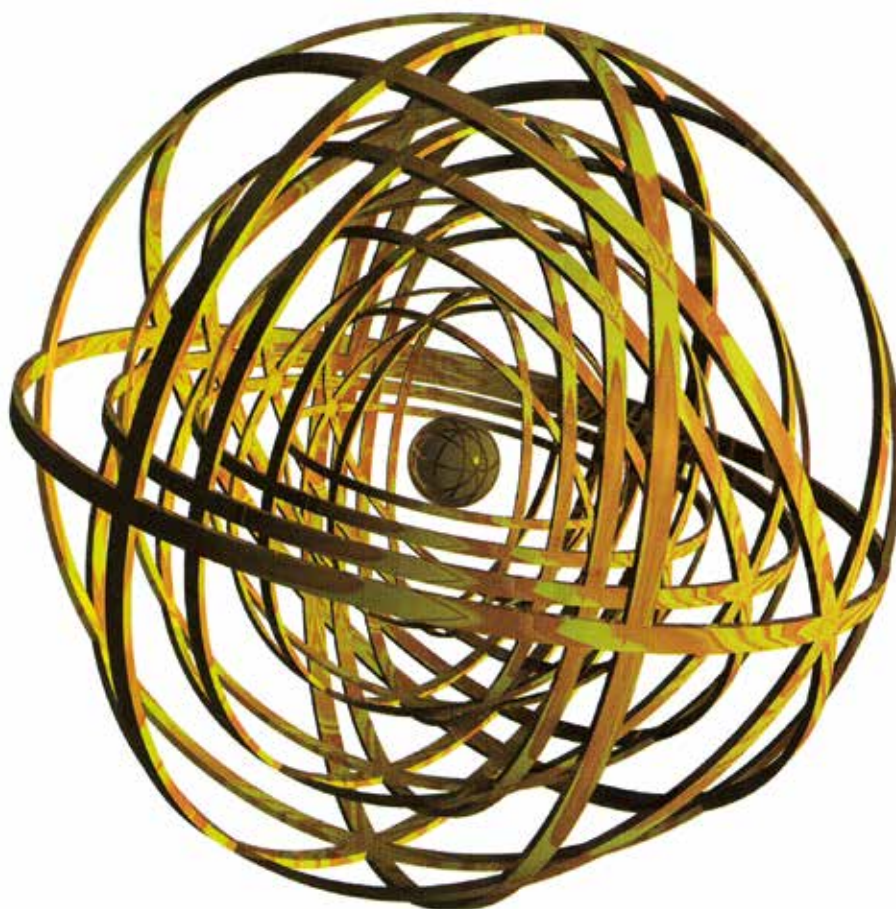


ILIUSTRUOTOJI TRUMPA LAIKO ISTORIJA



I L I U S T R U O T O J I  
TRUMPA LAIKO ISTORIJA  
ATNAUJINTA IR PAPILDYTA LAIDA

STEPHEN HAWKING

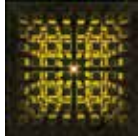
Iš anglų kalbos vertė Alina Momkauskaitė

Jotema

## T U R I N Y S

---

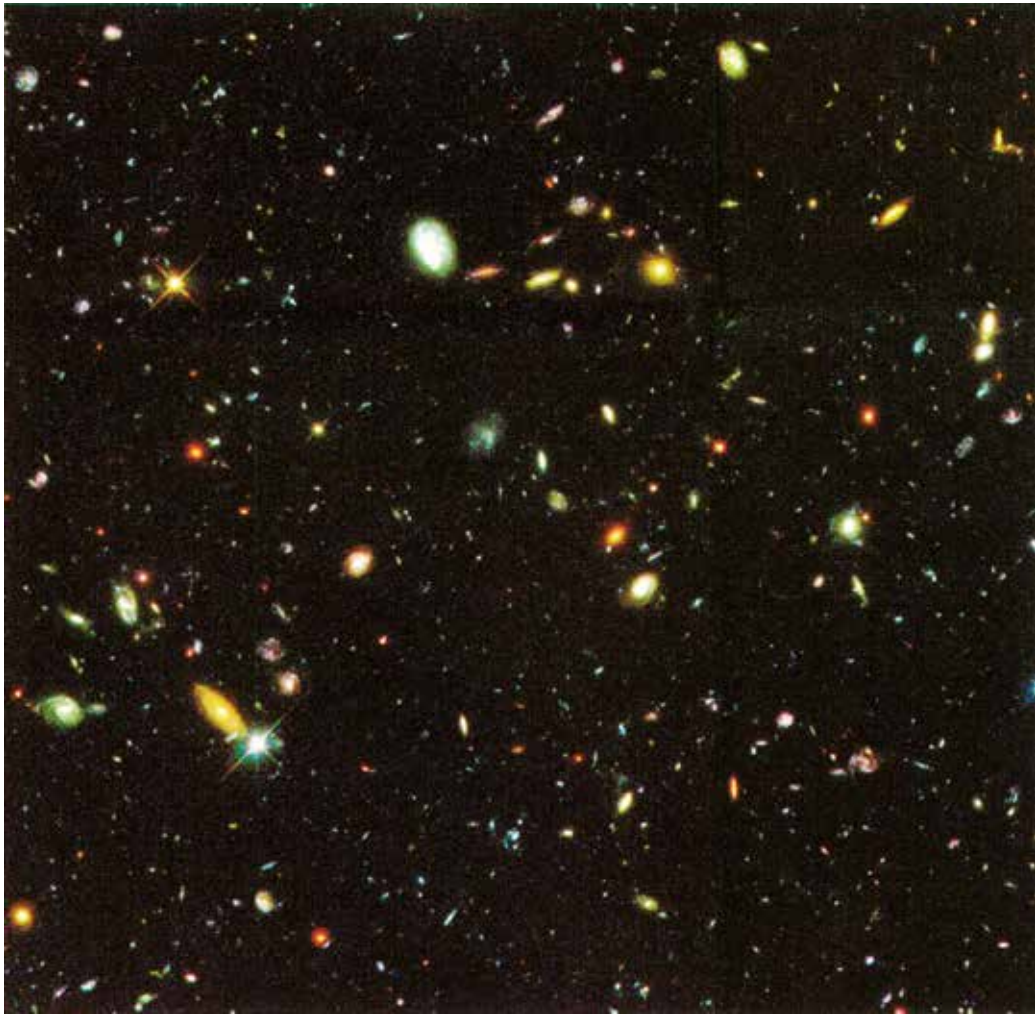
Pratarmė	7
Papildyto ir atnaujinto leidimo pratarmė	9
1. Mūsų žinių apie Visatą raida	10
2. Erdvė ir laikas	30
3. Besiplečianti Visata	54
4. Neapibrėžtumo principas	76
5. Elementariosios dalelės ir gamtos jėgos	90
6. Juodosios skylės	112
7. Juodosios skylės nėra tokios juodos	136
8. Visatos kilmė ir likimas	152
9. Laiko strėlė	190
10. Kurmio urvai ir kelionės laiku	204
11. Fizikos suvienijimas	220
12. Išvados	236
Albert Einstein	242
Galileo Galilei	244
Isaac Newton	246
Priedas	248
Terminų žodynelis	256
Padėkos	261
Padėkos už paveikslėlius	262
Rodyklė	263



---

I L I U S T R U O T O J I T R U M P A L A I K O I S T O R I J A

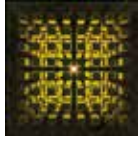
---



---

*Žvelgiant į Visatos praeitį. Patį ankstyviausią kosmoso vaizdą regimaisiais spinduliais užregistravo 1996 m. sausio mėnesį Hubble kosminis teleskopas. Nuotraukoje matome jauną Visatą su kai kuriomis galaktikomis praėjus mažiau nei milijardui metų po erdvės ir laiko pradžios. Nuostabūs technologijų laimėjimai XX a. pabaigoje mums atskleidžia anksčiau tik teoriškai numatytus faktus, kaip prasidėjo Visata ir kokia mūsų vieta joje.*

---



## *P r a t a r m Ė*

**P**irmajam „Trumpos laiko istorijos“ leidimui pratarmę už mane parašė Carlas Saganas. Aš tik pareiškiau padėkas visiems, prisidėjusiems prie knygos atsiradimo. Tačiau kai kurie mane parėmę fondai tuo nebuvo itin patenkinti, nes po to ėmė gauti daugiau paramos prašymų.

Man rodos, nei knygos leidėjai, nei mano agentas, nei aš pats nesitikėjome tokios sėkmės, kokios susilaukė „Trumpa laiko istorija“. Ji Londono savaitraščio *Sunday Times* skelbiamame skaitomiausių knygų sąrašė išsilaukė 237 savaites — ilgiau negu kuri kita knyga (aišku, nemint Biblijos ar Shakespeare'o, kurie konkurentų neturi). Ji buvo išversta į maždaug keturiasdešimt kalbų ir jos vieną egzempliorių įsigijo bent vienas iš 750 vyrų, moterų ir vaikų pasaulyje. Kaip pastebėjo Nathanas Myhrvoldas iš *Microsoft* kompanijos (kurio stažuotei po doktorantūros aš vadovavau), mano knygos apie fiziką buvo parduota daugiau egzempliorių negu Madonos knygos apie seksą.

