

1

MŪSŲ VISATOS PAVEIKSLAS

Kartą vienas žinomas mokslininkas (kai kurie žmonės teigia, kad Bertrandas Russellas) skaitė viešą paskaitą apie astronomiją. Jis pasakojo, kaip Žemė sukasi aplink Saulę ir kaip Saulė savo ruožtu sukasi aplink milžiniškos žvaigždžių sankaupos, vadinamos mūsų Galaktika, centrą. Paskaitos pabaigoje salės gale atsistojo smulkaus sudėjimo senutė ir tarė: „Viskas, ką čia papasakojote, yra nesąmonės. Iš tiesų pasaulis – plokščia lėkštė ant milžiniško vėžlio nugaros.“ Jausdamasis pranašesnis, mokslininkas nusišypsojo ir paklausė: „O ant ko gi stovi tasai vėžlys?“ – „Jaunuoli, jūs labai protingas, labai protingas, – tarė senutė, – bet viskas laikosi ant vėžlių iki pat apačios!“

Daugumai žmonių atrodytų juokinga įsivaizduoti mūsų Visatą kaip begalinę vėžlių bokštą, bet kodėl manome žiną, kad taip nėra? Ką žinome apie Visatą ir kaip įgijome tų žinių? Iš kur atsirado Visata, kokia ji bus ateityje? Ar Visata kažkada prasidėjo, o jei taip, kas buvo *prieš tai*? Kokia yra laiko prigimtis? Ar jis

kada nors baigsis? Ar galime grįžti laiku atgal? Naujausi fizikos proveržiai, kuriems sąlygas iš dalies sudarė fantastiškos naujos technologijos, leidžia mėginti atsakyti į kai kuriuos iš šių nuo seno keliamų klausimų. Galbūt kada nors šie atsakymai mums atrodys tokie pat savaime suprantami kaip ir tai, kad Žemė sukasi aplink Saulę, o gal kaip tik bus tokie juokingi kaip kalbos apie bokštą iš vėžlių. Tik laikas (kad ir kas tai būtų) parodys.

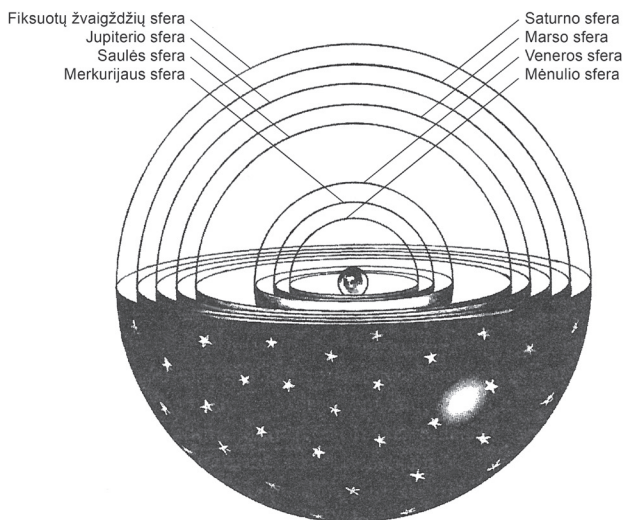
Dar 340 m. pr. Kr. graikų filosofas Aristotelis knygoje „Apie dangų“ pateikė du svarius argumentus, kodėl reikėtų manyti, jog Žemė yra apvalus rutulys, o ne plokščia lėkštė. Pirma, jis suprato, kad Mėnulio užtemimai įvyksta Žemei atsidūrus tarp Saulės ir Mėnulio. Žemė ant Mėnulio visada meta apvalų šešėlį, o taip gali būti, tik jeigu ji yra sferiška. Jeigu Žemė būtų plokščias diskas, jos šešėlis būtų išštos elipsės formos, jei tik užtemimas nevyktų tuo momentu, kai Saulė yra atsidūrusi tiksliai ant disko ašies. Antra, iš kelionių graikai žinojo, kad pietuose Šiaurinė danguje matoma žemiau prie horizonto nei tuomet, kai ji stebima šiauriniuose kraštuose. (Šiaurinė yra tiesiai virš Šiaurės ašigalio, todėl Šiaurės ašigalyje esantis stebėtojas ją matys tiesiai virš savo galvos, o stebėtojas ties pusiauju matys ją ties horizonto linija.)

