ir svarīgi dzirdēt lekcijās vai noskaidrot interaktīvā ekspozīcijā, kā tas iekārtots un darbojas, tomēr daudz iespaidīgāk ir to redzēt savām acīm. Iztēlojieties Vecrīgas Pulvertorni, kas nolikts uz sāniem. Aptuveni tikpat liels ir Kompaktais mionu solenoīds, kura garums ir 22 metri, diametrs 15 metri un svars – 14 000 tonnu. Ironiski, ka šis detektors nosaukts par kompakto...



Tā kā LHC tunelī pēc protonu plūsmu apturēšanas vēl saglabājusies neliela paliekošā radiācija, apmeklētāju tunelī neielaiž. Atlika sevi iemūžināt pie lielizmēra fotogrāfijas

”
KOMPAKTAIS MIONU SOLENOĪDS IR IZVEIDOTS TIK ĻOTI LIELS, LAI NEVIENA SVARĪGA DAĻIŅA, KAS RODAS SADURSMĒ, NEPALIKTU NEPAMANĪTA.

Kompaktais mionu solenoīds šķēsgriezumā

Kāpēc vajadzīgs tik liels detektors, ja protonu sadursme notiek pavisam nelielā tilpumā? Tāpēc, lai neviena svarīga daļiņa, kas rodas sadursmē, neatstātu “notikuma vietu” nepamanīta. Detektors atgādina sīpolu, to veido vairākas koncentriskas kārtas.

0. Sadursmes punkts. No daudzajiem protoniem, kuri kā skrošu mākoņi lido cits citam pretī, saduras tikai kādi 20 protoni, taču šādi “skrošu mākoņi” ielido detektorā 30 miljonus reižu sekundē.

1. slānis – impulsa analizators veidots no daudzām silīcija plāksnītēm un nosaka daļiņu impulsu. Lādētas daļiņas, piemēram, elektroni, magnētiskajā laukā pārvietojas pa liektu trajektoriju. Jo mazāks trajektorijas liekums, jo lielāks daļiņas impulss.

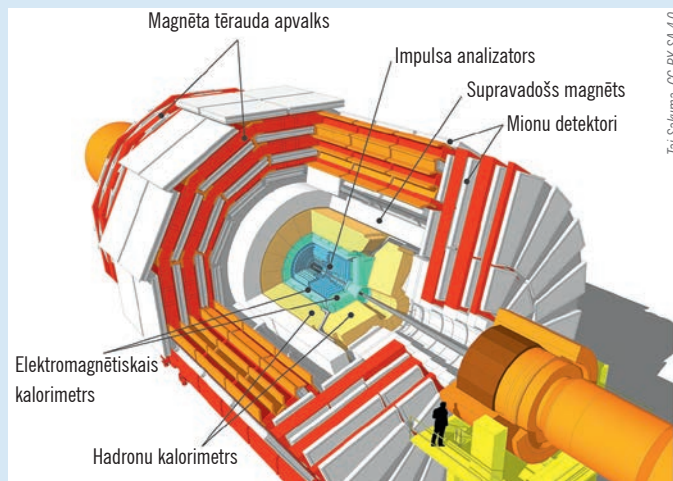
2. slānis – elektromagnētiskais kalorimētrs, kas veidots no ļoti blīviem, bet caurspīdīgiem svina volframāta blokiem. Ar to nosaka elektronu un fotonu enerģiju. Šeit paliek un tālāk neceļo elektroni un fotoni.

3. slānis – hadronu kalorimētrs, kas sastāv no secīgām bronzas vai tērauda un plastmasas joslām. Te ceļu beidz un “atklāj savu enerģiju” protoni, neitroni, pioni un kaoni.

4. slānis – magnēts. Tas ir ļoti spēcīgs elektromagnēts, kura magnētisko lauku rada spolē (solenoidā) plūstoša stipra strāva. Spoli dzesē, līdz iegūst

supravadītspēju, kad elektriskā strāva plūst bez pretestības.

5. slānis – mionu detektori pamīšus ar magnēta tērauda apvalka daļām. Mioni bez mijiedarbības izlido cauri iekšējiem detektora slāņiem un magnētam, līdz beidzot tos aptur apvalka tērauda plāksnes. Tāpēc mionu detektori izvietoti pašā ārpusē.



Tai Sakuma, CC BY-SA 4.0

Kompaktais mionu solenoīds šķēsgriezumā

Lielo izmēru un masas dēļ to nevarēja nogādāt pazemē veselu, bet nolaida pa daļām pa platu, 80 metru dziļu shaftu.

CMS apmeklējuma laikā mūsu grupu sadalīja trīs daļās. Tā sagadījās, ka es nokļuvu tajā daļā, kas devās pazemē pēdējā. Līdz brīdim, kad lifts veda mūs lejā uz Kompakto mionu solenoīdu detektoru, nācās vēl uzklaust visādus stāstus par un ap to, bet tie vairs nešķīta būtiski. Tad sekoja īss pārgājiens cauri dažādiem tuneļiem, un beidzot milzīgais detektors bija mūsu acu priekšā! Šobrīd notiek tehniskā

apkope un uzlabošanas darbi, tāpēc detektora daļas ir atbīdītas cita no citas. Apskatei pieejama iekšpuse, kas pārsteidz ar krāsu košumu, folijas mirdzumu un neskaitāmiem vadu saišķiem. Šeit ir viena no tām vietām, kur gandrīz vai ar gaismas ātrumu saduras protoni, un sadursmē radušās jaunās daļiņas šķīst uz visām pusēm, līdz “aizķeras” kādā no detektora slāņiem. Pēc aktīvas fotografēšanas autoram palika vēl minūte laika, lai apcerētu šo unikālo zinātnes objektu, bet tad jau bija jādod vieta nākamajiem apmeklētājiem. 🦋



CMS detektors atvērts profilaksei un uzlabošanai

Latvijas ceļš uz CERN. CIK TĀLU ESAM?

EIROPAS KODOLPĒTĪJUMU ORGANIZĀCIJAS CERN VĀRDS IR ZINĀMS DAUDZIEM. NU JAU KĀDU LAIKU ARĪ LATVIJA IR CEĻĀ UZ IESTĀŠANOS CERN. LAI NOSKAIDROTU, CIK TĀLU ESAM UN KĀ VEICIES LĪDZ ŠIM, **RAITIS MISA** IZJAUTĀ RTU PROFESORU UN CERN ZINĀTNISKO LĪDZSTRĀDNIĒKU **TOMU TORIMU**.



No Toma Torima personīgā arhīva

Ārlietu ministrs Edgars Rinkēvičs (no kreisās), Toms Torims un ārlietu ministra padomnieks Daniels Pavljuts 2017. gadā CERN

MAZLIET PAR CERN UN LATVIJAS LĪDZDALĪBU TAJĀ

Latvijas ceļš uz CERN sākas 2012. gadā, kad Rīgas Tehniskā universitāte (RTU) noslēdza sadarbības līgumu ar šo organizāciju. Patlaban RTU strādā ne tikai pie tā, lai stiprinātu zinātniskās saites ar CERN, bet arī lai veicinātu Latvijas kļūšanu par dalībvalsti. CERN galvenais darbības mērķis ir starptautiskas liela mēroga pētnieciskās infrastruktūras darbības nodrošināšana augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumiem. Pašlaik no Latvijas tur darbojas trīs zinātnieki – Toms Torims, Artūrs Ivanovs un Viesturs Veckalns. Tāpat Latvijas zinātniekiem ir iespēja piedalīties CERN fizikas eksperimentos un izpētes projektos. Lai gan organizācijas dibināšanas mērķis ir nodrošināt infrastruktūru Eiropas zinātniekiem, tā nav tikai milzu laboratorija augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumiem, tā ir arī vieta, kur sadarboties pētniecībā, tehnoloģijās un inovācijā, radot un vēlāk ražotājam ieviešot ikdienā izmantojamās lietas un pakalpojumus.

Lai saprastu šīs organizācijas ietekmi uz mūsu ikdienu, pietiek minēt tikai dažas lietas, kas šeit radītas, – globālais tīmeklis, skārienjutīgie ekrāni un datortomogrāfija. CERN nodrošina arī iespēju savu produkciju realizēt tehnoloģiju ražotājiem. Lieki piebilst, ka ikviena uzņēmuma prestižs pamatīgi uzlabojas, ja tas var teikt, ka ir veicis piegādes CERN. Latvijas uzņēmumiem

ir potenciāls piedāvāt savu produkciju CERN, piemēram, SIA *Kepp EU*, kas darbojas silīcija metalurģijas jomā, mikroviļņu datu pārraides risinājumu ražotājs *SAF Tehnika*, LED gaismekļu ražošanas un pārdošanas uzņēmums *Vizulo*, 3D displeju, optikas, pastiprinātāju un LCD optiskā aprīkojuma ražotājs *Hanza Matrix*, SIA *EUROLCDS*, kas pirms sešiem gadiem Ventspilī atklāja Eiropā lielāko šķidro kristālu displeju rūpnīcu u. c.

Lai kļūtu par CERN dalībvalsti, ar gribēšanu vien nepietiek. Valsts līmenī ir jābūt apņēmībai ilgtermiņā atbalstīt dalību šajā organizācijā. Lai to paveiktu, nepieciešami finanšu līdzekļi – vairāk nekā miljons eiro gadā. Tiesa, lielākā daļa CERN budžeta, ko veido šīs iemaksas, tiek izmantota, lai izstrādātu un uzturētu zinātnisko infrastruktūru, kas ir pieejama visām iesaistītajām valstīm.

Kas ir veicinājis Latvijas virzību uz CERN? Nenoliedzami viens no faktoriem ir jūsu paveiktais, bet kas vēl?

Vispirms – kas ir CERN? CERN ir liela zinātniska organizācija – kodolpētniecības

centrs, bet tur netiek veikti pētījumi kodolfizikā, ko tradicionāli saprot, izdzirdot šos vārdus. CERN nav neviena kodolreaktora un gandrīz ne-maz netiek izmantotas radioaktīvas vielas. Tas ir Eiropas zinātnieku un vizionāru radīts centrs, kas nodarbojas ar kodolpētniecību, neizmantojot kodolreaktorus. CERN mērķis ir daļiņu fizikas līmenī izprast atomu un daļiņu uzvedību un izmantot to mērķiem. 1949. gadā radās pirmās idejas par CERN veidošanu. Tajā laikā pasaule bija bipolāra – labākie zinātnieki un inženieri bija vai nu ASV, vai PSRS. Eiropas kompetence šajā jomā bija, bet nelie-la. CERN tad arī tika veidots ar mērķi apvienot resursus un nodrošināt arī to, lai tie neaizplūst uz ASV vai PSRS. CERN ir man zināmā vienīgā šāda veida institūcija, kur smadzeņu noplūde ir apgriezta otrādi. Zinātnieki un inženieri nevis aizplūst no Eiropas, bet – gluži otrādi – ieplūst tajā. CERN patlaban strādā vairāk nekā 2000 ASV kodolfiziķu – vairāk nekā pašās ASV uz vietas. Šis zinātnes projekts ir izrādījies ļoti veiksmīgs.

