

Nuotrauka Kaune, Laisvės alėjoje: fone - KTU plakatas, kuriame pavaizduotas marsaeigis „Opportunity“. Priešais plakatą stovi Charles Elachi - amerikiečių mokslininkas, ėjęs JPL (angl. Jet Propulsion Laboratory) direktoriaus pareigas šiam marsaeigiui kylant į kosmosą. Už kameros - Jonas Žmuidzinas - Amerikos lietuvis, astrofizikas, Kalifornijos technologijos instituto („Caltech“) profesorius, dirbęs ne tik JPL, bet ir prisidėjęs prie daugelio NASA projektų.

Būtent šia, balandžio mėnesį Kauno Laisvės alėjoje daryta nuotrauka, Jonas Žmuidzinas pradėjo pirmąją atvirą paskaitą Kauno technologijos universitete (KTU). Šiomet antrą kartą Kaune viešintis mokslininkas sako jau pametęs kelionių į Lietuvą skaičių. „Gal aštuntą, gal devintą kartą čia esu. Reikėtų dar prisėsti ir paskaičiuoti“, - šypsosi jis.

Pirmą kartą 1996 m. į Lietuvą atvykęs J. Žmuidzinas jau tuomet galėjo pasigirti prisidėjęs prie garsiosios „Voyager“ misijos, dar būdamas Kalifornijos technologijų instituto (Caltech) studentu. Šiandien jis yra to paties universiteto profesorius, buvęs JPL vyriausiasis technologas ir vos prieš metus baigęs eiti „Caltech“ Optinių observatorijų - vieną didžiausių ir galingiausių pasaulyje - vadovo pareigas.

Su profesoriumi kalbėjomės apie Visatos principus paprastai, žvilgsnį pro teleskopą ir technologinį progresą astrofizikoje, pasiektą vos per vieno žmogaus gyvenimą.

- Jūsų fiziko kelias prasidėjo „Caltech“ daugiau nei prieš 40 metų. Dabar dėstote šiame universitete, kuris glaudžiai bendradarbiauja tiek su JPL, tiek su NASA. Rodos nuolat sukatės reikšmingiausių Visatos atradimų sukuryje. Kaip, jūsų akimis, pasikeitė mūsų supratimas apie Visatą per šiuos kelis dešimtmečius?

- Dabar, tobulėjant technologijoms, galime matyti žymiai daugiau. Vis prisimenu savo studijų laikus - paskutiniame kurse teko mokytis Richardo Feynmano (Nobelio premijos laureatas, vienas XX a. pasaulio fizikų - aut.past.) klasėje, kur jis mums dėstė Einšteino bendrąją reliatyvumo teoriją, aprašančią Visatą. Tuomet patys juokaudavome, jog kosmologija yra mokslas tik su vienu rodmeniu - ką tikrai žinojome, tai Visatos temperatūrą. Žinoma juokauju, tačiau tai, kiek galėjome išmatuoti ir suprasti tuomet, buvo labai mažai, palyginus su dabartiniais laikais.

Pavyzdžiui, dabar mes tiksliai žinome, kad Visatai yra 13,8 milijardo metų - ne 14 ir ne 13,5. Taip pat žinome, kad Visatoje yra tamsioji medžiaga ir galime gana tiksliai išmatuoti jos kiekį. Be to, galime išmatuoti reliktinio spinduliavimo (angl. Cosmic Microwave Background) spektrą, kas leidžia nustatyti Visatos geometriją - ne veltui sakome, kad Visata yra plokščia. Adaptyvioji optika, kurios viena iš pradininkių yra mano kolegė iš Kalifornijos universiteto Santa Kruze („UC Santa Cruz“) prof. Claire Max, leidžia gauti daug ryškesnius kosmoso vaizdus, sumažinant atmosferos temperatūros ir tankumo skirtumų sukeltus vaizdo iškreipimus. Naudodamiesi šia technika Richard Genzel ir Andrea Ghez atrado, jog mūsų galaktikoje yra juodoji skylė. Už šį atradimą jiedu 2020 m. laimėjo fizikos Nobelio premiją. Ir tai yra tik labai maža dalis to, ką žmonija sugebėjo pasiekti per mažiau nei šimtmetį.

- Paminėjote, jog mokslininkai nustatė, kad Visata yra plokščia. Kaip tai įmanoma?

- Visatos plokštumas yra labiau matematinė išraiška. Tikiu, kad mums natūraliai sunku suvokti tą plokštumą keturių dimensijų erdvėje, kurioje apibrėžiama Visata. Visgi, jei bandyčiau paaiškinti paprasčiau, sakyčiau, kad reikėtų galvoti apie žemesnių dimensijų kūnus.

Imkime, pavyzdžiui, sferą (trimatį kūną). Jei jos paviršiuje nubrėžtume trikampį, sudėję jo kampų sumas gautume skaičių, didesnę nei 180 laipsnių – taip yra todėl, kad sferos paviršius yra išgaubtas. Kita vertus, jei tokį patį trikampį nubrėžtume ant plokštumos (pavyzdžiui lapo), jo kampų suma būtų lygi 180 laipsnių. Taigi, kalbėdami apie Visatos plokštumą turime omenyje, kad toje keturių dimensijų erdvėje, nubrėžus trikampį, kampų suma būtų lygi 180 laipsnių. Tačiau tai tikrai nereiškia, kad Visata yra plokščia kaip blynas (šypsosi).