„Trumpos laiko istorijos“ sėkmė liudija, kad visuomenė itin gyvai domisi būtent tokiais klausimais: „Iš kur mes atsiradome?“, „Kodėl Visata yra tokia, kokia ji yra?“ Tačiau aš žinau, kad daugeliui žmonių kai kurios mano knygos vietos pasirodė sunkiai suprantamos. Šio naujo leidimo tikslas — padaryti knygą lengviau skaitomą pridėdant įvairių iliustracijų. Netgi vien peržiūrėjus kurio nors knygos skyriaus paveikslėlius, galima daugmaž numanyti, apie ką jame rašoma.

Be to, aš pasinaudojau proga atnaujinti knygą, paminėdamas naujus teorinius ir stebėjimų rezultatus, gautus po to, kai knyga pasirodė pirmą kartą (1988 m. balandžio 1 d., t. y. per Melagių dieną). Aš pridėjau naują skyrių apie kurmio urvus ir keliones laiku. Einsteino bendroji reliatyvumo teorija numato galimybę sukurti ir išsaugoti kurmio urvus — tam tikrus tunelius, kurie jungia įvairias erdvėlaikio sritis. Taigi būtų įmanoma jais pasinaudoti greitoms kelionėms po Galaktiką ir netgi į praeitį. Tiesa, mes nematėme nė vieno atvykėlio iš ateities (o gal matėme?),



tačiau aš pateikiu ir galimus paaiškinimus, kodėl taip nutiko.

Aš taip pat aprašiau neseniai padarytą pažangą nustatant „dualumus“, arba atitikimus, tarp skirtingų fizikos teorijų. Tie atitikimai akivaizdžiai liudija, kad turėtų egzistuoti pilnutinė suvienytoji fizikos teorija, bet kartu nurodo, kad, matyt, nėra įmanoma pateikti šios teorijos viena fundamentalia formuluote. Vietoj to skirtingoms sąlygoms aprašyti teks naudoti dalines šios teorijos formuluotes. Tai primena situaciją, kad viename žemėlapiu lape neįmanoma atvaizduoti viso Žemės paviršiaus ir tenka naudoti atskirus skirtingų sričių žemėlapius. Tai iš esmės pakeistų mūsų požiūrį į fizikos dėsnių suvienijimą, bet nepalietų esminio principo, kad Visatą valdo racionalūs dėsniai, kuriuos mes galime atrasti ir suprasti.

Svarbiausias stebimosios astrofizikos laimėjimas buvo kosminės foninės spinduliuotės fliuktuacijų matavimai, kurie buvo atlikti mokslininkų, naudojančių COBE (*Cosmic Background Explorer*) ir kitais palydovais. Tos fliuktuacijos yra tarsi pirštų atspaudai, išlikę po Visatos atsiradimo — jie liudija apie pradinius nevienalytiškumus vienalytėje ankstyvojoje Visatoje, iš kurių vėliau kilo galaktikos, žvaigždės ir kiti kosminiai objektai. Šių fliuktuacijų duomenys atitinka prielaidą, kad, įvedus menamąjį laiką, Visata neturi ribų nei krašto; tačiau yra reikalingi tolesni stebėjimai norint išskirti šią ribų nebuvimo hipotezę nuo kitų galimų foninės spinduliuotės fliuktuacijų interpretacijų. Vis dėlto artimiausiais metais mes turėtume sužinoti, ar galime manyti gyvenantys pasaulyje, kuris yra visiškai uždaras ir neturi nei pradžios, nei pabaigos.

Stephen Hawking  
*Kembridžas, 1996 m. gegužė*



## *Papildyto ir atnaujinto leidimo pratarinė*

**K**artą Richardas Feynmanas yra pasakęs: „Mums pasisekė gyventi amžiuje, kai dar galima daryti atradimus. Mūsų amžius — fundamentinių gamtos dėsnių atradimo amžius.“ Taigi, po šios knygos pirmojo leidimo pasirodymo 1988 m. balandžio 1 d. bei jos paskutinio pataisyto leidimo 1996 m. fizikoje buvo atlikta nemažai naujų reikšmingų atradimų. Nors kai kurios mano aptartos teorijos nesikeitė, tačiau atsivėrė ir naujų realybės bruožų. Taigi aš su malonumu pasinaudojau proga šį naują leidimą papildyti priedu ir jame apžvelgti kai kuriuos man, kaip fizikui, pasididžiavimą ke-

liančius pasiekimus: kartu su Rogeriu Penrose'u suformuluotas singularumo teoremas, vadinamąją juodųjų skylių „Hawkingo spinduliuotę“ ir mano pasiūlytą ribų nebuvimo sąlygą, kuria naudojantis mėginama susieti bendrąją reliatyvumo teoriją su kvantine mechanika. Mano tikslas, kaip ir ankstesniuose leidimuose, buvo perteikti šių atradimų žavesį visiems skaitytojams, kurie domisi mūsų Visatos didžiaisiais, esminiais klausimais.

Stephen Hawking  
*Kembridžas, 2016 m. liepa*



1

*Mūsų žinių apie Visatą raida*

**K**artą vienas žinomas mokslininkas (kalbama, jog tai buvo Bertranda's Russellas [Bertranas Raselas]) skaitė viešą astronomijos paskaitą. Jis aiškino, kaip Žemė sukasi aplink Saulę, o Saulė savo ruožtu sukasi aplink milžiniško žvaigždžių sambūrio, kuris vadinamas mūsų Galaktika, centrą. Paskaitos pabaigoje atsistojo nedidukė senyva dama, sėdėjusi salės gale, ir pareiškė: „Visa tai, ką jūs pasakojote, yra niekai. Iš tikrųjų mūsų pasaulis yra plokščia lėkštė, kuri stovi ant gigantiško vėžlio nugaros.“ Mokslininkas atlaidžiai nusišypsojo ir paklausė: „O kas laiko tą vėžlį?“ — „Jaunuoli, jūs labai protingas, — atrėmė senyva dama. — Vėžlys paprasčiausiai stovi ant kito vėžlio, o po juo — dar vėžlys ir taip toliau.“

Daugeliui iš mūsų toks Visatos, kaip vėžlių

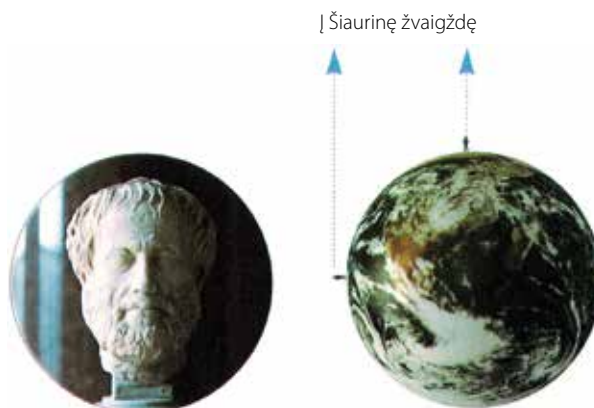


bokšto, vaizdinys atrodo juokingas, tačiau kodėl mes manome, kad mūsų žinios yra geresnės? Kas mums žinoma apie Visatą ir kaip mes sukaupėme tas žinias?

Kaipgi atsirado Visata ir koks likimas jos laukia? Ar Visata turėjo pradžią, o jeigu taip, kas buvo prieš tai? Kokia laiko prigimtis? Ar jis kada nors baigsis? Ar mes galime keliauti laiku atgal? Naujausi fizikos atradimai, kuriuos iš dalies lemia fantastiškos šiuolaikinės technologijos, leidžia atsakyti bent į kai kuriuos iš šių seniai kilusių klausimų. Po kurio laiko tie atsakymai galbūt atrodys tokie akivaizdūs kaip ir Žemės sukimasis aplink Saulę, o galbūt — juokingi kaip vėžlių bokštas. Tik laikas (kad ir kas tai būtų) atskleis mums tiesą.

Dar 340 m. pr. m. e. graikų filosofas Aristotelis savo veikalė „Apie dangų“ pateikė du svarius





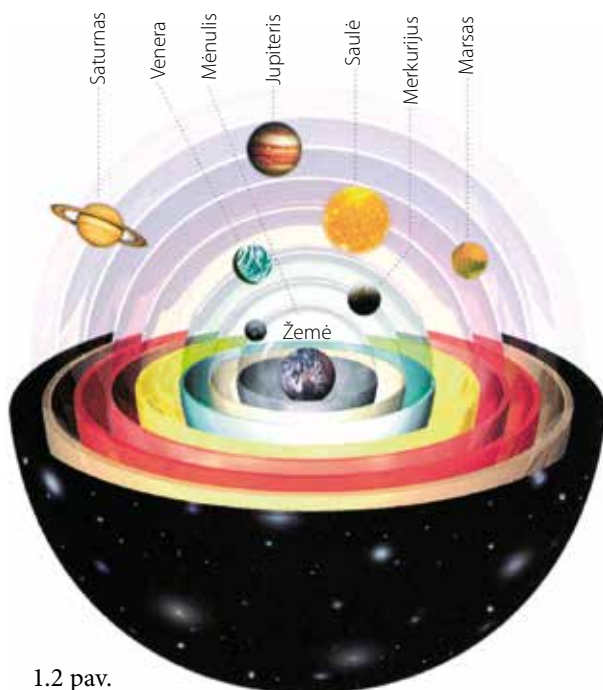
1.1 pav.