CERN IR VIENA NO NEDAUDZAJĀM EIROPAS PĒTNIECĪBAS IESTĀDĒM, KUR SMADZEŅU NOPLŪDE IR APGRIEZTA OTRĀDI. ZINĀTNIEKI UN INŽENIERI NEVIS AIZPLŪST NO EIROPAS, BET GLUŽI OTRĀDI – IEPLŪST TAJĀ.

Latvijas sadarbība ar CERN sākusies jau padomju laikos, gan ne valstiskā, bet atsevišķu zinātnieku līmenī. PSRS bija savs kodolpētniecības centrs Dubnā, kas tika veidots kā PSRS atbilde CERN. Jāpiebilst, ka daļu paātrinātājs Dubnā darbojas arī tagad. Tiesa, Dubnas centrs nekad nekļuva tik veiksmīgs kā CERN, un ne jau naudas dēļ, bet gan nostājas dēļ. CERN ir divi galvenie principi – visi pētījumi ir atklāti, un visi pētījumi tiek veikti nemilitāriem mērķiem. Latvijai atgūtot neatkarību, zinātnieki no Latvijas Zinātņu akadēmijas, RTU, LU Cietvielu fizikas institūta sadarbojās ar CERN atsevišķos projektos. Piemēram, ir veikti kristālu pētījumi CERN detektoriem, esam piedalījušies *Baltic Grid* skaitļošanas projektā, veicot CERN datu apstrādi, bija vēl citi

”
 IR JĀSAPROT, KA CERN IR GAN ZINĀTNISKA,
 GAN POLITISKA ORGANIZĀCIJA. LAI
 PALIELINĀTU SAVU IESAISTI, IR AKTĪVI
 JĀNODARBOJAS AR DIPLOMĀTIJU.

atsevišķi projekti, bet sadarbība valstiskā līmenī nenotika.

2011. gadā es strādāju Eiropas Komisijā Briselē un paralēli nodarbojos ar zinātnisko darbību RTU. Briselē ir latviešu teātris. Tajā tika iestudēta luga par Vinniju Pūku *Medus pods draugam*. Šo lugu izrādījām latviešu bērniem Ženēvā, Latvijas vēstniecības telpās. Es šajā izrādē biju Vinnijs Pūks. Skatītāji bija kādi desmit bērni, izrāde viņiem ļoti patika. Nakšņot mēs palikām latviešu ģimenēs. Nākamajā dienā, staigājot

gar Ženēvas ezeru, es saimniekiem jautāju – kā tad ir ar latviešu darbību CERN? Viņi teica, ka tur nav neviena latvieša. Tas šķita divaini, ka tādā organizācijā nav neviena Latvijas pārstāvja.

Šie notikumi sakrita ar brīdi, kad es kļuvi par RTU rektora akademiķa Leonīda Ribicka padomnieku zinātnes un sadarbības projektu jautājumos. Sarunā ar Latvijas vēstnieku Šveicē Raimonu Jansonu aicināju viņu aizbraukt uz CERN un noskaidrot, kādas ir sadarbības iespējas. Raimonds Jansons to tiešām izdarīja, un secinājums bija, ka Latvija CERN organizācijai ir balts plankums un ka CERN vēlas sadarboties, bet no Latvijas puses kā valsts nav nekādas iniciatīvas. Šo informāciju nodevu Leonīdam Ribickim. Tika pieņemts lēmums sadarboties ar CERN RTU līmenī. Tas bija Latvijas un CERN sadarbības sākums. 2011. gadā arī notika pirmās diplomātiskās vizītes CERN ar mērķi noskaidrot sadarbības iespējas.

Jau 2012. gadā RTU noslēdza ar CERN līgumu par sadarbību zinātnes jomā. Tas ir diezgan unikāls līgums, jo parasti CERN slēdz līgumus ar valstīm. Cik man zināms,

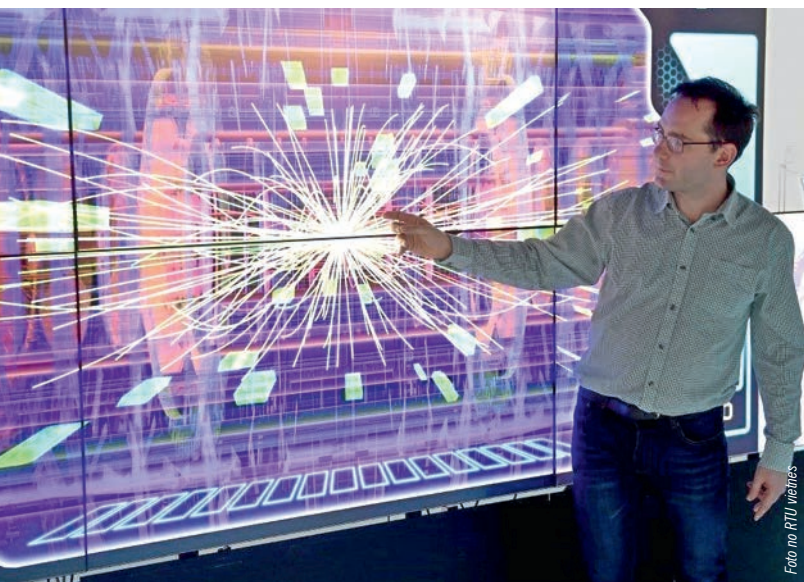


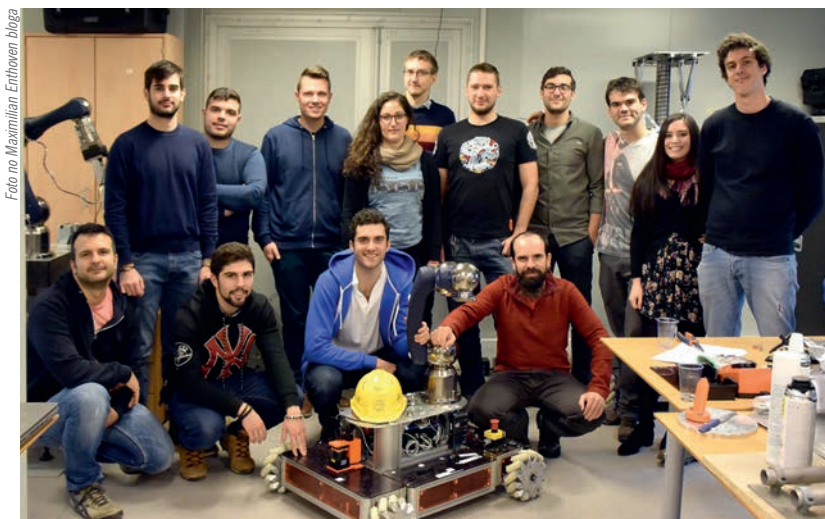
Foto no RTU veidnes

Viesturs Veckalns CERN interaktīvajā izstādē RTU telpās 2017. gada maijā

mūsu reģionā RTU ir vienīgā, kam šāds līgums ir, un tas joprojām ir spēkā. Uz šā līguma pamata CERN darbojas divi RTU doktoranti, kas izstrādā savas disertācijas. CERN secināja, ka esam varoši inženierzinātnēs, enerģētikā, arī materiālu zinātnēs, un izteica vēlmi sadarboties ciešāk. Nākamais solis bija RTU delegāciju viesošanās CERN. Tā soli pa solim notikusi sadarbības attīstība, un tagad mēs jau runājam par Latvijas kā valsts dalību. RTU šo procesu ir vilkusi kā flagmanis. Pašlaik pilnībā iesaistījusies arī Latvijas Universitāte. Medicīniskās fizikas un nukleārās medicīnas jomā iesaistās arī Rīgas Stradiņa universitāte. Iesaistās arī uzņēmēji. Bet ir jāsaprot, ka CERN ir gan zinātniska, gan politiska organizācija. Ir jānodarbojas ar diplomātiju, lai palielinātu savu iesaisti. Interesanti, ka mūsu aktivitāšu ietekmē sarosījušies arī igauņi. Mēs esam viņus “parāvuši līdz”.

Tas ir interesanti, īpaši ņemot vērā to, cik labi igauņi prot veidot savas valsts publisko attiecību aktivitātes.

Starp citu, mēs esam nodibinājuši CERN Baltijas grupu. Tas ir unikāls veidojums no astoņām universitātēm, kas nekad nav tieši sadarbojušās ne lietišķās, ne fundamentālās zinātnes jomā. Ir nolemts veidot kopīgu studiju programmu daļiņu fizikā un paštrinātāju tehnoloģijās. Bet, atgriežoties pie sadarbības aizsākumiem, mēs sākam definēt iespējamās sadarbības virzienus, kas



CERN robotikas komanda 2018. gada janvārī. Artūrs Ivanovs otrajā rindā piektais no kreisās

ietver robotiku, mašīnbūvi, metālapstrādi, elektroniku, skaitļošanu. Piemēram, RTU Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes studenta Artūra Ivanova disertācijas mērķis ir radīt robotu – sensoru sistēmu, kas spēs noteikt cilvēka dzīvības pazīmes 27 kilometrus garajā paštrinātāja tunelī. Robota uzdevums būs atrast cilvēkus, kas nomaldījušies, kam ir veselības problēmas, utt. Lieki piebilst, ka šāda tehnoloģija būtu noderīga daudzās krīzes situācijās, arī ārpus CERN. LU Cietvielu fizikas institūts ir atjaunojis darbību jomā, kas pēta detektoros, arī medicīniskajos detektoros, izmantotos kristālus. Uzņēmēju iesaistes piemērs ir uzņēmuma *Primekss* sadarbība ar CERN, piegādājot betona risinājumus.

Kādēļ uzņēmumi ir ieinteresēti sadarboties ar CERN?