Remdamasis Šiaurinės skirtingomis regimosiomis padėtimis virš horizonto Egipte ir Graikijoje, Aristotelis netgi pateikė apytikslį įvertinimą, kad Žemės apimtis yra apie 400 000 stadijų¹. Tiksliai nežinoma, koks stadijo ilgis, bet tariant, kad ne mažesnis kaip 180 metrų, gauname, kad Aristotelio pateiktas įvertinimas bemaž du kartus didesnis už dabartinę tiksliai žinomą Žemės apimtį. Negana to, graikai turėjo ir trečią argumentą, kodėl

¹ Stadijas – senovės Graikijoje naudotas ilgio matavimo vienetas, lygus bėgimo tako ilgiui tų laikų stadione. Įvairiose Graikijos vietovėse šis ilgis buvo nevienodas ir svyravo nuo 178 iki 192 m. (Jei nenurodyta kitaip, čia ir toliau – mokslinio redaktoriaus pastabos.)

Žemė turi būti apvali: dėl kokios dar priežasties iš už horizonto atplaukiant laivui pirmiausia pasirodo burės ir tik po to korpusas?

Aristotelis manė, kad Žemė stovi vietoje, o Saulė, Mėnulis, planetos ir žvaigždės sukasi aplink ją apskritiminėmis orbitomis. Jis taip manė, mat laikėsi mistinio įsitikinimo, kad Žemė yra Visatos centras, o judėjimas apskritimu pats tobuliausias. Antrajame amžiuje Ptolemajus išplėtojo šią idėją į išbaigtą kosmologinį modelį. Šio modelio centre – Žemė, ją supa aštuonios sferos, nešančios Mėnulį, Saulę, žvaigždes ir penkias tuo metu žinomas planetas: Merkurijų, Venerą, Marsą, Jupiterį ir Saturną (1 pav.). Planetos savo sferose juda mažesniais apskritimais, kadangi reikėjo paaiškinti gana sudėtingus jų regimojo judėjimo takus, stebimus danguje. Toliausiai nuo Žemės esančioje sferoje išsidėsčiusios vadinamosios nejudančiosios žvaigždės, – išlaikydama nekintamus tarpusavio atstumus jas sfera neša ratu aplink



1 pav.

dangų. Kas yra kitapus šios paskutinės sferos, niekada nebuvo iki galo paaiškinta, tačiau nėra abejonės, kad tai nepriklausė žmogaus stebimai Visatai.

Ptolemajo modelis buvo gana tiksli sistema, leidusi numatyti dangaus kūnų padėtį dangaus sferoje. Bet norint teisingai apskaičiuoti šias padėtis Ptolemajui reikėjo padaryti prielaidą, jog Mėnulio judėjimo takas kartais priartėja prie Žemės dukart arčiau nei kitu laiku. O tai reiškė, kad kartais Mėnulis turėjo atrodyti dukart didesnis nei kitais kartais! Ptolemajas pripažino šį savo modelio trūkumą, tačiau, nepaisant to, jo modelis buvo plačiai, nors ne visuotinai, pripažintas. Krikščionių bažnyčia pripažino jį Šventąjį Raštą atitinkančiu Visatos paveikslu: didelis jo pranašumas buvo tas, kad kitapus nejudančių žvaigždžių sferos liko daug vietos dangui ir pragarui.