Priešais: Anot induizmo religijos, Žemę laiko šeši drambliai, jie remiasi į vėžlį, o šis stovi ant gyvatės. Kairėje: Viduramžių paveikslas, atspindintis senovės graikų Žemės vaizdinį: plokščia Žemė plūduriuojanti vandenyje, o virš jos keturi pirminiai pradaai. Viršuje: Aristotelis. Romėnų kopija iš graikų originalo (IV a. pr. m. e.).

argumentus, kad Žemė yra apvalus rutulys, o ne plokščia lėkštė. Pirmiausia jis išvelgė, kad Mėnulio užtemimai vyksta tuomet, kai Žemė atsiduria tarp Mėnulio ir Saulės. Žemės šešėlis ant Mėnulio visada būna apskritas; tai įmanoma, tik jeigu Žemė yra rutulys. Jeigu ji būtų plokščias diskas, tai šešėlis būtų pailgas, elipsės pavidalo, o taptų apskritas, tik jei užtemimas visada vyktų Saulei esant tiksliai disko ašies kryptimi. Antra,

graikai savo kelionių metu atkreipė dėmesį, kad, nuvykus toliau į pietus, Šiaurinė žvaigždė dangaus skliaute matoma žemiau negu Graikijoje. (Kadangi Šiaurinė žvaigždė yra virš Žemės Šiaurės ašigalio, ji ten stovinčiam stebėtojui matoma tiesiai virš galvos, o stebėtojas, esantis pusiaujyje, ją mato ties horizontu — 1.1 pav.)

Žinodamas šios žvaigždės regimąją padėtį Egipte ir Graikijoje, Aristotelis sugebėjo apskai-



1.2 pav.

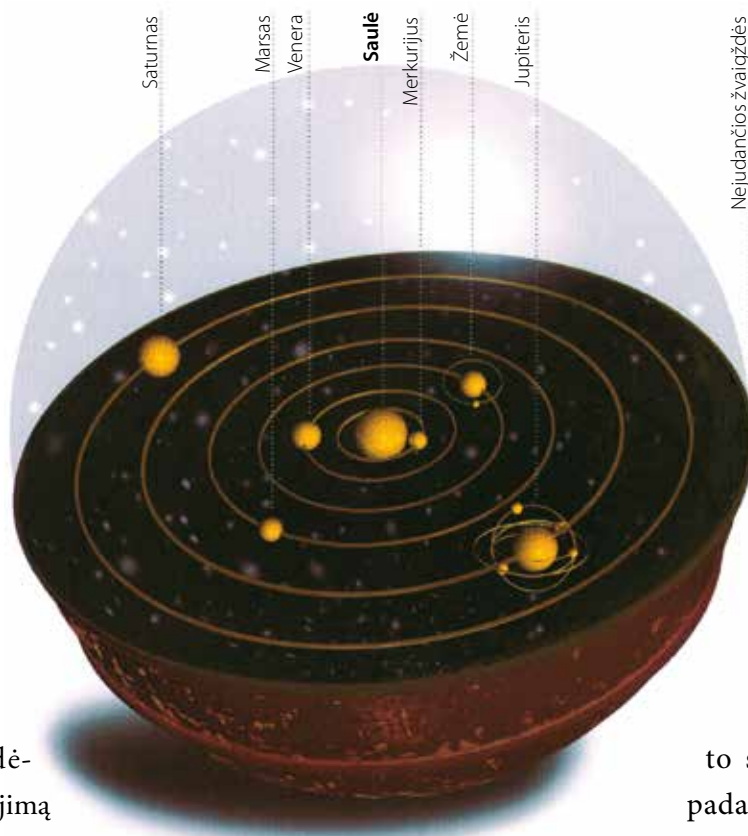
čiuoti, kad Žemės pusiaujo ilgis yra 400 000 stadijų. Nėra tiksliai žinoma, koks buvo stadijos ilgis, bet tikėtina — apie 180 metrų; vadinasi, Aristotelio gauta vertė maždaug dvigubai viršija dabar žinomą pusiaujo ilgį. Graikai galėjo pasinaudoti dar trečiuoju argumentu, liudijančiu, kad Žemė yra apvali: artėjant laivui jūroje, iš už horizonto pirmiausia išnyra jo burės ir tik vėliau — laivo korpusas.

Aristotelis manė, kad Žemė nejuda, o Saulė, Mėnulis ir planetos sukasi aplink ją apskritimais.



*Ptolemajas, matuojantis su kvadrantu Mėnulio aukštį virš horizonto. Bazelis, 1508 m.*

Jis rėmėsi mistiniu įsitikinimu, kad Žemė yra pasaulio centras, o judėjimas apskritimu yra tobuliausias judėjimas. Tą idėją II a. išplėtojo Ptolemajas, sukūręs kosmologinį geocentrinį modelį. Žemė yra centre, o ją supa aštuonios sferos, kurios sukdamosi judina Mėnulį, Saulę, žvaigždes ir tuo metu žinomas penkias planetas: Merkurijų, Venerą, Marsą, Jupiterį ir Saturną (1.2 pav.).



1.3 pav.

Aiškindamas sudėtingą planetų judėjimą danguje, Ptolemajus teigė, kad planetos yra susietos su skirtingomis sferomis. O žvaigždės yra pritvirtintos prie pačios paskutinės sferos, todėl jų tarpusavio atstumai nesikeičia, jos sukasi danguje kartu kaip viena visuma. Kas yra už paskutinės sferos, nebuvo aiškinama, tačiau tai, be abejo, nepriklausė žmogaus stebimam pasauliui.

Ptolemajo modelis leido gana neblogai numatyti dangaus kūnų padėtis skliaute. Tačiau

to siekiant jam teko padaryti prielaidą, kad Mėnulis tai artėja prie Žemės, tai tolsta nuo jos, o atstumas gali keistis net dvigubai. Vadinasi, retsykais Mėnulis turėtų būti matomas dukart didesnis! Ptolemajus žinojo apie šį savo modelio trūkumą; vis dėlto jo teorija buvo pripažinta, nors ir ne visur. Bažnyčia priėmė šį pasaulio modelį kaip atitinkantį Šventąjį Raštą, nes už nejudančių žvaigždžių sferos liko vietos rojui ir pragarui.



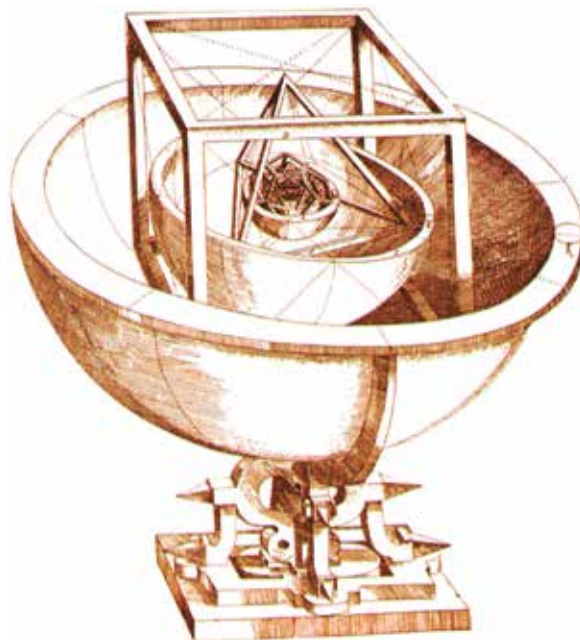
Viršuje: Mikołaj Kopernik (1473—1543).

Dešinėje: J. Keplerio siūlytas Saulės sistemos planetų modelis: jų orbitos įterptos į taisyklingus koncentrinis briaunainius (1596 m.).