Pirmkārt, iegūst paši uzņēmumi, jo, izpildot CERN pasūtījumus, var daudz ko iemācīties, iegūt jaunas spējas. Otrkārt, pat veicot nelielu CERN pasūtījumu, pēc tam visiem var stāstīt, ka esi CERN piegādātājs. Tas paver durvis uz daudz plašāku tirgu.

Kā sadarbība ar CERN sokas universitāšu un zinātnieku aprindās?

Protams, visu procesu ir atbalstījusi RTU vadība. Rektors, prorektors, fakultāšu darbinieki, jo sadarbības iespējas paveras visām RTU fakultātēm. LU sadarbībā ar CERN iesaistījies profesors Mārcis Auziņš un viņa kolēģi. RTU ir iesaistījusies arī ARIES projektā, kam ir Eiropas finansējums. Mēs strādājam pie jauna elektronu lielgabala izveides. Jau iegūti pirmie rezultāti. Izstrādājam īpašus materiālus, kas, apstrādājot ar lāzeru, nodrošina to, ka



PATLABAN NORIT DARBS PIE TĀ, LAI LATVIJA KĻŪTU PAR CERN ASOCIĒTO DALĪBVALSTI. TAS IR PIRMAIS SOLIS CEĻĀ UZ PILNVĒRTĪGU DALĪBVALSTS STATUSU.

virsmā ir ļoti līdzena. Šādi materiāli nepieciešami paātrinātāju izveidei. Latvijas virzībā uz CERN jāuzteic Izglītības un zinātnes ministrija. Bez bijušā ministra Kārļa Šadurska un ministrijas komandas atbalsta mēs nebūtu tikuši tik tālu kā tagad. Starp Latviju un CERN ir noslēgts zinātniskās un tehniskās sadarbības līgums. Tas jau ir valsts līmeņa sadarbības līgums zinātnes jomā ar šo organizāciju.

Vai jūs esat CERN darbinieks?

Es esmu CERN zinātniskais līdzstrādnieks. Esmu RTU profesors, kas CERN "aizdots" uz laiku. Man ir divi uzdevumi. Pirmais – es runāju ar zinātnisko grupu vadītājiem. Viņu CERN ir daudz, un tas ir interesants darbs. Sarunu mērķis ir atrast tehnoloģijas, kas ir izstrādātas un ko ir vērts nodot tālāk industrijai. No šīm sarunām iegūst arī Latvija, jo varam saņemt informāciju par to, kas notiek CERN. Otrs uzdevums – esmu *de facto* Latvijas pārstāvis CERN. Nodarbojos ar valsts virzību uz dalību CERN un meklēju sadarbības iespējas mūsu zinātniekiem. Algu man maksā RTU. Nelielu uzturēšanās pabalstu

saņemu arī no CERN. Es neesmu CERN štata darbinieks, jo tāds nevaru būt, kamēr Latvija nav CERN dalībvalsts.

Kā veicas ar dalībvalsts statusa iegūšanu?

Patlaban norit darbs pie tā, lai mēs kļūtu par asociēto dalībvalsti. Tas ir pirmais solis ceļā uz pilnvērtīgu dalībvalsts statusu. Ir trīs kritēriji, kam šajā procesā ir nozīme. Vajadzīga politiskā griba valstī, ir jābūt industrijai, kas ir spējīga piegādāt CERN

augstas tehnoloģijas, un paņēmumi daļiņu fizikā. Latvijā šī kompetence ir, bet ļoti izkliedēta. Trešais mums ir jārada. Bet te mums ir plāns. Ir nodibināts RTU Augstas enerģijas daļiņu fizikas un paātrinātāju tehnoloģiju centrs. Es esmu šā centra direktors. Centra galvenais uzdevums ir radīt šo Latvijas zinātnieku kopienu. Notiek darbs pie studiju programmām, veidojas sadarbība ar CERN Baltijas grupas ietvaros u. c.

Kā Latvijā ir ar daļiņu paātrinātājiem? Piemēram, ir dzirdēts par Salaspils ciklotrona projektu.

Liels paātrinātājs mums sā milzu naudu. Viena valsts šādu projektu var realizēt ar grūtībām vai nevar vispār. Cita lieta ir specifiski paātrinātāji, piemēram, medicīnas vajadzībām. Te arī Latvijai ir



Izstāde CERN – zinātnes paātrinātājs 2018. gada maijā

iespējas. Viena no tehnoloģijas jomām, ko attīsta CERN, ir tieši šādi medicīniskie paātrinātāji. Tas būtu Baltijas līmeņa projekts. Mēs vēlamies, lai reāli “dzelži” ir arī pie mums. RTU jau ir izstrādāta piemērota elektronika – vadības bloki. CERN norit darbs arī pie kravas konteineru lieluma un rakstāmgalda lieluma lineāro paātrinātāju izveides. Starp citu, viens ciklotrons Latvijā jau ir – Nukleārās medicīnas centrā. Tajā ražo izotopus vēža ārstēšanai.

Un nav jau tā, ka Latvijā nekā nav bijis. LU ir veikuši pētījumus paātrinātāju jomā. Un tīri tehniski Latvijā vēl arvien ir daudz elektronu paātrinātāju – kineskopa televizori un vecie datoru monitori. Viens paātrinātājs, kas Latvijā būs, taps Rīgas kuģu būvētavā. Vienā no dokiem

dzinēja izplūdes traktā tiks uzstādīts elektronu paātrinātājs, lai attīrītu kuģu izplūdes gāzes. CERN – tā ir iespēja Latvijai gan fundamentālā, gan pielietojamā zinātnē.

Kādi ir nākamie soļi?

Turpinām paplašināt zinātnisko un industriālo sadarbību. Tiek strādāts pie Latvijas iestāšanās dokumentācijas ar mērķi kļūt par CERN asociēto valsti. Tiek stiprināta Latvijas augstas enerģijas fizikas kompetence, jo īpaši iesaistoties CMS eksperimentā un strādājot pie jaunas starptautiskas augstas enerģijas fizikas un paātrinātāju tehnoloģiju doktorantūras studiju programmas izveides. Svarīga ir Latvijas zinātnisko institūciju iesaiste CERN Baltijas grupas darbā un reģionālā sadarbība kopīgos CERN projektos. 🚀

Foto no RTU vēstnes



Ministru prezidente Māra Kučinskā tikšanās ar CERN ģenerāldirektori Fabiolu Džanoti 2018. gada janvārī

CERN – TĀ IR IESPĒJA LATVIJAI
GAN FUNDAMENTĀLĀ, GAN
PIELIETOJAMĀ ZINĀTNĒ.

”

Zīmīgākie notikumi

Saīsināti pēc RTU žurnāla *Innovation* datiem

2012. gada oktobrī CERN paraksta sadarbības līgumu ar RTU.

2015. gada novembrī RTU paraksta saprašanās memorandu ar CERN par dalību Nākotnes daļiņu paātrinātāja (FCC – *The Further Circular Collider*) izpētes projektā.

2016. gada oktobrī izglītības un zinātnes ministrs Kārlis Šadurskis un CERN ģenerāldirektore Fabiola Džanoti (*Gianotti*) paraksta Latvijas Republikas valdības un CERN līgumu par zinātnisko un tehnisko sadarbību augstas enerģijas daļiņu fizikā.

2017. gada maijā CERN padomei tiek nosūtīta Ministru prezidenta Māra Kučinskā vēstule, izsakot vēlmi kļūt par CERN dalībvalsti, pirms tam kļūstot par CERN asociēto valsti.

2017. gada septembrī ar RTU senāta lēmumu izveidots RTU Augstas enerģijas daļiņu fizikas un paātrinātāju tehnoloģiju centrs.

2017. gada decembrī RTU un LU konsorcijs kļūst par CERN eksperimenta CMS biedru.

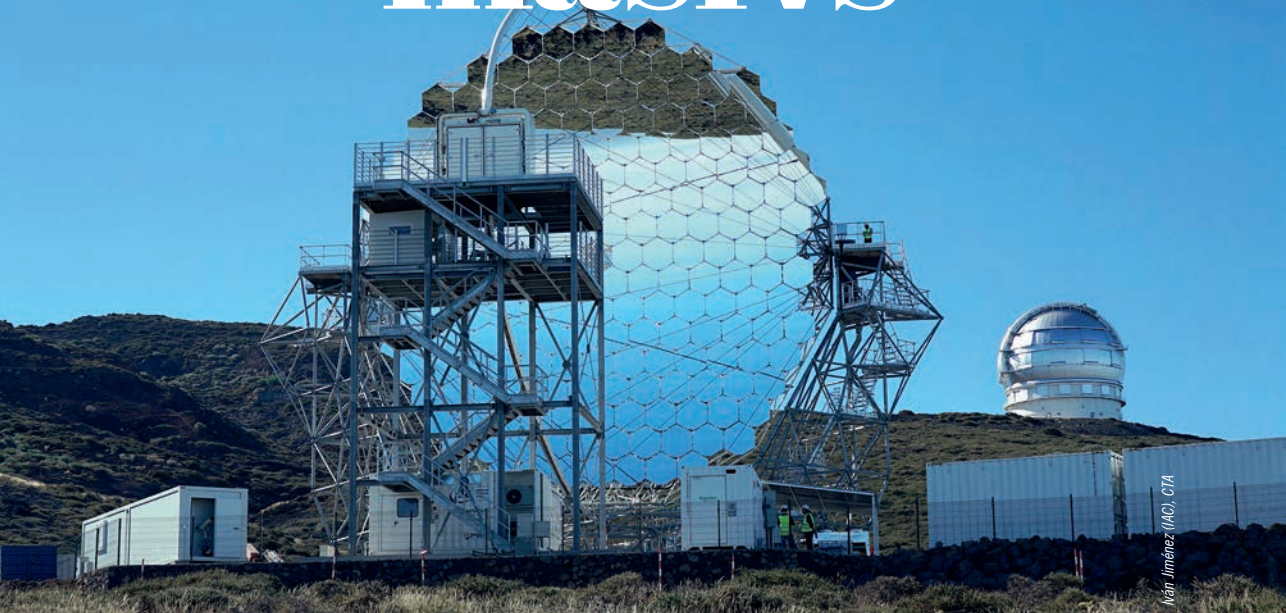
2018. gada februārī valdība deleģē Izglītības un zinātnes ministriju izstrādāt Latvijas valdības un CERN līgumprojektu par Latvijas pievienošanos CERN asociētās pirmsdalībvalsts statusā.

2018. gada maijā Latvijas, Igaunijas un Lietuvas augstskolas oficiāli nodibina Baltijas grupu, kas sadarbosies ar CERN.