- O kaip toli galime Visatoje matyti?

- Priklauso nuo to, ką norime matyti. Jei kalbame apie žvaigždes, su „James Webb“ kosminiu teleskopu galime matyti galaktikas, susiformavusias praėjus porai šimtų milijonų metų po Didžiojo Sprogimo. Tuo metu Visata buvo dešimt kartų mažesnė nei dabar – man net pačiam sunku tai suvokti.

Tačiau jei norime pažvelgti dar anksčiau, žiūrime ne į žvaigždes, o į reliktinį spinduliavimą. Šis spinduliavimas yra pirmosios šviesos Visatoje, atsiradusios apie 380 tūkst. metų po Didžiojo Sprogimo, pėdsakai. Plečiantis Visatai, šviesos bangos taip pat ilgėjo, kol galiausiai tapo mikrobangomis.

Įdomu tai, kad šis stebėjimo būdas, galima sakyti, buvo atrastas atsitiktinai. Du amerikiečių mokslininkai, Robert Woodrow Wilson ir Arno Allan Penzias, dirbdami „Bell Labs“ su palydovinio ryšio antena pastebėjo radijo triukšmą, kurio šaltinio negalėjo rasti – nesvarbu, kuria kryptimi suko anteną. Galiausiai paaiškėjo, kad tas signalas sklido iš dangaus – tai būtent ir buvo reliktinis spinduliavimas.

- Ką tuomet apie Visatą sužinome iš šios spinduliuotės?

- Visų pirma pagal spinduliuotės temperatūrą sužinome visos Visatos temperatūrą, t. y. 2,7 laipsnio Kelvino skalėje (red. pastaba: -270,45 °C), ir kad ji, pasirodo, visur beveik vienoda – skirtumas tarp šiltesnių ir šaltesnių Visatos vietų yra vos nedidelė laipsnio dalis. Beje, astrofizikams kyla rimtas klausimas – kaip ir kodėl tokioje didžiulėje Visatoje temperatūra visur yra kone identiška.

Kol kas geriausias paaiškinimas, kurį turime, yra infliacijos teorija. Beveik iškart po Didžiojo Sprogimo, kai Visata gyvavo vos 10-30 sekundžių – tai toks fantastiškai trumpas laiko tarpas – įvyko kažkas, kas paskatino Visatą staigiai išsiplėsti daug dešimčių kartų.

Būtent šiuo staigiu Visatos išsiplėtimu galime paaiškinti dabartinės Visatos temperatūros vientisumą: prieš infliaciją, Visatai esant žymiai mažesnei, užteko laiko visiems Visatos galams „susikalbėti“ dėl vienodos temperatūros. Įvykus infliacijai ir Visatai staigiai išsiplėtus, ši temperatūra išliko, nepaisant to, kad dabar šviesa iš vieno Visatos galo

nepasiekia kito.

Tačiau su šiuo klausimu kyla ir kitas: kodėl temperatūra tuomet nėra visiškai vienoda? Čia atsakymą mums duoda bangos (angl. Scalar and Tensor Perturbations), atsiradusios tos pačios infliacijos metu, kuomet didžiulė Visatos masė buvo išjudinta didžiuliu greičiu. Šios bangos užpildo Visatą, vienur daugiau, kitur mažiau suspausdamos medžiagą, o tai ir sukelia nedidelius temperatūros skirtumus: kur daugiau suspausta – šilčiau, o kur mažiau – šalčiau. Žinodami tai galime matuoti reliktinės spinduliuotės temperatūros vaizdus (angl. Sky Images), sužinoti bangų spektrą ir kaip pati infliacija vyko. Taip sužinome ir Visatos geometriją, tamsiosios medžiagos kiekį. Ir tai yra tik pradžia.

- Kalbant apie teleskopus, minėjote, kad toliausiai esančias žvaigždes galima fiksuoti „James Webb“ kosminių teleskopu. Tačiau taip pat Havajuose yra statomas naujas antžeminis teleskopas, vadinamas „Thirty Meter Telescope“. Jis, teigiama, galėtų apversti mūsų supratimą apie Visatą ir mūsų vietą joje. Ką, jūsų manymu, tokio galingumo teleskopas galėtų padėti atrasti?

- „Thirty Meter Telescope“ yra tarptautinis projektas, kuriam skiriamos milijardinės investicijos. Jame planuojama dažnai naudoti mano minėtą adaptyviosios optikos technologiją. Kodėl tai svarbu? Yra daug žvaigždžių, kurias matome ir žinome, kad aplink jas sukasi planetos. Tačiau apie tų egzoplanetų egzistavimą sprendžiame tik iš to, jog stebint žvaigždę matome, kad tam tikru metu jos šviesa sumažėja arba nutrūksta – tai reiškia, kad žvaigždę užstoja aplink ją besisukanti planeta. Visgi pačių planetų, o kartais net ir žvaigždžių, aiškiai nematome. Dėl atmosferos iškreipiamo šviesos spindulio, kurį fiksuoja teleskopas, dažnai tenka pasitenkinti išplaukusiu vaizdu.