---

Paprastesnį modelį 1514 m. pasiūlė lenkų kanauninkas Mikołajus Kopernikas (Mikalojus Kopernikas) (iš pradžių, matyt, būgštaudamas, kad Bažnyčia paskelbs jį eretiku, skleidė savo mokymą anonimiškai). Jo pagrindinis teiginys — kad Saulė nejuda, o Žemė ir planetos sukasi

apskritimėmis orbitomis aplink šį šviesulį (1.3 pav.). Tačiau turėjo praeiti šimtmetis, kol šis naujas požiūris į pasaulį pradėtas vertinti rimtai. Du astronomai — vokietis Johannesas Kepleris (Johanesas Kepleris) ir italas Galileo Galilei (Galileo Galilėjus) viešai parėmė M. Koperniko mokymą, nors jo numatytos orbitos nevisiškai sutapo su stebimomis. Aristotelio ir Ptolemajo teorija patyrė pralaimėjimą 1609 m., kai G. Galilei pradėjo tyrinėti nakties dangų savo paties išrastu žiūronu-teleskopu. Jį nukreipęs į Jupiterį,





G. Galilei pastebėjo keletą mažų palydovų, arba mėnulių, kurie sukosi aplink tą planetą. Tai reiškė, kad ne visi dangaus kūnai būtinai turi sukstis aplink Žemę, kaip teigė Aristotelis ir Ptolemajus. (Be abejo, dar buvo galima ir toliau tikėti, kad Žemė stūkso pasaulio centre, o Jupiterio palydovai juda labai sudėtingomis orbitomis aplink Žemę; žmonėms tik taip atrodo, kad šie sukasi aplink Jupiterį. Tačiau M. Koperniko pasiūlyta teorija tai aiškino paprasčiau.) Tuo metu J. Kepleris patikslino M. Koperniko teoriją, padaręs prielaidą, kad planetos juda ne apskritimais, o elipsėmis (elipsė yra išstėtas apskritimas). Tad numatytos planetų padėties pagaliau atitiko stebėjimų duomenis.

Vis dėlto J. Keplerio elipsinės orbitos buvo dirbtinė (*ad hoc*) hipotezė, be to, ne tokia „graži“, nes elipsė yra mažiau tobula figūra negu apskritimas. J. Kepleris beveik atsitiktinai atkreipė dėmesį, kad elipsinės orbitos geriau atitinka stebėjimų duomenis, bet jis taip ir neįstengė suderinti šio fakto su savo idėja, kad planetos aplink Saulę sukasi veikiamos magnetinių jėgų. Paaikškinimas buvo rastas tik daug vėliau, 1687 m., kai Isaacas Newtonas (Izaokas Niutonas) paskelbė savo veikalą *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* („Gamtos filosofijos



*Galileo Galilei (1564–1642). Graviūra, Paduja, 1744 m.*

matematiniai pagrindai“) — ko gero, reikšmingiausią kada nors išleistą gamtos mokslų veikalą. Jame I. Newtonas ne tik išplėtojo materialiujų kūnų judėjimo erdvėje ir laike teoriją, bet ir sukūrė sudėtingus matematinius metodus, kurie yra būtini dangaus kūnų judėjimui nagrinėti. Be



Viršuje: Frontispisas (ilustracija prieš antraštinį lapą), kuriame pavaizduoti M. Kopernikas, Ptolemajas ir G. Galilei. *Harmonia Macrocosmica*, 1708 m. Priešais: Isaac Newton (1642–1727). Graviūra pagal Johno Vanderbanko tapytą portretą, 1833 m.

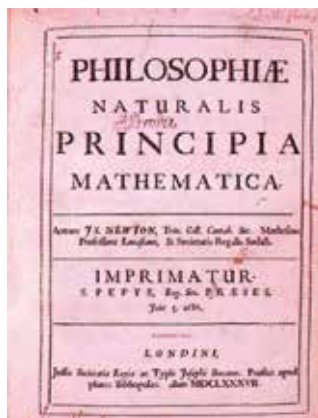
to, I. Newtonas suformulavo visuotinės traukos dėsnį, teigiantį, kad kiekvienas kūnas Visatoje yra traukiamas bet kokio kito kūno jėga, kuri yra tuo stipresnė, kuo didesnės abiejų kūnų masės ir kuo arčiau jie yra vienas kito. Tai ta pati jėga, kuri verčia kūnus kristi ant žemės. (Pasakojimas, kad I. Newtoną įkvėpė jam į galvą trinktelėjęs obuolys, matyt, nėra patikimas. Pats I. Newtonas tėra sakęs, kad gravitacijos idėja jam kilo „pasinėrus į savo mintis“ ir ją paskatino „atsitiktinis obuolio kritimas“.) Remdamasis tuo dėsniumi, I. Newtonas įrodė, kad Mėnulis, veikiamas gravitacijos jėgos, juda elipsine orbita aplink Žemę, o Žemė ir planetos juda elipsėmis aplink Saulę.

M. Koperniko teorija leido atsisakyti Ptolemajų dangaus sferų, o kartu ir minties, kad Visata turi kokias nors natūralias ribas. Kadangi „nejudančios žvaigždės“ nekeičia savo padėčių danguje, tik skrieja ratu dėl Žemės sukimosi apie savo ašį, piršosi išvada, kad tos žvaigždės yra objektai, panašūs į mūsų Saulę, bet daug labiau nutolę nuo mūsų.

I. Newtonas suprato, kad, remiantis jo atrastu visuotinės traukos dėsniumi, žvaigždės turi traukti viena kitą, todėl jos tarsi neturėtų likti nejudančios. Kodėl gi jos nesukrinta į vieną vietą? 1691 m. laiške Richardui Bentley'ui (Ričardas



Bentlis), kitam žymiam to meto mąstytojui, I. Newtonas teigė, jog taip atsitiktų, jeigu baigtinis žvaigždžių skaičius būtų pasiskirstęs baigtinėje erdvėje. Tačiau, samprotavo I. Newtonas, tai nenutinka, jeigu begalinis žvaigždžių skaičius yra pasiskirstęs daugmaž tolygiai begalinėje erdvėje, nes nėra centro, į kurį jos turėtų kristi.



Tas svarstymas liudija, kaip lengva patekti į spąstus, samprotaujant apie begalybes. Begalinėje Visatoje kiekvieną tašką galima laikyti centru, nes į visas puses nuo jo yra begalinis žvaigždžių skaičius. Tik vėliau buvo suprasta, kad teisingesnis būdas — nagrinėti baigtinę sistemą, kurioje visos žvaigždės krinta viena į kitą, ir įvertinti sistemos pokyčius, prijungiant prie jos dar daugiau žvaigždžių, pasiskirsčiusių maždaug tolygiai už tos sistemos ribų. Pagal I. Newtono gravitacijos teoriją, prijungiant papildomas žvaigždes, sistemos savybės neturi keistis, t. y. žvaigždės toliau tokiu pat greičiu kris į sistemos centrą. Galima pridėti kiek norima žvaigždžių, bet kolapsas vis tiek vyks. Dabar yra žinoma, kad begalinės stacionariosios Visatos modelis nėra galimas, jeigu gravitacija pasireiškia tik tarpusavio trauka.

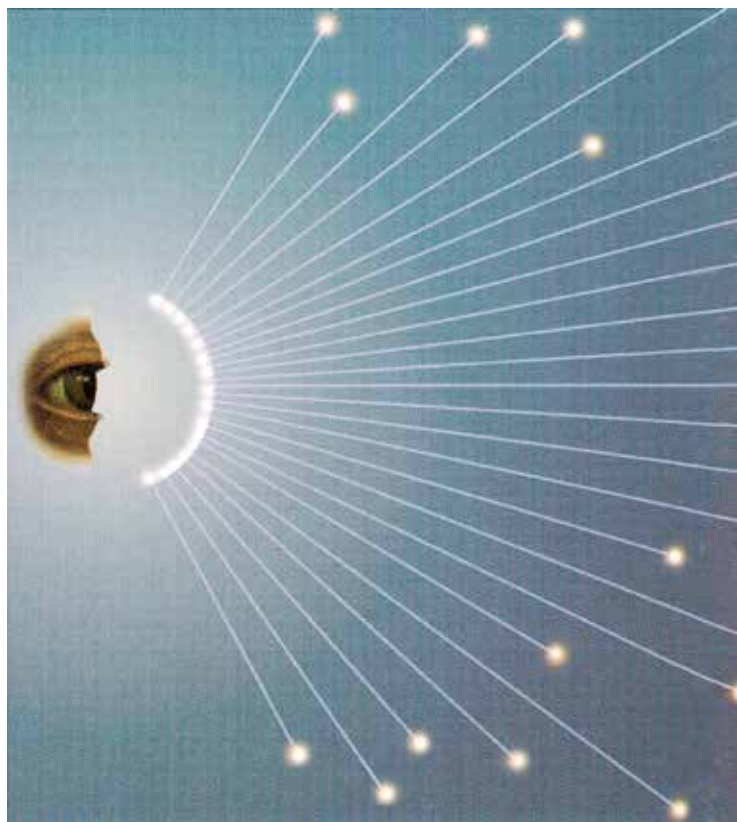
Verta prisiminti bendrą mokslinio mąstymo lygį iki XX a. pradžios: niekam nebuvo kilusi mintis, kad Visata gali plėstis arba trauktis. Ma-



nyta, kad Visata arba gyvavo visada ir nekito, arba buvo sukurta tam tikru laiko momentu praeityje maždaug tokia, kokia ji yra dabar. Tai galbūt lėmė žmonių polinkis tikėti absoliučiomis tiesomis, taip pat patraukli iliuzija, kad jiems senstant ir mirštant Visata lieka amžina ir nekintama.