2018. gada maijā RTU sadarbībā ar Izglītības un zinātnes ministriju organizē izstādi *CERN – zinātnes paātrinātājs*.

2019. gada martā RTU sadarbībā ar LU sāk veidot doktora studiju programmu *Augstas enerģijas daļiņu fizika un paātrinātāju tehnoloģijas*.

Top pasaules Čerenkova teleskopu masīvs



Iván Jiménez (AC), CTA

2018. gada oktobrī darbu sāka Čerenkova teleskops LST-1 Lapalmas salā. Tas veido daļu no CTA ziemeļu puslodes teleskopu grupas

Viens no aktuāliem un globāliem astronomiskās infrastruktūras projektiem ir Čerenkova teleskopu masīvs (*Cherenkov Telescope Array, CTA*), kas ne vēlāk kā 2025. gadā sāks darbu kā pilnvērtīga virszemes gamma staru observatorija. CTA būs vislielākā līdz šim izveidotā gamma staru observatorija ar 19 teleskopiem ziemeļu puslodē un 99 teleskopiem dienvidu puslodē. Ziemeļu puslodē teleskopu mājvieta bija izvēlēta jau samērā sen,

tā būs Kanāriju Astrofizikas institūta (*Instituto de Astrofísica de Canarias*) Roke de los Mučāchos observatorijā (*Observatorio del Roque de los Muchachos*), kur kopš 2004. gada jau norit darbs ar Čerenkova teleskopiem. Savukārt par mājvietu dienvidu puslodē gala lēmums tika pieņemts samērā nesen, 2018. gada nogalē. ESO ziņojums presei eso 1841 liecina, ka tā būs Čilē, ļoti astronomiskā vietā – aptuveni 11 kilometru attālumā no ESO VLT teleskopa Paranal kalnā un

16 kilometru no būvniecības stadijā esošā ELT teleskopa Armazones kalnā. 2019. gada martā sekoja ESO ziņojums presei ann19013 par to, ka ESO kļūst arī par CTA projekta akcionāru.

Dienvidu puslodes teleskopu grupā būs četri liela izmēra teleskopi (diametrs 23 m), 25 vidēja izmēra (diametrs 12 m) un 70 maza izmēra teleskopi (diametrs 4 m). Teleskopu atšķirīgais izmērs atbilst uztveramo elementārdaļiņu enerģijas līmenim. Mazāko teleskopu jutība

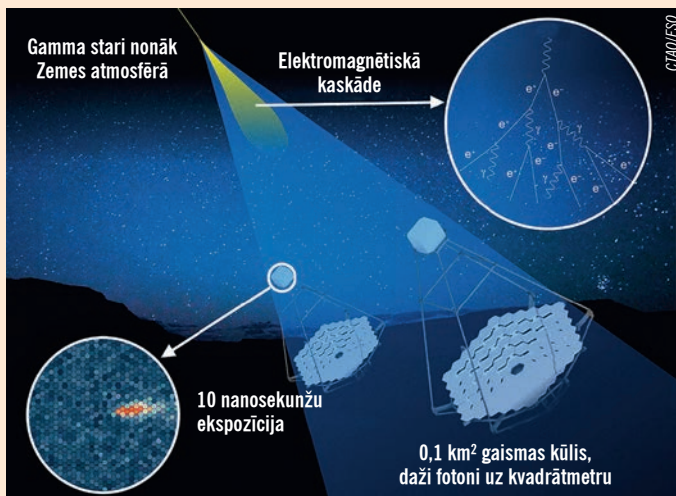
būs 5 TeV – 300 TeV diapazonā, vidējiem 150 GeV – 5 TeV, bet lieli teleskopi spēs reģistrēt elementārdaļiņu pēdas ar mazāku – 20 GeV – 150 GeV – enerģiju. Ar Čerenkova teleskopu masīvu pētīs lielas enerģijas daļiņu nozīmi dažādos kosmiskos avotos, meklēs tumšās matērijas daļiņu sabrukšanas efektus un pat mēģinās konstatēt atkāpes no Einšteina speciālās relativitātes teorijas. CTA reģistrēs daļiņas, kuru enerģija ir pat lielāka nekā tām, kurās rada CERN Lielais hadronu paātrinātājs (13 TeV).

Zemes līmenī Čerenkova uzliesmojuma gaismas kaskāde noklāj laukumu ar diametru līdz 250 metriem, tomēr uzliesmojums ilgst tikai dažas sekundes miljardās daļas, un tas ir pārāk vājš, lai to novērotu ar neapbruņotu aci. Tāpēc Čerenkova teleskopiem ir svarīgs liels gaismas savākšanas laukums un īpaši jutīgi gaismas uztvērēji. Teleskopi būs vaļēja tipa – spoģuļi nebūs īpaši pasargāti no atmosfēras apstākļiem, tie būs no stikla ar atstarojošu alumīnija slāni.

Līdzīgi kā citas mūsdienu observatorijas, CTA radīs lielu datu apjomu, kuru astronomiem un datorzinātniekiem būs jāspēj efektīvi apstrādāt. No teleskopiem plūdis pastāvīga datu plūsma no 2 gigabitiem/sekundē (mazie teleskopi) līdz 24 gigabitiem/sekundē. Prognozēts, ka, neraugoties uz lieko datu atmešanu, pirmo piecu gadu laikā tiks uzkrāti 100 petabaiti informācijas. 🌟

Kā darbojas Čerenkova teleskops

Čerenkova teleskops strādā pēc cita principa nekā optiskie teleskopi vai radioteleskopi. Zvaigžņu un galaktiku vietā tie novēro Zemes atmosfērā radušos uzliesmojumus, kurus ierosinājis kosmiskais gamma starojums. Gamma stari mijiedarbojas ar Zemes atmosfēru, radot elementārdaļiņu un gamma staru kaskādi. Standarta apstākļos gaismas ātrums atmosfērā ir par 0,03% mazāks nekā vakuumā, tomēr kaskādē esošās īpaši augstas enerģijas elementārdaļiņas (elektroni un pozitroni) var pārvietoties ātrāk nekā gaisma atmosfērā (nē, Einšteina speciālā relativitātes teorija nav pārkāpta), radot uzliesmojumu, ko par godu krievu zinātniekam Pāvelam Čerenkovam sauc par Čerenkova starojumu. Uzliesmojums pēc savas fizikālās dabas ir līdzīgs triecienvilnim, ko rada virsskaņas lidmašīna, tikai šajā gadījumā rodas gaisma, nevis skaņa. Teleskopu mērķis ir reģistrēt šos uzliesmojumus, pēc kuriem var restaurēt informāciju par gamma starojuma avotiem.

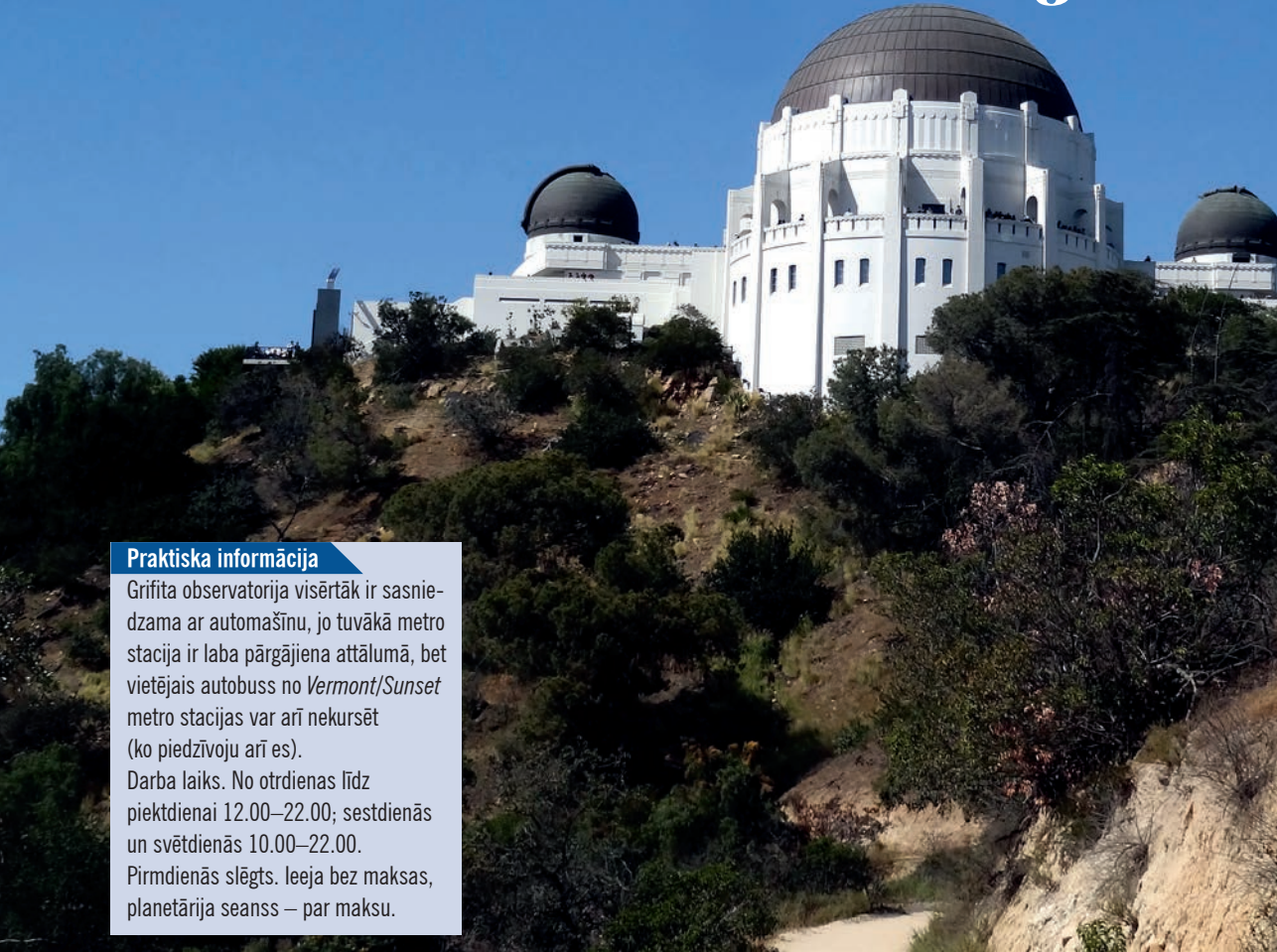


Čerenkova starojums un tā uztveršana



CTA teleskopu dažādu izmēru modeļu virtuāla parāde

Grifita observatorija



Praktiska informācija

Grifita observatorija visērtāk ir sasniedzama ar automašīnu, jo tuvākā metro stacija ir laba pārgājiena attālumā, bet vietējais autobuss no *Vermont/Sunset* metro stacijas var arī nekursēt (ko piedzīvoju arī es).