Bet 1514 m. lenkų kanauninkas Mikołajus Kopernikas pasiūlė paprastesnį modelį (iš pradžių, galbūt baimindamasis savo bažnyčios kaltinimų erezija, savo modelį jis platino anonimiškai). Jo idėja buvo ta, kad centre yra nejudanti Saulė, o Žemė ir kitos planetos juda aplink ją apskritiminėmis orbitomis. Kol į šį modelį pradėta žiūrėti rimtai, praėjo beveik šimtmetis. Tada du astronomai – vokietis Johannesas Kepleris ir italas Galileo Galilei'us – ėmė viešai reikšti palaikymą Koperniko teorijai, nepaisydami, kad pagal ją apskaičiuotos orbitos neatitiko stebėjimų rezultatų. Galutinis smūgis Aristotelio / Ptolemajo teorijai buvo suduotas 1609 m. Tais metais Galileo pradėjo stebėti naktinį dangų ką tik išrastu teleskopu. Pažvelgęs į Jupiterio planetą, Galileo pamatė, kad aplink ją sukasi keli nedideli palydovai. Tai reiškė, kad, priešingai nei manė Aristotelis ir Ptolemajas, ne viskas turi suktis tiesiogiai aplink Žemę. (Aišku, vis dar buvo įmanoma manyti, kad Žemė stovi Visatos centre, o Jupiterio palydovai itin sudėtingais takais juda aplink ją, todėl tik

atrodo, kad jie sukasi aplink Jupiterį. Tačiau Koperniko teorija buvo žymiai paprastesnė.) Tuo pat metu Johannesas Kepleris patobulino Koperniko teoriją teigdamas, kad planetos juda ne apskritimais, o elipsėmis (elipsė – tai ištišęs apskritimas). Dabar skaičiavimai pagaliau atitiko stebėjimus.

Paties Keplerio požiūriu, elipsės formos orbitos buvo tik *ad hoc* suformuluota hipotezė, be to, gana neestetiška, nes akivaizdu, kad elipsės ne tokios tobulos figūros kaip apskritimai. Kone atsitiktinai atradęs, kad elipsinės orbitos gerai atitinka stebėjimų rezultatus, jis negalėjo jų suderinti su savo idėja, kad planetos sukasi aplink Saulę veikiant magnetinėms jėgoms. Tai buvo paaiškinta tik daug vėliau, 1687 m., kai seras Isaacas Newtonas paskelbė bene svarbiausią kada nors išleistą atskirą fizinių mokslų veikalą „Gamtos filosofijos matematiniai pagrindai“². Jame Newtonas ne tik pateikė teoriją, kaip kūnai juda erdvėje ir laike, bet ir išplėtojo sudėtingus matematinius skaičiavimus, reikalingus tam judėjimui analizuoti. Be to, Newtonas postulavo visuotinės traukos dėsnį, pagal kurį kiekvieną Visatos kūną prie visų kitų kūnų traukia jėga, kuri tuo stipresnė, kuo tie kūnai didesnės masės ir kuo jie arčiau vienas kito. Dėl tos pačios jėgos kūnai krinta ant žemės (pasakojimas, esą Newtoną įkvėpė ant galvos nukritęs obuolys, beveik neabejotinai išgalvotas; pats Newtonas yra sakęs tik tiek, kad idėja apie gravitaciją jam kilusi esant „kontempliatyvios būsenos“ ir kad „ją sukėlė nukritęs obuolys“). Newtonas parodė, kad pagal jo atrastą dėsnį gravitacijos veikiamas Mėnulis juda elipsine orbita aplink Žemę, o Žemė ir kitos planetos – elipsinėmis orbitomis aplink Saulę.

Koperniko modelis atmetė Ptolemajo dangiškas sferas, o kartu ir prielaidą, kad Visata turi natūralią ribą. „Nejudančios

² Lot. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*.

žvaigždės“ iš pažiūros nekeitė buvimo vietos, tik Žemei sukantis apie savo ašį visos kartu judėjo dangumi, todėl įprastai buvo laikomasi prielaidos, kad nejudančios žvaigždės – tokie pat objektai kaip mūsų Saulė, tik kur kas toliau nuo Žemės.

Newtonas suprato, kad pagal jo gravitacijos teoriją žvaigždės turėtų vienos kitas traukti, todėl negali būti, kad jos išvis nejudą. Ar kažkuriam taške jos visos nesukristų viena ant kitos? 1691 m. laiške kitam žymiam to meto mąstytojui Richardui Bentley'ui Newtonas įrodinėjo, kad taip ir atsitiktų, jeigu baigtinėje erdvės srityje būtų baigtinis skaičius žvaigždžių. Kita vertus, jis samprotavo, kad, jeigu žvaigždžių skaičius būtų begalinis ir jos būtų daugmaž tolygiai pasklidusios begalinėje erdvėje, taip neatsitiktų, nes nebūtų jokio centrinio taško, į kurį jos galėtų sukristi.