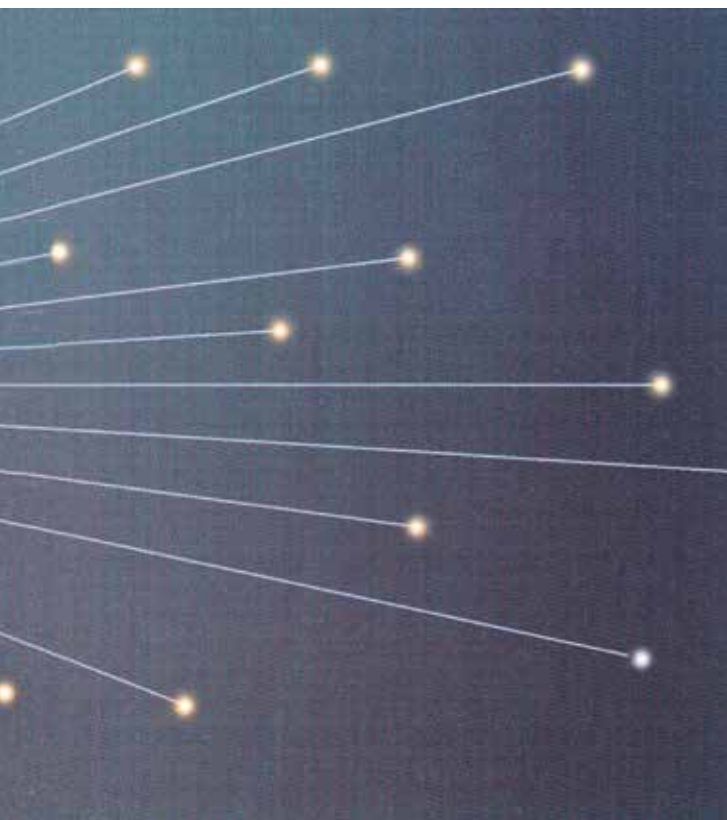
Mintis, kad Visata gali plėstis, nekilo netgi tiems mokslininkams, kurie suprato, kad gravitacijos teorijoje draudžiama stacionarioji Visata. Tad jie mėgino keisti teoriją, darydami prielaidą, kad gravitacijos jėga tampa stūmos jėga didėjant atstumui. Tai beveik nekeitė planetų judėjimo orbitų, bet užtikrino, kad begalinio žvaigždžių skaičiaus sistema taptų pusiausvira, nes artimų žvaigždžių trauką kompensuotų tolimų žvaigždžių stūma. Dabartiniu požiūriu, tai nebūtų stabili pusiausvyra. Iš tikrųjų, jeigu kurioje nors srityje žvaigždės vos suartėtų, tai traukos jėgos sustiprėtų ir viršytų stūmos jėgas, vadinasi, žvaigždės ir toliau artėtų. O jeigu atstumai tarp žvaigždžių vos padidėtų, tai stūma įveiktų traukos jėgas ir žvaigždės imtų tolti.

Dar vienas argumentas, kad begalinė stacionarioji Visata negalima, yra priskiriamas vokiečių filosofui Heinrichui Olbersui (Heinrichas Olbersas), kuris 1823 m. paskelbė šiam modeliui



skirtą darbą. Iš tikrųjų ne vienas I. Newtono amžininkas kėlė tokią problemą, ir H. Olberso darbas nebuvo pirmutinis. Tačiau jis tapo pirmasis, kurį pradėta plačiai cituoti. Problema tokia: begalinėje stacionariojoje Visatoje žvilgsnis bet kokia kryptimi turi siekti žvaigždę (1.4 pav.). Vadinasi, visas dangus netgi naktį turėtų ryškiai spindėti kaip Saulė. H. Olbersas pateikė kontrar-





gumentą, kad tolimų žvaigždžių šviesą sugeria jos kelyje esanti tarpžvaigždinė medžiaga. Tačiau ši medžiaga turėtų įkaisti ir šviesti ryškiai, kaip pačios žvaigždės. Vienintelė galimybė išvengti išvados apie akinamai spindintį naktinį dangų — padaryti prielaidą, kad žvaigždės švietė ne visada, o įsidegė tam tikru laiko momentu praeityje. Tad spinduliuotę sugerianti medžiaga

dar nespėjo įkaisti arba tolimų žvaigždžių šviesa dar nespėjo mūsų pasiekti. Tačiau tuomet kyla klausimas — kodėl įsidegė žvaigždės?

Be abejo, Visatos pradžios problema nedavė ramybės jau nuo seno. Anot daugelio ankstyvųjų kosmologijų ir žydų, krikščionių bei musulmonų mitologijų, pasaulis atsirado tam tikru metu nelabai tolimoje praeityje. Vienas iš tokios pradžios argumentų buvo įsitikinimas, kad Visatos egzistavimui paaiškinti yra reikalinga „pirminė priežastis“. (Bet koks įvykis Visatoje yra aiškinaamas kaip sukeltas kokio nors ankstesnio įvykio, tačiau pačios Visatos egzistavimas paaiškinaamas tokiu būdu, tik jeigu ji turėjo pradžią.) Kitą argumentą nurodė šv. Augustinas savo teologijos traktate *De civitate Dei* („Apie Dievo miestą“). Jis teigė, kad vyksta civilizacijos progresas, o mes atmename, kas atliko vieną ar kitą žygdarbį arba kas ką išrado. Vadinasi, žmonija, o tikėtina — ir pasaulis, gyvuoja ne taip seniai. Remdamasis Biblijos Pradžios knyga, šv. Augustinas įvertino, kad pasaulis buvo sukurtas maždaug 5000 m. prieš Kristaus gimimą. (Įdomu, kad ši data ne

---

1.4 pav. Jei Visata būtų begalinė ir stacionari, kiekviena kryptimi turėtų būti matoma žvaigždė, tad dangus naktį turėtų žerėti kaip Saulė.

---



---

*Antroji Kūrimo diena.  
Julius Schnorr von Carolsfeld, 1860 m.*

---



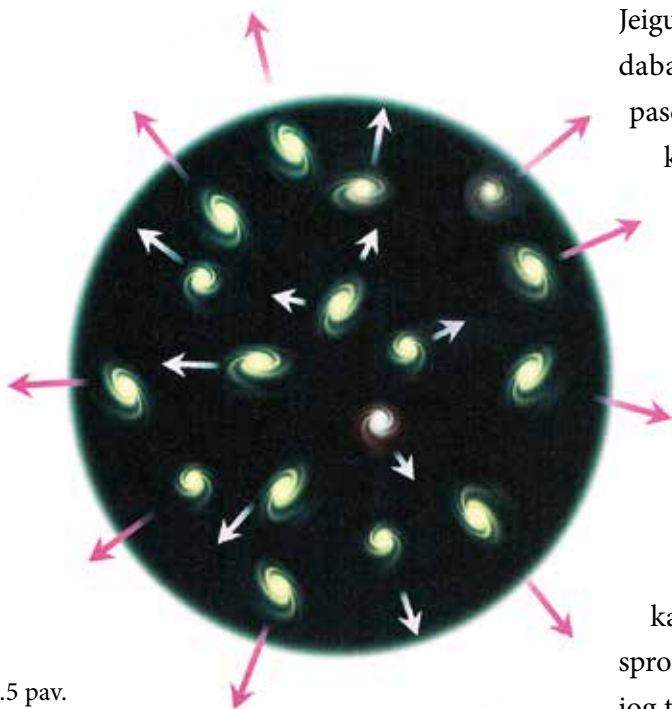
itin skiriasi nuo paskutinio ledynmečio pabai-  
gos 10 000 m. pr. m. e., kurią archeologai laiko  
civilizacijos pradžia.)

Aristoteliumi, kaip ir daugeliui kitų graikų  
filosofų, Visatos sukūrimo idėja nepatiko, nes ji  
reiškė dieviškosios jėgos įsikišimą. Jie manė, kad  
žmonės ir juos supantis pasaulis visada egzistavo  
ir amžinai egzistuos. Senovės mokslininkai jau  
diskutavo ir minėtą civilizacijos progreso argu-  
mentą, bet priėjo išvadą, kad pasaulyje periodi-  
škai vyksta potvyniai ir kiti kataklizmai, kurie vis  
grąžina žmoniją į pradinį civilizacijos lygį.

Vėliau klausimus, ar Visata atsirado tam  
tikru pradinio laiko momentu ir ar ji yra baigtinė,  
išsamiai nagrinėjo filosofas Immanuelis Kantas  
(Immanuelis Kantas) savo monumentaliame (tie-  
sa, sunkiai suprantamame) veikalė *Kritik der  
reinen Vernunft* („Grynojo proto kritika“), kuris  
buvo išspausdintas 1781 m. Jis šiuos klausimus  
vadino grynojo proto antinomijomis (t. y. prieš-  
taringais klausimais), nes galima surasti vienodai  
įtikinamų argumentų ir tezei, kad Visata turi  
pradžią, ir antitezei, kad ji egzistuoja amžinai.  
Tezę I. Kantas argumentavo taip: jeigu Visata  
neturėjo pradžios, tai prieš bet kokį įvykį turėjo  
praeiti begalinis laiko tarpas, o tai jis laikė ab-  
surdu. Paremdamas antitezę, kad Visata turėjo

pradžią, I. Kantas teigė, kad iki tol turėjo praeiti  
be galo daug laiko, tad kodėl Visata atsirado  
tuo, o ne kitu laiko momentu? Iš tikrųjų tezę ir  
antitezę paremiama tuo pačiu argumentu. Abiem  
atvejais daroma neaptarta prielaida, kad laikas  
neturi pradžios, neatsižvelgiant į tai, ar Visata  
ją turi, ar neturi. Kaip yra rašoma toliau, laiko  
iki Visatos pradžios samprata neturi prasmės.  
Šitą mintį pirmas iškelė šv. Augustinas. Kai jo  
klausdavo: „Ką Dievas veikė prieš pasaulio sukū-  
rimą?“, jis nemėgindavo išsisukti mesteldamas:  
„Dievas ruošė pragarą žmonėms, kurie užduoda  
tokį klausimą.“ Šv. Augustinas atsakydavo, kad  
laikas yra Dievo sukurto pasaulio savybė, tad iki  
jo sukūrimo laikas neegzistavo.