Darba laiks. No otrdienas līdz piektdienai 12.00–22.00; sestdienās un svētdienās 10.00–22.00.

Pirmdienās slēgts. Ieeja bez maksas, planetārija seanss – par maksu.

Skats uz Grifita observatoriju no kalna pakājes

Domāju, nekļūdišos, ja teikšu, ka vairāku mām Losandželosas (ASV) viesu galvenā interese ir uz attāla pakalna saskatīt uzrakstu HOLLYWOOD, izbaudīt slavenos izklaides parkus un

apmeklēt ar filmām saistītas vietas. Taču ir vērts ieplānot arī Grifita observatorijas (*Griffith Observatory*) apmeklējumu, no kuras ne tikai paveras labs skats uz slaveno zīmi un Losandželosas centru, bet arī pieejams kvalitatīvs

planetārijs un ar astronomiju saistīta ekspozīcija. 20. gadsimta 30. gados *Art Deco* stilā būvētajā ēkā ir divi teleskopu paviljoni un izstāžu telpas vairākos līmeņos. Fuko svārsts, Teslas spole, meteorīti, krāšņa informācija par



Martina Čilla, foto.



Observatorijas apmeklētāji Art Deco gaisotnē vēro Fuko svārstu

Saules sistēmu, seismogrāfi, Saules attēls “dzīvajā”, aptumsumu simulācija, teleskopu modeļi – tās ir tikai dažas no lietām, ko te var aplūkot. Neskaitot planetāriju, ir zāle, kurā notiek gan eksperimentu šovi, gan lekcijas.

Tiesa, vārds “observatorija” ir savā ziņā mānīgs, kā daudz kas Holivudā. Zinātniskā darbība šajā ēkā nenotiek, un tikpat labi to varētu saukt par planetāriju vai izziņas centru. Grifita observatorija ir pavīdējusi vairākos

desmitos kinofilmu, kā arī ir iecienīta vieta dažādiem saviesīgiem pasākumiem, arī mana apmeklējuma laikā te bija izveidotas kādas svētku dekorācijas, kuru dēļ nevarēju apskatīt vienu no saules pulksteņiem. 🌞



JURIS SEŅŅIKOVS

SUDRABAINIE MĀKONI, virs Lielupes



Sudrabainos mākoņus esmu redzējis jau sen. Tomēr tieši tad, kad pirms sešiem gadiem tos pirmo reizi nofotografēju, man iepatīkās vērot sudrabainos mākoņus vasaras vakaros, kad vien ir brīvs laiks un kad vien tie ir redzami. 2018. gadā naktī no 22. uz 23. jūniju bija vērojami vieni no spožākajiem un izteiksmīgākajiem sudrabainajiem mākoņiem, kādus esmu redzējis. Tie atradās ne tikai ziemeļu pusmalē, bet pacēlās vismaz 45 loka grādus virs horizonta.

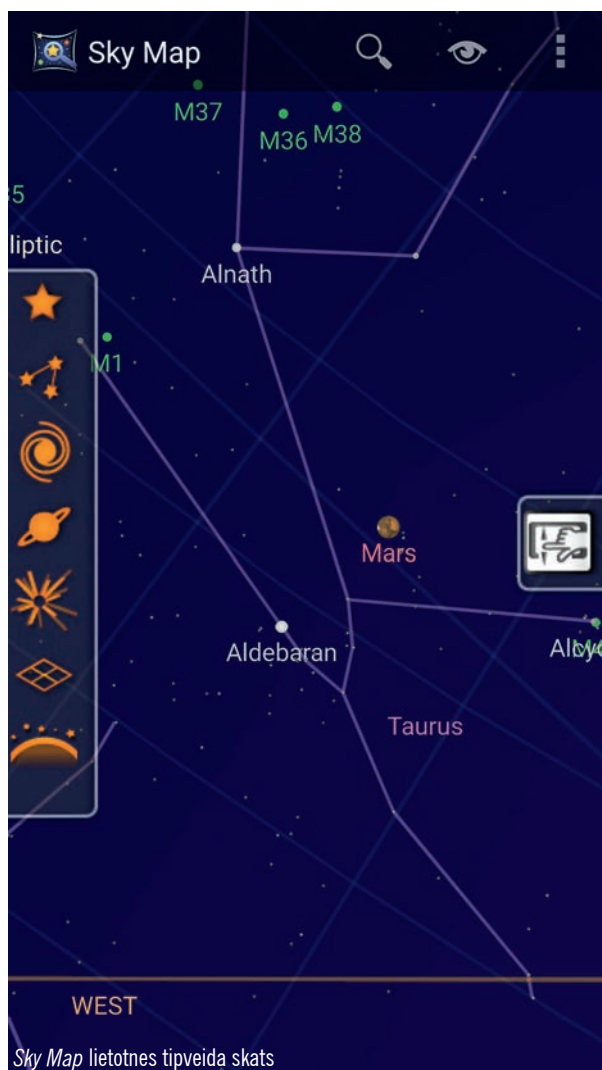
Attēls uzņemts Lielupes krastā Jelgavā. Fotografēts ar Nikon D750 spoguļkameru un Nikon 24-120 mm f/4 objektīvu



DEBESS KARTE



bez piedevām



Sky Map lietotnes tipveida skats

Ekānuzņēmums

Kad pie debess iemirdzas kāds spīdekļis, reizēm rodas jautājums, kas tas īsti ir. Vai arī – kur pie debess meklēt Jupiteru? Īpaši aktuāli tas ir reizēs, kad sanāk aizlidot uz kādu attālu zemi, kur debess atšķiras no Latvijā redzamās. Viens no veidiem, kā to ātri uzziņāt, – izmantot mobilo lietotni *Sky Map*. Kad pirms vairākiem gadiem autors to instalēja pirmo reizi, tā bija ar *Google* ražotāja zīmi, bet tagad tas ir atvērta koda projekts. Pēdējos gados funkcionālas izmaiņas lietotnē nav novērotas, tomēr iespēju komplekts dod galveno – operatīvi saprast, kas kur atrodas. Ja telefonā ir ieslēgta ģeolokācija, programma automātiski izmanto informāciju par novērotāja atrašanās vietu, datumu un laiku. Atrašanās vietu var norādīt arī manuāli. Galvenais un vislabākais, ko dara šī programma, ir debess kartes attēlošana tajā virzienā, kur šobrīd vērstas telefona skats. Pašam nav jānosaka debess puses, laiks u. c. Zvaigžņu kartēs nav sevišķi daudz detaļu, bet ir, piemēram, Mesjē kataloga objekti. Viena no lietošanas neērtībām – attēla raustīšanās, ja telefonu tur nekustīgi. Tā vien šķiet, ka nav izlīdzināti trokšņu (nelielu kustību) dati no telefona akselerometra un žiroskopa sensoriem. Kā to varēja sagaidīt, *Sky Map* ir arī nakts redzamības režīms, tad debess karte ir tumši sarkana. Pieejama tikai *Android* ierīcēm. 🌌

Invariantu metode – KRĀSOŠANA

Ir daudz matemātikas uzdevumu, kuros prasīts noskaidrot, vai, izpildot noteiktas operācijas, var iegūt norādīto rezultātu. Lai iegūtu atrisinājumu, var mēģināt likt lietā invariantu metodi. Ar vārdiem “invarianta īpašība” apzīmē īpašību, kas kādā procesā saglabājas, nemainās. Piemēram, vienas rokas pirkstu skaits ir invariants lielums. Skaitot mēs kādu pirkstu nosaucam par pirmo, kādu par otro utt. Vairākas reizes skaitot, skaitīšanu var veikt citā secībā, tomēr skaitīšanas rezultāts nebūs atkarīgs no tā, kādā secībā skaitīs pirkstus.

Invariantu metodi var izmantot arī uzdevumos par figūru sagraiešanu vai salikšanu. Šādos gadījumos bieži tiek izmantota iekrāsošana. Galvenais šāda tipa uzdevumos ir atrast tādu iekrāsošanas veidu, lai rastos pretruna – iekrāsoto rūtiņu skaits lielajā figūrā atšķirtos no kopējā iekrāsoto rūtiņu skaita mazajās figūrās. Rūtiņas var iekrāsot dažādi. Visbiežāk tiek lietota iekrāsošana pēc šaha galdiņa principa, taču rūtiņas pēc nepieciešamības var iekrāsot arī, piemēram, joslās, diagonālēs vai vispār atrast kādu citu iekrāsošanas veidu. 🏹

Vairāk par invariantu metodi lasiet:

1. A. Andžāns, A. Reihnova, L. Ramāna, B. Johannessons. Invariantu metode. Rīga, 1997. http://nms.lu.lv/wp-content/uploads/2014/05/mat_intvarianti.pdf
2. Teorijas materiāls, gatavojoties novada un atklātajai matemātikas olimpiādei 2014./2015. mācību gadā http://nms.lu.lv/wp-content/uploads/2015/06/Invariantu_metode_olimp_1415.pdf
3. LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skola <http://nms.lu.lv/biblioteka/uzdevumu-krajumi/> Uzdevumu krājumu beigās dots uzdevumu sadalījums pa tēmām, kur var sameklēt papildu uzdevumus par iekrāsošanu.

Atklātā matemātikas olimpiāde, 5. klase, 2014./2015. mācību gads

1. Vai taisnstūri ar izmēriem 6×10 rūtiņas var pārklāt ar vienu 1. attēlā redzamo figūru un 28 figūrām, kādas redzamas 2. attēlā? Figūras drīkst pagriezt, bet tās nedrīkst pārklāties un iziet ārpus taisnstūra.



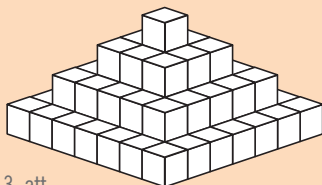
1. att.



2. att.

Atklātā matemātikas olimpiāde, 9. klase, 2014./2015. mācību gads

2. Tornis ir salikts no vienības kubiņiem, kur katra kubiņa izmērs ir $1 \times 1 \times 1$. Apakšējā slānī ir 7×7 kubiņi. Otrs slānis ir novietots virs pirmā slāņa centrālās daļas, tajā ir 5×5 kubiņi. Trešajā slānī, kas novietots apakšējās daļas centrā, ir 3×3 kubiņi, un augšā centrā ir 1 vienības kubiņš (skat. 3. att.). Vai šo torni var salikt no blokiem ar izmēriem $1 \times 1 \times 3$?