Norint aiškiai pamatyti planetą, visų pirma reikia itin galingo teleskopo, pavyzdžiui, „Thirty Meter Telescope“, taip pat aukštos technologijos, leidžiančios užfiksuoti aukštos kokybės vaizdą, pavyzdžiui, adaptyviosios optikos, o tuomet dar reikia rasti būdą, kaip atskirti žvaigždės šviesą nuo planetos šviesos – tai ypač sudėtinga, nes žvaigždė gali būti milijoną kartų šviesesnė už planetą.

Visgi jei tai pavyktų padaryti, galėtume daugiau sužinoti apie egzoplanetas: ar jos turi atmosferą ir, jeigu turi, kokios molekulės ją sudaro. Galbūt tuomet ir ką nors apie gyvybę pavyktų sužinoti – ar ji egzistuoja, ar ne. Ir tai yra tik vienas pavyzdys, ką tokio galingumo teleskopas galėtų padaryti.

- O ko dar nežinome? Galbūt yra kokia Visatos paslaptis, kuri jus ypač intriguoja?

- Mes dar labai daug ko nežinome ir man, asmeniškai, kiekvienas toks klausimas yra ypač įdomus. Imkime tą pačią infliaciją – turime teorinį paaiškinimą, bet vis tiek kyla klausimas, ar iš tikrųjų infliacija įvyko tokioje ankstyvoje Visatos fazėje, vos per mažą sekundės dalį. O kalbant apie galaktikas – kaip jose susiformavo žvaigždės ir kas reguliavo šį procesą?

Taip pat vis dar nežinome, kas slypi už juodųjų skylių įvykių horizonto (angl. Event Horizon) – tai yra riba, kurią perėjus nebeįmanoma sugrįžti. Mokslininkai kol kas nesupranta, kokie

principai veikia už šios ribos, o Einšteino teorija to nepaaiškina. Kuo toliau eini, tuo lygtys mažiau ir mažiau tau pasako ir geometrija pasidaro chaotiška, vadinasi, ji daugiau nebeveikia.

Ir šis klausimas susijęs su didele fizikos problema: kaip „surišti“ Einšteino teoriją su kvantų mechanika. Prieš šios problemos dirbo ir pats Feynmanas – jis išaiškino, kaip kvantų mechaniką „sujungti“ su elektrodinamika, kaip galima atomų spektrus apskaičiuoti dideliu tikslumu – ir viskas puikiai veikia. Tačiau jam, kaip ir niekam kitam iki šiol, nepavyko išsiaiškinti, kaip gravitacija susijungia su kvantų mechanika.

Nors mano kolegė, „Caltech“ profesorė Kathryn Zurek, neseniai priėjusi prie manęs, sakė: „Nepatikėsi, prie ko aš dirbu.“ Ji, pasirodo, dirba prie šios problemos. Aš jai pasakiau: „Tu esi didvyrė“, nes tai tikrai yra didžiulė paslaptis.

- Ir visgi kalbant apie žemiškus dalykus, kokie jūsų artimiausi planai?

- Kol kas esu mokslininko atostogose (angl. *sabbatical*) – pirmąkart per 34 metus. Žinoma, tenka ir padirbėti, tačiau nuo sausio mėnesio su žmona Vilija daug keliaujame. Lietuvoje šiemet jau antrąkart lankomės.

Taip pat už kelių dienų mūsų laukia „KTU Motor Ride“. Motociklais keliausime iš Kauno į Palangą. Mėgstu motociklus. Kažkada pirmąją draugo man padovanotą mašiną iškeičiau į motociklą ir tuomet iš Pasadenos į Berklį nukeliavau į doktorantūros studijas. Su žmona taip pat esame kartą keliavę iš Pasadenos į Kanadą motociklu, tad tikrai labai laikiu šios kelionės Lietuvoje.

Na o kalbant apie darbus, ateityje laukia PRIMA (angl. *The PProbe Far-Infrared Mission for Astrophysics*) – tai galimas NASA projektas, kosminė observatorija, kurioje bus panaudota mano ir kolegės prieš gerus 25 metus sukurta tolimųjų infraraudonųjų bangų jutiklio technologija. Šiuos jutiklius, žinoma, jau daug teleskopų visame pasaulyje naudoja, tačiau prireikė kone ketvirčio amžiaus technologijų tobulėjimo, kad galėtume pagaliau pradėti mąstyti apie šio jutiklio panaudojimą kosmose.

Ką noriu pabrėžti: technologijos negimsta greitai – tai itin ilgas procesas. Daug tenka išmokti, daug klysti, bandyti, perdaryti. Bet galiu pasidžiaugti, kad dabar, rodos, šis jutiklis jau pasiekė tokį jautrumą, kokio tikimės. Ir man atrodo, kad likusios problemos bus išsprendžiamos gana nesudėtingai.