Kai daugelis žmonių manė, kad Visata yra  
stacionari ir nekintama, klausimas, ar ji turėjo  
pradžią, atrodė esąs metafizikos ar teologijos  
klausimas. Visus stebimus reiškinius buvo galima  
paaikškinti ir laikantis nuomonės, kad Visata yra  
amžina, ir manant, kad ji buvo sukurta, bet tokiu  
būdu, jog mums susidaro jos amžinumo įspūdis.  
Tačiau 1929 m. Edwinas Hubble'as (Edvinas Hab-  
las) padarė nepaprastai svarbų atradimą: stebint  
Visatą bet kokia kryptimi, tolimos galaktikos  
sparčiai tolsta nuo mūsų. Kitaip tariant, Visata  
plečiasi (1.5 pav.). Tai reiškia, kad anksčiau ga-



1.5 pav.

laktikos buvo arčiau viena kitos negu dabar. Iš tikrųjų, tai liudijo, jog kadaise, maždaug prieš keturiolika milijardų metų, viskas buvo susitelkę vienoje vietoje, o Visatos tankis — begalinis. Taigi klausimą, kaipgi atsirado Visata, E. Hubble'o atradimas pavertė mokslo problema.

E. Hubble'o stebėjimai liudijo, kad Visata ėmė plėstis įvykus jos Didžiajam sproгимui, o prieš tai buvo be galo maža ir be galo tanki. Visi mums žinomi mokslo dėsniai tada negaliojo.

Jeigu kažkas vyko prieš sproгимą, tai negali lemti dabartinės Visatos raidos. O nesant stebimų pasekmių, tą priešistorę galime ignoruoti ir sakyti, kad laikas prasidėjo Didžiojo sproгимo momentu. Reikia pabrėžti kad tokia laiko pradžia labai skiriasi nuo ankstesnės jos sampratos. Nekintamoje Visatoje laiko pradžia lemia kažkas už Visatos ribų. Galima įsivaizduoti, kad Dievas sukūrė Visatą tam tikru neapibrėžtu laiko momentu. O jeigu Visata plečiasi, tai egzistuoja fizinės priežastys, nustatančios jos pradžia. Įmanoma ir toliau vaizduotis, kad būtent Dievas sukūrė Visatą Didžiojo sproгимo momentu ar netgi vėliau tokiu būdu, jog tai atrodytų kaip Didysis sproгимas. Tačiau neįmanoma teigti, kad Visata buvo sukurta prieš Didįjį sproгимą. Besiplečiančios Visatos samprata nepaneigia Kūrėjo, tačiau įveda apribojimą jo veiklos datai!

Norint svarstyti Visatos prigimtį ir diskutuoti klausimus, ar ji turėjo pradžia ir ar turės pabaigą, būtina išsiaiškinti, kas yra mokslo teorija. Aš laikysiuosi paprasčiausio požiūrio, kad teorija yra Visatos ar jos dalies modelis, papildytas rinkiniu taisyklių, kurios susieja teorinius dydžius su stebėjimų duomenimis. Tas modelis egzistuoja



mūsų mintyse ir neturi jokios kitos realybės (kad ir kokią prasmę teiktume tam žodžiui). Teorija laikoma gera, jeigu ji tenkina du reikalavimus: pirma, ji, remdamasi modeliu, kuris priklauso tik nuo nedaugelio laisvai pasirenkamų elementų, tiksliai aprašo plačią stebėjimų klasę ir, antra, teorija turi pakankamai aiškiai numatyti būsimų stebėjimų rezultatus. Pavyzdžiui, Aristotelio teorija, kuri postulavo keturis pirminius pradus — ugnį, orą, žemę ir vandenį, buvo gana paprasta, tačiau ja remiantis nebuvo galima gauti jokių konkrečių numatymų. Antra vertus, Newtono gravitacijos teorija rėmėsi dar paprastesniu modeliu, kad visi kūnai traukia vienas kitą jėga, kuri yra tiesiogiai proporcinga dydžiui, vadinamam mase, ir atvirkščiai proporcinga atstumo tarp dviejų sąveikaujančių kūnų kvadratui. Tačiau Newtono gravitacijos teorija leido dideliu tikslumu numatyti Mėnulio ir planetų judėjimą.

Bet kokia fizikos teorija nėra pilnutinė ta prasme, jog tai tik hipotezė, kurios neįmanoma įrodyti. Kad ir kiek kartų patvirtintų eksperimentų rezultatai kokią nors teoriją, niekuomet negalima būti tikram, jog neatsiras jai prieštaraujančio rezultato. Antra vertus, bet kokią teoriją galima paneigti nustatius bent vieną jos neatitinkantį stebėjimo rezultatą. Kaip yra pabrėžęs mokslo



---

*Edwin Hubble (1889—1953). Mount Wilson observatorija, 1924 m.*

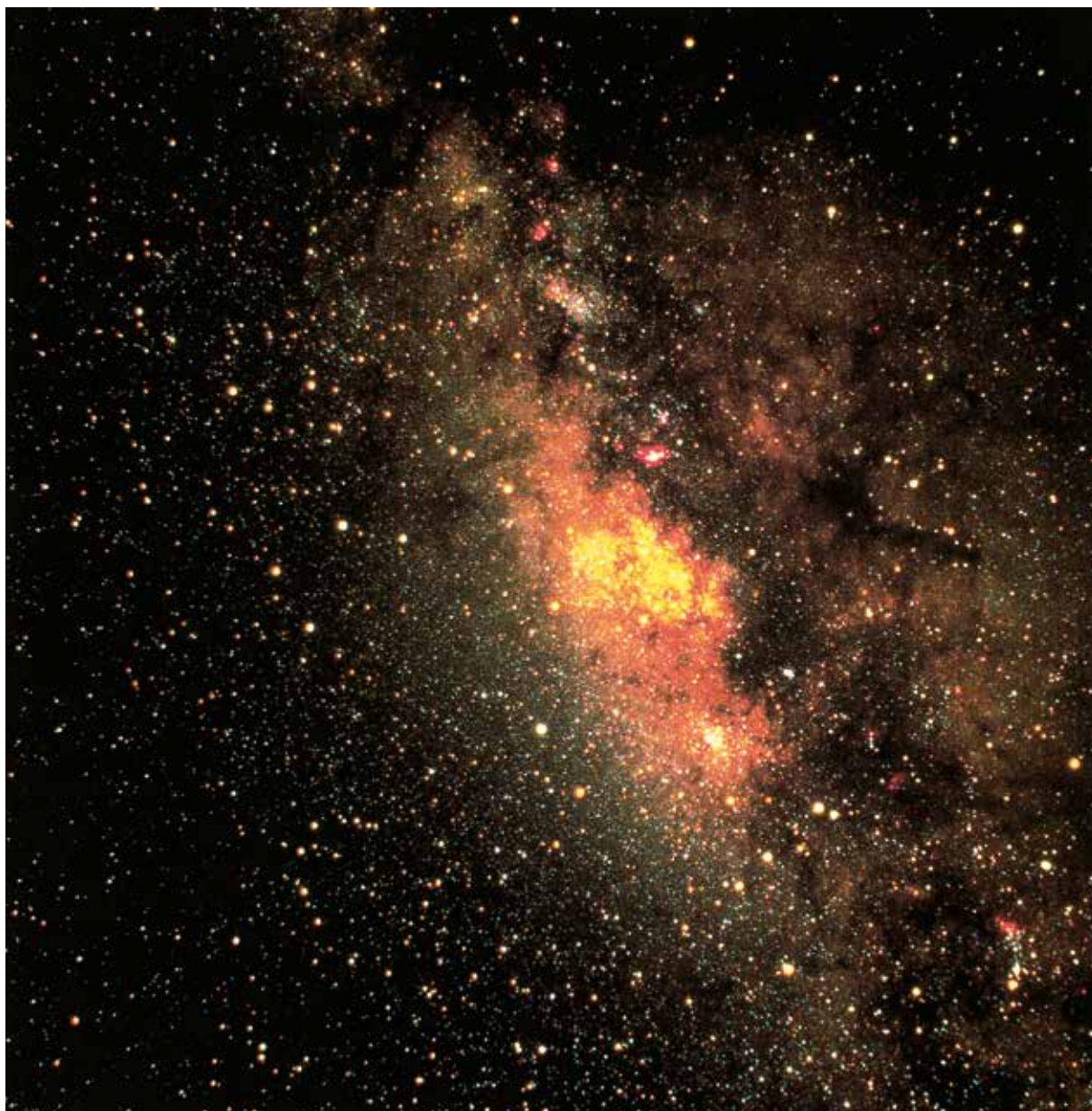
---

filosofas Karlas Popperis (Karlas Popperis), geros teorijos būtinas požymis yra tai, kad ji leidžia gauti numatymų, kurie iš principo galėtų būti paneigti stebėjimais. Kiekvieną kartą, kai nauji eksperimentai patvirtina teorijos prognozes, ji pademonstruoja savo gyvybingumą, ir mūsų pasitikėjimas ja išauga. Tačiau jei bent vienas naujas stebėjimo rezultatas neatitinka teorijos,



ILIUSTRUOTOJI TRUMPA LAIKO ISTORIJA

---





tenka arba jos atsisakyti, arba ją modifikuoti. Toks turėtų būti logiškas sprendimas, nors visada galima suabejoti ir eksperimentą atlikusio asmens kompetencija.