3. att.

Atklātā matemātikas olimpiāde, 12. klase, 2014./2015. mācību gads

3. Taisnstūrim ar izmēriem 10×10 rūtiņas izgriezta visas četras stūra rūtiņas. Vai iegūto figūru var pārklāt ar vienu 4. attēlā redzamo figūru un 23 figūrām, kas redzamas 5. attēlā? Figūras drīkst būt pagrieztas vai apgrieztas spoļat-tēlā, bet nedrīkst pārklāties un iziet ārpus lielās figūras.



4. att.



5. att.



Ints Ķešāns gatavojas lekcijai

Ulita Pīlmes foto

Vai tur augšā kāds ir?

SAULAINĀ UN SILTĀ 2019. GADA 13. APRĪĻA PĒCPUSDIENĀ STARSPACE OBSERVATORIJĀ SUNTAŽOS PULCĒJĀS JAUNI UN VECI, LAI KOPĀ AR DAŽĀDU NOZARU EKSPERTIEM DISKUTĒTU PAR DZĪVĪBU VISUMĀ, KAS BIJA IZVĒLĒTA KĀ 21. ZVAIGŽŅU VĒROTĀJU SALIDOJUMA JEB STARPARTY TĒMA.

Lai arī dzīvības meklējumi tuvākos un tālākos Visuma nostūros notiek jau kādu laiku, tie pagaidām nav vainagojušies ar rezultātiem. Ir grūti noticēt, ka Zeme ir vienīgā apdzīvotā planēta, bet līdz šim nav izdevies atklāt citus dzīvus organismus nedz Saules sistēmā, nedz ārpus tās robežām.

Kāda ir dzīvība uz Zemes, un kādas norādes tā sniedz par vietām, kur mēs varētu cerēt atrast Zemes organismiem līdzīgas būtnes? Cik īpašs ir mūsu Visums, un vai tas patiesi ir pielāgots dzīvībai? Uz šiem un vēl daudziem citiem jautājumiem atbildes palīdzēja rast lektori gan lekciju laikā, gan starplaikos, kad

ikvienam bija iespējams ne tikai teorētiski apspriest dzīvību, bet arī to izbaudīt, vērojot lauku sētas iemītniekus.

Pirmās lekcijas laikā LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes asociētā profesore Solvita Rūsiņa iepazīstināja klausītājus ar bioloģisko daudzveidību. Jaunākie zinātniskie pētījumi liecina, ka

sugu daudzveidība uz Zemes sarūk. Vai ir sākusies sesto masu izmiršana? Vai tās iemesls ir cilvēka darbība? Kamēr pārliecināties atbildes uz šiem jautājumiem vēl nav, Solvita Rūsiņa pastāstīja klātesošajiem, kā iespējams saglabāt bioloģisko daudzveidību savā apkārtnē un kā veicināt tās saglabāšanu, mainot savu ikdienas paradumus.

LU Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūta vadošais pētnieks Jānis Liepiņš atklāja klausītājiem dzīvības pastāvēšanas pamatnosacījumus, kā visdažādākie organismi uz Zemes pielāgojas apstākļiem, kuros, šķiet, dzīvība nevarētu pastāvēt. No melnajiem skursteņiem okeānu dziļēs līdz Černobiļas reaktora tvertnei – dzīvie organismi ir pielāgojušies augstai radiācijai, zemi temperatūrai un lielum spiedienam. Noklausoties Jāņa Liepiņa lekciju, bija skaidrs, ka dzīvība ne tikai spēj pastāvēt neiedomājamās vietās, bet tā spētu pārvietoties pat starpplanētu un starpzvaigžņu telpā. Iespējams, ka organismi, kas mājā Saules sistēmā, nav “vietējie”.

Par to, kur Saules sistēmā un ārpus tās meklēt dzīvību, pastāstīja LU Astronomijas institūta pētnieks Ilgonis Vilks. Viņa lekcijā aktīvi jautājumus uzdeva pat visjaunākie apmeklētāji, kuri lekciju starplaikā izmantoja izdevību, lai jaunākajā Ilgoņa Vilka grāmatā *Visums. Ceļvedis* saņemtu autora autogrāfu. Ir skaidrs, ka vietu, kur varētu pastāvēt mikroskopiskas dzīvības

formas, netrūkst nedz Saules sistēmā, nedz uz daudzajām planētām, kas ir atklātas ap citām zvaigznēm. Vai “tur ārā” mājā arī saprātīgas, kontaktēties spējīgas civilizācijas? Tas ir jautājums, uz kuru zinātnieki cer iegūt atbildi, meklējot Zemei līdzīgas planētas, analizējot to atmosfēras sastāvu, kā arī cenšoties sazināties ar iespējamajiem saprāta brāļiem.

StarParty noslēgumā uz diskusiju par Visuma konstantēm aicināja astronomijas entuziasts Ints Ķešāns. Izrādās, ka Visums, kādu mēs to pazīstam, ir apbrīnojami precīzi noregulēts. Dažas konstantes ir tik precīzas, ka pat visnecīgākās izmaiņas uz vienu vai otru pusi nozīmētu, ka Visums nebūtu izveidojies. Vienā gadījumā nespētu izveidoties atomi, citā tie apvienotos tik agresīvi, ka Visumā pastāvētu tikai smagie elementi.

Kādas citas konstantes variācijas izraisītu vai nu Visuma absolūtu viendabīgumu un zvaigžņu un galaktiku neesamību, vai tik strauju atkalpvienošanos jeb kolapsu, ka Visums beigtu pastāvēt īsu mirkli pēc tā piedzimšanas. Kādēļ konstantes ir tik precīzi noregulētas? Vai tā ir nejaušība, varbūt aiz šīs precizitātes ir kāds augstāks spēks?

Diskusijas par dzīvību un ar to saistītajiem jautājumiem droši vien varētu turpināties līdz pat rīta gaismai, ja vien nevilinātu Mēness, kas spoži spīdēja pie skaidrajām debesīm. Zemes pavadoņa iespaidīgos krāterus varēja aplūkot gan observatorijas lielajā teleskopā, gan kāda apmeklētāja atvestajā instrumentā. 🌿

Uz tikšanos
rudens *StarParty* pasākumā
7. septembrī!

Ulda Pihnes foto



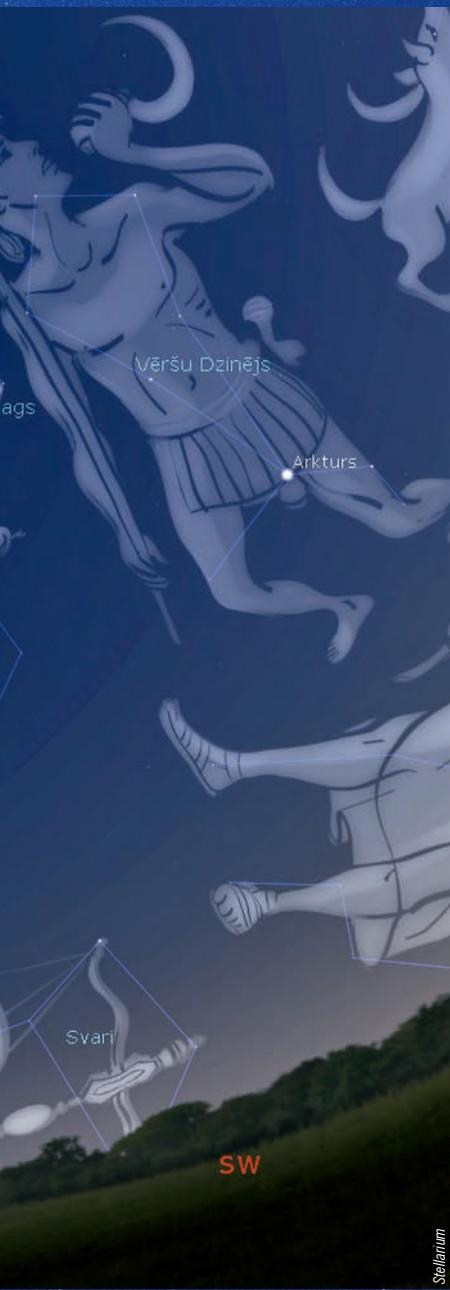
StarParty apmeklētāji ieklausās Solvitas Rūsiņas stāstījumā

DEBESS SPĪDEKLĪ 2019. gada vasarā



Zvaigznāji, kas redzami vasaras vakaros debess dienvidu pusē

D



Vasaras saulgrieži un astronomiskās vasaras sākums 2019. gadā būs 21. jūnijā plkst. 18^h54^m, kad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♉). Tātad patiesā Jāņu nakts šogad būs no 21. uz 22. jūniju. 5. jūlijā plkst. 1^h Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā). Tad attālums būs 1,01675 astronomiskās vienības. Rudens ekvinoxija un astronomiskās vasaras beigas būs 23. septembrī plkst. 10^h50^m. Šajā brīdī Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), diena un nakts tad būs aptuveni vienādi garas.

Vasaras pirmajā pusē redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runa. Tad orientēties var pēc dažām spožākajām zvaigznēm – Vegas (Liras α), Deneba (Gulbja α) un Altaira (Ērgļa α), kuras veido t. s. vasaras trijstūri. Vēl vairākas spožas zvaigznes ir Skorpiona zvaigznājā, bet tās mūsu platumā grādos ir grūti novērojamas, jo pat kulminācijā ir ļoti zemu pie horizonta.

Turpretī vasaras otrajā pusē var iepazīties un aplūkot Čūsku, Herkulesu, Ziemeļu Vainagu, Čūsknesi, Bultu,

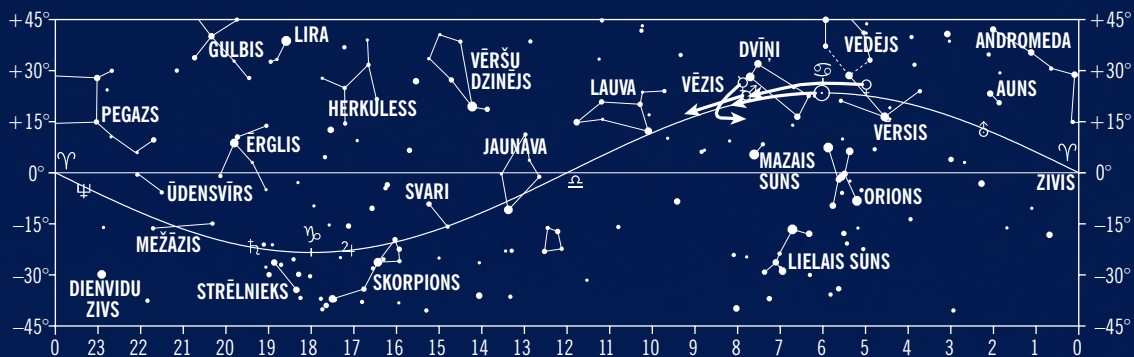
Lapsiņu, Strēlnieku, Mežāzi, Delfinu un Mazo Zirgu. Siltās un pietiekami tumšās nakts tad ir labvēlīgas debess dziļu objektu novērošanai: Herkulesa zvaigznājā lodveida zvaigžņu kopas M13 un M92; Čūskas un Čūskneša zvaigznājos lodveida kopas M5, M10 un M12; Liras zvaigznājā planetārais miglājs M57; Lapsiņas zvaigznājā planetārais miglājs M27; Strēlnieka zvaigznājā miglāji M8, M17 un M20.

Interesanta dabas parādība vasaras naktīs ir sudrabainie mākoņi. Ziemeļu pusē krēslas segmenta zonā šad tad var redzēt gaišas svītras, joslās, viļņus, virpuļus. Tie tad arī ir augstākie (80–85 km) un caurspīdīgākie atmosfēras mākoņi – sudrabainie mākoņi. Jūlija beigas un augusta pirmā puse ir ļoti piemērota meteoru novērojumiem. Tad pavisam neilgā laikā var cerēt ieraudzīt kādu no “krītošajām zvaigznēm”.

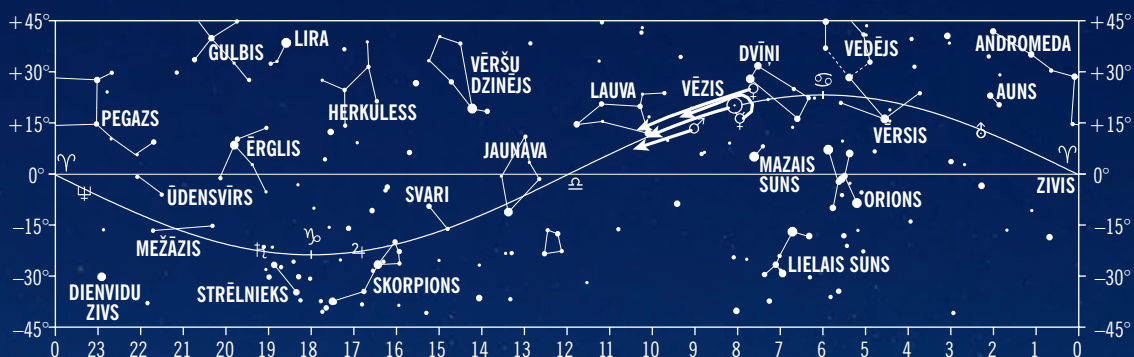
PLANĒTAS

Vasaras sākumā **Merkuram** būs liela austrumu elongācija – 24. jūnijā Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (25°). Tomēr jūnija beigās un jūlija sākumā tas tik

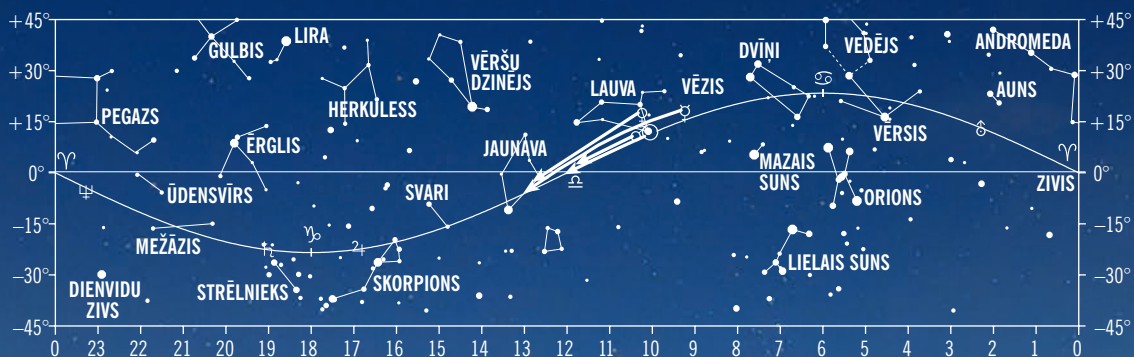
”
INTERESANTA DABAS PARĀDĪBA
VASARAS NAKTĪS IR SUDRABAINIE MĀKOŅI,
AUGSTĀKIE UN CAURSPĪDĪGĀKIE MĀKOŅI
ZEMES ATMOSFĒRĀ.



21.06.2019.–22.07.2019.

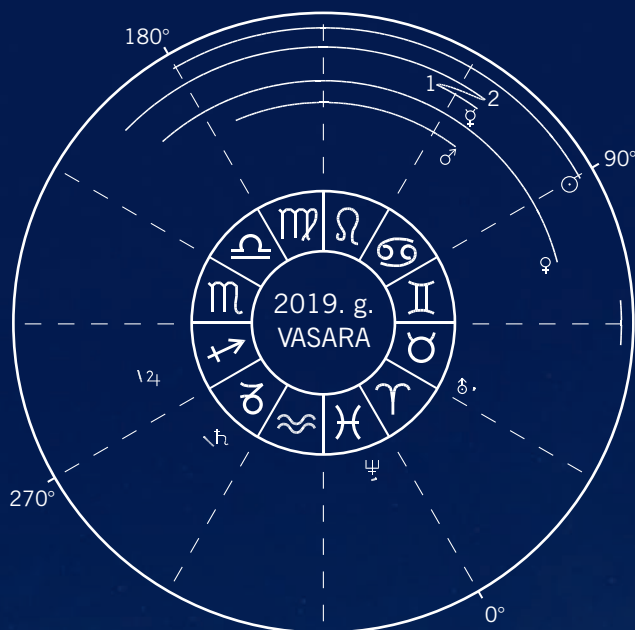


22.07.2019.–22.08.2019.



22.08.2019.–23.09.2019.

Saules šķietamais ceļš 2019. gada vasarā kopā ar planētām



☉ – Saule – sākuma punkts 21.06. 0^h, beigu punkts 23.09. 0^h (Šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

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

1 – 8. jūlijs 4^h
2 – 1. augusts 7^h

Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs



Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

- Jauns Mēness: 2. jūlijā 22^h16^m
1. augustā 6^h12^m
30. augustā 13^h37^m
- ☾ Pirmais ceturksnis: 9. jūlijā 13^h55^m
7. augustā 20^h31^m
6. septembrī 6^h10^m
- Pilns Mēness: 17. jūlijā 0^h38^m
15. augustā 15^h29^m
14. septembrī 7^h33^m
- ☾ Pēdējais ceturksnis: 25. jūnijā 12^h46^m
25. jūlijā 4^h18^m
23. augustā 17^h56^m
22. septembrī 5^h41^m

Mēness kustība zodiaka zīmēs

Marc Carnicé, Pixabay

un tā praktiski nebūs novērojams, jo rietēs drīz pēc Saules un būs ļoti gaišas naktis.

21. jūlijā Merkurs atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī jūlijā un augusta sākumā tas nebūs redzams. Tomēr jau 10. augustā Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (19°). Tāpēc, sākot apmēram ar 5. augustu un līdz 20. augustam, Merkurs būs novērojams rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta austrumu pusē. 4. septembrī Merkurs atradīsies augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc augusta beigās un līdz pat vasaras beigām tas nebūs redzams. 4. jūlijā plkst. 12^h Mēness paies garām $2,5^\circ$ uz augšu, 31. jūlijā plkst. 6^h 4° uz augšu un 30. augustā plkst. 5^h 1° uz augšu no Merkura.

2019. gada vasara būs ļoti nelabvēlīga **Veneras** novērošanai. Visu vasaru tai būs maza elongācija – 14. augustā tā būs augšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc Venera visu šo laiku nebūs redzama. 2. jūlijā plkst. 0^h Mēness paies garām 2° uz leju, 31. jūlijā plkst. 23^h $0,3^\circ$ uz leju

un 30. augustā plkst. 21^h 2° uz augšu no Veneras.

2. septembrī **Marss** atradīsies konjunktijā ar Sauli. Tāpēc visu vasaru tas atradīsies mazā leņķiskā attālumā (elongācijā) no Saules un praktiski nebūs novērojams. 4. jūlijā plkst. 8^h Mēness paies garām $0,5^\circ$ uz augšu, 1. augustā plkst. 23^h 1° uz augšu un 30. augustā plkst. 15^h 2° uz augšu no Marsa.

Pašā vasaras sākumā un jūlija pirmajā pusē **Jupiteris** būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums šajā laikā būs $-2^m,6$. Jūlija otrajā pusē un augusta pirmajā pusē Jupiteru varēs novērot nakts pirmajā pusē. Augusta otrajā pusē un septembrī tas būs redzams vakara stundās. Spožums septembra vidū būs $-2^m,1$. Visu vasaru Jupiteris atradīsies Čūskneša zvaigznājā. 13. jūlijā plkst. 23^h Mēness paies garām $1,5^\circ$ uz augšu, 10. augustā plkst. 2^h 2° uz augšu un 6. septembrī plkst. 10^h $1,5^\circ$ uz augšu no Jupitera.

9. jūlijā **Saturns** nonāks opozīcijā ar Sauli. Tāpēc vasaras sākumā un jūlijā tas būs novērojams visu nakti. Saturna

spožums šajā laikā būs $+0^m,1$. Saturna redzamības apstākļi pamazām pasliktināsies. Augustā tā redzamības intervāls būs nakts pirmā puse, septembrī – apmēram 4 stundas pēc Saules rieta. Tā spožums šajā laikā būs $+0^m,4$. Visu vasaru Saturns atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. 16. jūlijā plkst. 10^h Mēness paies garām 1° uz leju, 12. augustā plkst. 12^h 1° uz leju un 8. septembrī plkst. 16^h 1° uz leju no Saturna.