Dažniausiai paaiškėja, kad nauja teorija iš tikrųjų yra tik ankstesnės teorijos praplėtimas. Pavyzdžiui, labai tikslūs Merkurijaus planetos stebėjimai nurodė mažus jos judėjimo neatitikimus palyginti su Newtono gravitacijos teorijos rezultatu. Pagal Einsteino bendrąją reliatyvumo teoriją, Merkurijus turi judėti šiek tiek kitaip, nei numato Newtono gravitacijos teorija. Tas faktas, kad bendroji reliatyvumo teorija pateikia geriau sutampantį su stebėjimų duomenimis atsakymą, tapo vienu iš lemiamų naujos teorijos patvirtinimų. Vis dėlto Newtono gravitacijos teorija ir toliau taikoma sprendžiant visus svarbius įprastinius uždavinius, nes skirtumas tarp jos ir Einsteino teorijos rezultatų yra labai mažas (be to, Newtono teorija yra gerokai paprastesnė).

Galutinis mokslo tikslas yra sukurti pilnutinę bendrą teoriją, kuri aprašytų Visatą kaip visumą. Spręsdami šią problemą, daugelis mokslininkų ją išskiria į dvi dalis. Pirmą dalis — dėsniai, kurie suteikia mums galimybę sužinoti, kaip Visata keičiasi bėgant laikui. (Žinant, kaip atrodo Visata tam tikru laiko momentu, galima

nustatyti, kas jai nutiks bet kuriuo vėlesniu laiko momentu.) Antra dalis — Visatos pradinės būsenos problema. Kai kas mano, kad mokslas turi užsiimti tik pirmąja dalimi, o klausimą, kas įvyko pradiniu laiko momentu, turi nagrinėti metafizika ir religija. Tokio požiūrio šalininkai teigia, kad Dievas yra visagalis, tad jis galėjo sukurti Visatą bet koku būdu pagal savo įnorį. Jeigu jie teisūs, tai Dievas galėjo pasielgti taip, kad Visata vystytųsi neapibrėžtu būdu. Tačiau Dievas pasirinko, kad jos raida vyktų pagal griežtus dėsnius. Tad logiška manyti, kad egzistuoja ir dėsniai, lemiantys pradinę Visatos būseną.

Pasirodo, labai sunku iš karto sukurti teoriją, kuri aprašytų Visatą kaip visumą. Tad problema yra skaidoma į dalis ir kuriamos dalinės teorijos (1.6 pav.). Kiekviena iš jų nagrinėja tam tikrą apibrėžtą stebėjimų klasę ir aprašo juos, neatsižvelgdama į visų kitų dydžių įtaką ir pakeisdama juos paprastų skaičių rinkiniais. Gali būti, kad toks metodas yra absoliučiai klaidingas. Jeigu viskas Visatoje labai priklauso nuo viso kito, tai galbūt, izoliuotai nagrinėjant atskiras problemas dalis, neįmanoma priartėti

---

Priešais: *Paukščių Takas žiūrint link Galaktikos centro Šaulio žvaigždynė.*

---



prie pilnutinio jos sprendimo. Vis dėlto praeityje mokslo progresas vyko būtent tokiu būdu. Kaip klasikinis pavyzdys vėl gali pasitarnauti Newtono gravitacijos teorija, kuri teigia, kad dviejų kūnų traukos jėga priklauso tik nuo vienos jų charakteristikos — masės, bet nepriklauso nuo to, iš kokios medžiagos tie kūnai yra sudaryti. Taigi, skaičiuojant orbitas, kuriomis juda Saulė ir planetos, nereikia naudotis jų sandaros teorijomis.

Dabar mokslininkai, aprašydami Visatą, naudojami dviem teorijomis — bendrąja reliatyvumo teorija ir kvantine mechanika. Jos abi yra XX a. pirmosios pusės didieji intelektualiniai laimėjimai. Bendroji reliatyvumo teorija aprašo gravitacijos jėgą ir didelio masto Visatos megastruktūrą, t. y. jos sandarą nuo kelių kilometrų iki trilijono trilijonų (vienetas su dvidešimt keturiais nuliais, arba  $10^{24}$ ) kilometrų, arba iki stebimosios Visatos matmenų. Priešingai, kvantinė mechanika aprašo mikropasaulio reiškinius, kuriems būdingas vienos milijonosios centimetro ir panašūs atstumai. Deja, tos dvi teorijos nėra suderintos tarpusavyje, tad jos abi vienu metu negali būti teisingos. Viena iš pagrindinių šiuolaikinės fizikos kryptių ir svarbiausia šios knygos tema — naujos teorijos, kuri susietų jas abi į vieną kvantinę gravitacijos

teoriją, paieškos. Kol kas tokios teorijos nėra ir jos galbūt ilgai teks laukti, tačiau mes jau žinome daugelį būsimosios teorijos bruožų. Tolesniuose skyriuose pasakojama apie tai, ką mums turėtų atskleisti kvantinė gravitacijos teorija.

Manant, kad Visata keičiasi ne atsitiktiniu būdu, o paklūsta griežtiems dėsniams, teks galiausiai susieti visas dalines teorijas į vieną pilnutinę, kuri aprašys viską Visatoje. Tiesa, ieškant tokios pilnutinės suvienytosios teorijos, tenka susidurti su esminiu paradoksu. Visa tai, kas pasakyta apie mokslo teorijas, patvirtina prielaidą, kad mes esame protingos būtybės, galime vykdyti Visatoje kokius norime stebėjimus ir, jais remdamiesi, daryti logiškas išvadas. Taigi turime pagrindo manyti, kad mes galime įsiskverbti dar toliau pažindami dėsnius, kurie valdo Visatą. Juk jeigu pilnutinė suvienytoji teorija iš tikrųjų egzistuoja, tai ji, tikėtina, kokiu nors būdu turi įtakos mūsų veiksams. Vadinasi, ta teorija turi įtakos jos paieškų rezultatui! Kodėl ji turėtų lemti, kad mes padarysime teisingas stebėjimų išvadas? Kodėl ji negalėtų taip pat sėkmingai atvesti mus prie neteisingų išvadų? Ar tiesiog į aklakelį?

Aš galiu pateikti vienintelį atsakymą į tuos klausimus. Jis remiasi Charleso Darwino (Čarlzas Darvinas) nustatytu natūraliosios atrankos



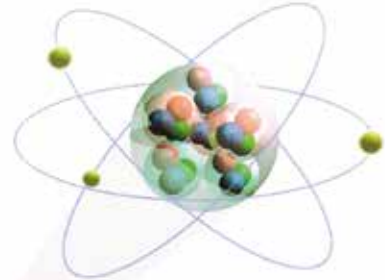


## M Ū S Ū Ž I N I Ū A P I E V I S A T Ā R A I D A

---

Newtono teorija aprašo gravitaciją kaip jėgą, veikiančią per atstumą. Teorija gerai tinka Saulės sistemai, bet negalioja esant stipriam gravitacijos laukui.