Pašā vasaras sākumā un jūlijā **Urāns** būs novērojams nakts otrajā pusē. Tomēr šajā laikā traucēs ļoti gaišās naktis. Augustā tas būs redzams jau gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Septembrī Urāns būs novērojams praktiski visu nakti. Turklāt tad vairs netraucēs arī gaišās naktis. Urāna spožums šajā laikā būs $+5^m,7$, tā atrašanai un aplūkošanai nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte. Visu vasaru tas atradīsies Auna zvaigznājā. 28. jūnijā plkst. 3^h Mēness paies garām 5° uz leju, 25. jūlijā plkst. 13^h 5° uz leju, 21. augustā plkst. 20^h 5° uz leju un 18. septembrī plkst. 1^h 5° uz leju no Urāna.

APTUMSUMI

Pilns Saules aptumsums

2. jūlijā

Šis aptumsums būs redzams Klusajā okeānā, Čīlē un Argentīnā. Daļējā fāze – Klusajā okeānā un gandrīz visā Dienvidamerikā. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

Daļējs Mēness aptumsums

16./17. jūlijā

Šis aptumsums būs redzams Eiropā, Āfrikā, Āzijā, Dienvidamerikā, Austrālijā, Atlantijas un Indijas okeānā. Latvijā būs redzama aptumsuma lielākā daļa. Aptumsuma gaita Latvijā būs šāda: pusēnas aptumsuma sākums – 21^h44^m, Mēness lēkts Rīgā – 21^h59^m, Saules riets Rīgā – 22^h05^m, daļējās fāzes sākums – 23^h02^m, maksimālā fāze (0,653) – 0^h31^m, daļējās fāzes beigas – 2^h00^m, pusēnas aptumsuma beigas – 3^h18^m.

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 5. jūlijā 8^h, 2. augustā 10^h, 30. augustā 19^h. Apogejā: 23. jūnijā 10^h; 21. jūlijā 2^h; 17. augustā 13^h; 13. septembrī 16^h.

Mēness ieiešana zodiaka zīmēs

22. jūnijā 17^h02^m Zivīs (♈)
25. jūnijā 5^h38^m Aunā (♈)
27. jūnijā 16^h32^m Vērsī (♉)
30. jūnijā 0^h09^m Dvīņos (♊)
2. jūlijā 4^h24^m Vēzī (♋)
4. jūlijā 6^h20^m Lauvā (♌)
6. jūlijā 7^h26^m Jaunavā (♍)
8. jūlijā 9^h07^m Svaros (♎)
10. jūlijā 12^h29^m Skorpionā (♏)
12. jūlijā 18^h06^m Strēlniekā (♐)
15. jūlijā 2^h05^m Mežāzī (♑)
17. jūlijā 12^h19^m Ūdensvīrā (♒)
20. jūlijā 0^h20^m Zivīs
22. jūlijā 13^h03^m Aunā
25. jūlijā 0^h43^m Vērsī
27. jūlijā 9^h29^m Dvīņos
29. jūlijā 14^h31^m Vēzī
31. jūlijā 16^h19^m Lauvā
2. augustā 16^h21^m Jaunavā
4. augustā 16^h30^m Svaros
6. augustā 18^h32^m Skorpionā
8. augustā 23^h35^m Strēlniekā
11. augustā 7^h51^m Mežāzī
13. augustā 18^h36^m Ūdensvīrā
16. augustā 6^h50^m Zivīs
18. augustā 19^h33^m Aunā
21. augustā 7^h38^m Vērsī
23. augustā 17^h34^m Dvīņos
26. augustā 0^h06^m Vēzī
28. augustā 2^h54^m Lauvā
30. augustā 2^h58^m Jaunavā
1. septembrī 2^h09^m Svaros
3. septembrī 2^h35^m Skorpionā
5. septembrī 6^h09^m Strēlniekā
7. septembrī 13^h38^m Mežāzī
10. septembrī 0^h24^m Ūdensvīrā
12. septembrī 12^h52^m Zivīs

15. septembrī 1^h33^m Aunā
17. septembrī 13^h31^m Vērsī
19. septembrī 23^h58^m Dvīņos
22. septembrī 7^h50^m Vēzī

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

2019. gada vasarā nenotiks spožu zvaigžņu un planētu aizklāšana.

METEORI

Jūlija otrajā pusē un augustā ir novērojamas vairākas aktīvas meteoru plūsmas.

1. Delta (δ) Akvarīdas.

Plūsmas aktivitātes periods ir no 12. jūlija līdz 23. augustam. 2019. gadā maksimums gaidāms 30. jūlijā, kad vienas stundas laikā var cerēt ieraudzīt līdz 25 meteoriem. Ap to pašu periodu aktīvas ir vēl dažas vājākas plūsmas. Tāpēc reāli novērojama meteoru skaits var būt vēl lielāks, vienīgi ne visi meteoru piederēs pie δ Akvarīdu meteoru plūsmas.

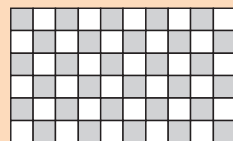
2. Perseīdas.

Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām un stabilākajām plūsmām. Tās aktivitātes periods ir no 17. jūlija līdz 24. augustam. 2019. gadā maksimums gaidāms naktī no 12. uz 13. augustu, īpaši rīta pusē. Tad intensitāte var sasniegt pat 110 meteoru stundā. 🌠

55. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

1. uzdevuma atrisinājums. Nē, prasīto izdarīt nevar. Iekrāsosim doto taisnstūri kā šaha galdiņu (skat. 6. att.). Lai kur novietotu 2. attēlā (skat. uzdevumu) redzamo figūru, tā vienmēr pārklās tieši vienu melnu rūtiņu, tātad 28 tādas figūras kopā pārklās 28 melnas rūtiņas.

Ar vienu 1. attēlā redzamo figūru var pārklāt vai nu tieši 3 melnas, vai tieši 1 melnu rūtiņu (skat. 7. att.), tātad kopā ar visām dotajām figūrām būs pārklātas 29 vai 31 melna rūtiņa, bet taisnstūri ir 30 melnas rūtiņas. Līdz ar to taisnstūri ar dotajām figūrām pārklāt nav iespējams.



6. att.



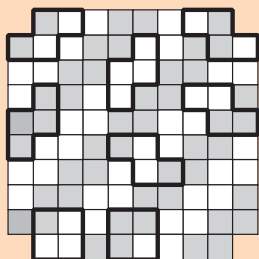
7. att.

2. uzdevuma atrisinājums. Nē, nevar salikt. Katru slāni izkrāsosim trīs krāsās *diagonāļveidā* (skat. 8. att.). Katrs bloks ar izmēriem $1 \times 1 \times 3$ satur visas trīs krāsas, tāpēc visi bloki kopā satur vienāda skaita katras krāsas kubiņus. Tā kā tornis satur 29 vienības kubiņus krāsā 1; 28 – krāsā 2; 27 – krāsā 3, tad torni nevar salikt no blokiem ar izmēriem $1 \times 1 \times 3$.



8. att.

3. uzdevuma 1. atrisinājums. Nē, nevar pārklāt. Izkrāsosim iegūto figūru divās krāsās tā, kā parādīts 9. attēlā. Lai kā arī tiktu novietota 5. attēlā redzamā (skat. uzdevumu) figūra, tā vienmēr pārklāj pāra skaita melnās rūtiņas. Tātad 23 šādas figūras kopā pārklāj pāra skaita melnās rūtiņas. Tā kā 4. attēlā redzamā figūra vienmēr pārklāj nepāra skaita melnās rūtiņas, tad visas 24 figūras kopā pārklāj nepāra skaita melnās rūtiņas, bet 9. attēlā redzamā figūra satur 48, t. i., pāra skaita melnās rūtiņas, tātad prasīto nevar izdarīt.



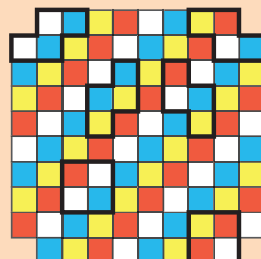
9. att.

2. atrisinājums. Nē, nevar pārklāt. Izkrāsosim iegūto figūru četrās krāsās *diagonāļveidā* (skat. 10. att.). Tā satur 24 katras krāsas rūtiņas. Lai kā novietotu 4. attēlā (skat. uzdevumu) redzamo figūru, tā vienmēr pārklāj divas vienas krāsas rūtiņas un pa vienai rūtiņai no divām citām krāsām. Tad katrā krāsā nepārklātas paliek attiecīgi 22; 23; 23; 24 rūtiņas (divi pāra skaitļi, divi nepāra skaitļi). Iespējami divi veidi, kā novietot 5. attēlā redzamo figūru.

- Ja tā pārklāj pa vienai katras krāsas rūtiņai, tad nepārklāto rūtiņu skaits katrā krāsā samazinās par 1, tas ir, nepārklāto rūtiņu skaita paritāte katrā krāsā mainās uz pretējo. Tātad joprojām divām no četrām krāsām nepārklātas paliek nepāra skaita rūtiņas, divām – pāra skaita rūtiņas.

- Ja tā pārklāj divas rūtiņas no vienas krāsas, divas – no citas, tad katras krāsas nepārklāto rūtiņu skaits samazinās par pāra skaitli (vai nu par 2, vai 0) un nepārklāto rūtiņu skaita paritāte katrā krāsā saglabājas. Tātad joprojām divām no četrām krāsām nepārklātas paliek nepāra skaita rūtiņas, divām – pāra skaita rūtiņas.

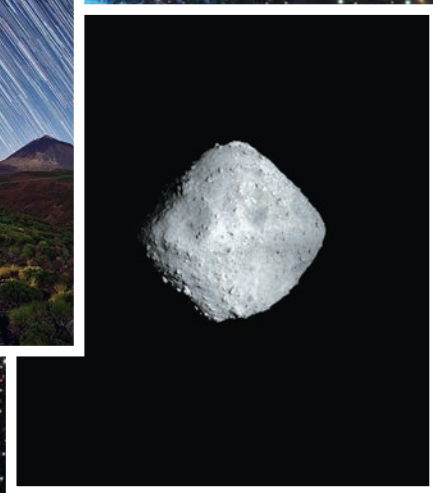
Ja prasīto varētu izdarīt, tad katrā krāsā nepārklātas paliktu attiecīgi 0; 0; 0; 0 rūtiņas, bet tie visi ir pāra skaitļi. Tātad prasītais nav iespējams.



10. att.

ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!



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

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEBRĪ UN DECEBRĪ

Cena 2019. gada abonementam 9,00 EUR

ABONĒ: LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV

INDEKSS ABONĒŠANAI LATVIJAS PASTĀ: 2214

ISSN 0135-129X



Cena 3,00 €