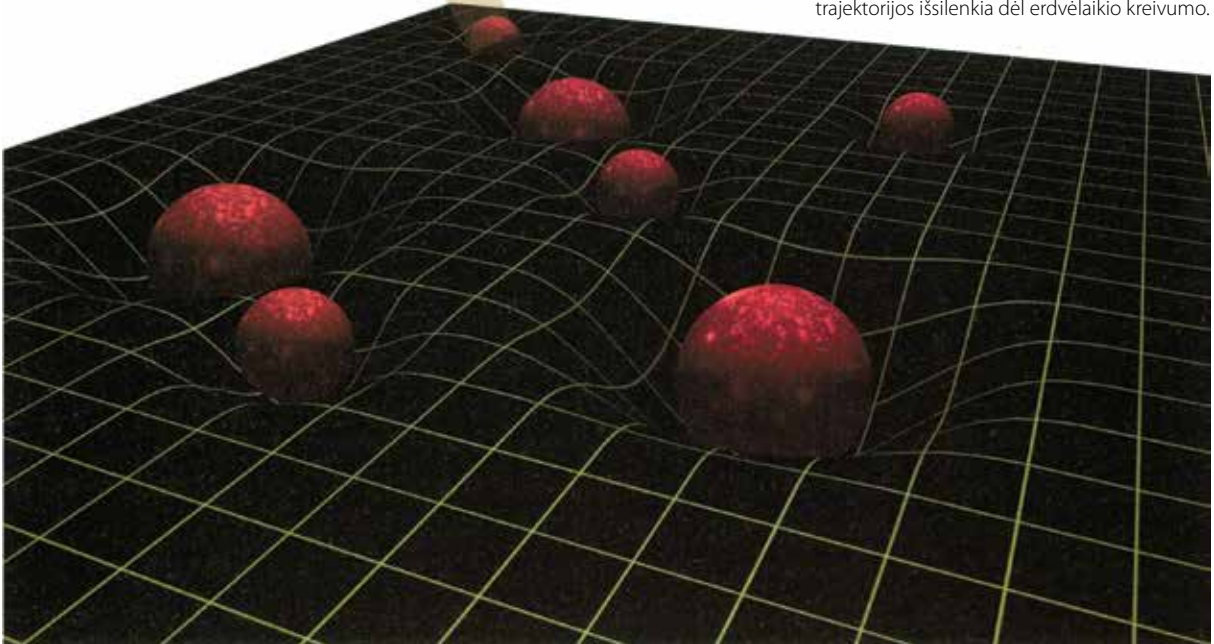
1.6 pav.

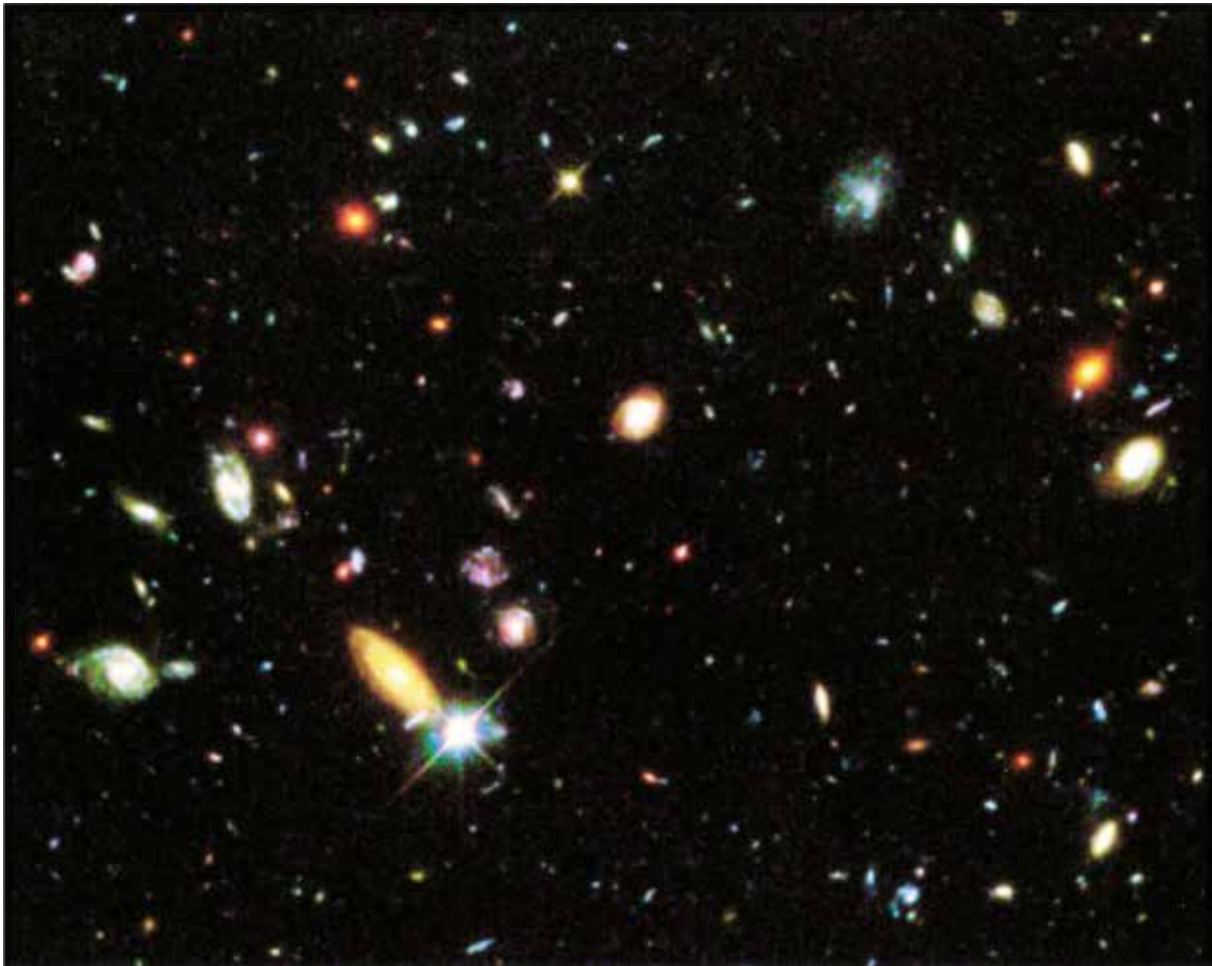


Kvantinė mechanika aprašo atomų ir smulkesnių objektų elgseną.



Bendroji reliatyvumo teorija aprašo gravitaciją kaip masės ir energijos sukeliama erdvėlaikio iškreivimą. Objektai siekia judėti tiesiomis linijomis, bet jų trajektorijos išsilenkia dėl erdvėlaikio kreivumo.





principu. Mano idėja yra tokia: bet kokioje organizmų, galinčių daugintis, populiacijoje neišvengiama genetinių variacijų, be to, individai įgyja skirtingos patirties. Dėl to kai kurie iš jų sėkmingiau už kitus geba daryti išvadas apie

---

Viršuje: *Makrokosmosas. Šioje didelės skiriamosios gebos kosmoso nuotraukoje, gautoje Hubble kosminiu teleskopu, matyti keli šimtai galaktikų.*

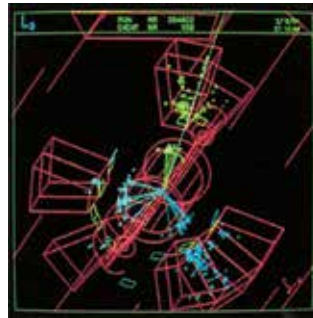
---

juos supantį pasaulį ir taip jame prisitaikyti.



Tokie individai turi daugiau šansų išgyventi ir susilaukti palikuonių, taigi jų mąstysenos ir elgsenos būdas tampa dominuojantis. Praeityje intelektas ir gebėjimas daryti mokslo atradimus tikrai suteikdavo pranašumo siekiant išgyventi. Tiesa, nėra akivaizdu, jog tai teisinga ir dabar: šiuolaikiniai mokslininkų atradimai gali mus ir pražudyti. Net jeigu to pavyks išvengti, pilnutinė suvienytoji teorija vargu ar turės įtakos mūsų išlikimui. Vis dėlto, dėsninga Visatos raida suteikia vilties, kad žmonių gebėjimas mąstyti, įgytas dėl natūraliosios atrankos vykstant evoliucijai, bus esminis veiksnys ieškant pilnutinės suvienytosios teorijos ir padės išvengti neteisingų išvadų.

Kadangi mūsų turimų dalinių teorijų jau visiškai pakanka tiksliems rezultatams gauti visais atvejais, išskyrus ekstremalius, Visatos pilnutinės teorijos paieškas sunku pateisinti praktiniais poreikiais. (Verta pastebėti, kad panašus argumentas galėjo būti taikomas ir reliatyvumo teorijai ar kvantinei mechanikai, tačiau tos teorijos lėmė



---

*Mikrokosmosas.  
Dalelių susidūrimo  
vaizdas, matomas  
CERN 1.3 detektoriaus  
ekrane. Vaizdas  
sukurtas kompiuteriu.*

---

branduolio fizikos ir mikroelektronikos revoliucinius atradimus!) Vis dėlto pilnutinės suvienytosios teorijos sukūrimas gali ir neprisidėti prie mūsų išlikimo, netgi visiškai neturėti įtakos mūsų gyvenimo būdui. Tačiau dar civilizacijos aušroje žmonėms neužteko vien stebėti nepaaiškintus ir nesusijusius tarpusavyje reiškinius; jie troško suprasti vidinę pasaulio sandarą. Ir šiandien mes tebesiekiamo sužinoti, kodėl esame čia ir kaipgi atsiradome. Žmonijai būdingas troškimas pažinti pasaulį yra pakankamas pateisinimas tęsti paieškas. O mūsų galutinis tikslas yra ne mažesnis, kaip išsamus Visatos aprašymas.