Šis argumentas – tai pavyzdys, į kokius spąstus galima pakliūti kalbant apie begalybę. Begalinėje Visatoje kiekvieną tašką galima laikyti centru, kadangi kiekvieno taško visose pusėse yra begalinis žvaigždžių skaičius. Tik daug vėliau suprasta, kad teisingas kelias – imti baigtinę sritį, kurioje visos žvaigždės krinta viena ant kitos judėdamos link centro, o tada nagrinėti, kas pasikeis, jeigu pridėsime vis daugiau žvaigždžių, gana tolygiai išsidėsčiusių už nagrinėjamos srities ribų. Pagal Newtono dėsnį, papildomos žvaigždės niekaip nepakeistų pirminių žvaigždžių vidutinio judėjimo, t. y. pirminės žvaigždės sukristų į pasirinktos srities centrą taip pat greitai kaip ir prieš tai. Galime pridėti kiek tik norime žvaigždžių, bet jos vis tiek visada sukris į vieną centrą. Dabar jau žinome, kad neįmanomas toks statiškas begalinės Visatos modelis, kuriame gravitacija visada trauktų kūnus vienus prie kitų.

Galvojant apie bendrą mąstymo atmosferą iki dvidešimtojo amžiaus, įdomu pastebėti, kad niekam nekilo mintis, jog Visata

plečiasi arba traukiasi. Buvo manoma, kad nesikeičianti Visata egzistuoja amžinai arba kad maždaug tokia Visata, kokia yra dabar, buvo sukurta tam tikru laiku praeityje. Iš dalies tokias nuostatas galėjo nulemti žmonių polinkis tikėti amžinomis tiesomis, taip pat paguodžianti išvada, kad, nors jie pasens ir numirs, Visata amžina ir niekada nepasikeis.

Net ir supratusieji, kad remiantis Newtono gravitacijos teorija Visata negali būti statiška, nepagalvojo, jog galbūt ji plečiasi. Užtat buvo mėginama pakeisti teoriją taip, kad esant labai dideliems atstumams gravitacijos jėga taptų stūmos jėga. Tai neturėjo žymesnės įtakos planetų judėjimų prognozėms, tačiau sudarė sąlygas begaliniam žvaigždžių skirstiniui išlaikyti pusiausvyrą: traukos jėgos tarp artimų žvaigždžių buvo atsveriamos toliau esančių žvaigždžių stūmos jėgų. Vis dėlto dabar manome, kad tokia pusiausvyrą būtų nestabili: jeigu kurioje nors srityje žvaigždės bent šiek tiek priartėtų vienos prie kitų, traukos jėgos tarp jų taptų stipresnės ir viršytų stūmos jėgas, todėl žvaigždės vėl imtų artėti viena prie kitos. Kita vertus, jeigu žvaigždės bent šiek tiek viena nuo kitos nutoltų, viršų paimtų stūmos jėgos, kurios jas vieną nuo kitos vis labiau atitolintų.

Kitas argumentas, prieštaraujantis begalinės statiškos Visatos idėjai, paprastai priskiriamas vokiečių filosofui Heinrichui Olbersui, rašusiam apie šią teoriją 1823 m. Iš tiesų ši klausimą kėlė ne vienas Newtono amžininkas, tad Olberso straipsnis net nebuvo pirmasis, kuriame pateikiami įtikinami prieš Newtono teoriją nukreipti argumentai. Vis dėlto jo straipsnis buvo pirmasis, kurį pastebėjo platesnis skaitytojų ratas. Pasak jo, begalinės statiškos Visatos problema ta, kad joje žvelgdami kone kiekviena kryptimi galiausiai susidursime su žvaigždės paviršiumi. Bet tada net ir naktį visas dangus švytės kaip Saulė. Olbersas pateikė kontrargumentą, kad tolimų žvaigždžių spindesį turėtų nuslopinti

šviesos sugertis, kurią sukelia žvaigždžių spindulių kelyje esanti tarpžvaigždinė medžiaga. Bet jeigu taip būtų, tai ilgainiui ši tarpžvaigždinė medžiaga turėtų įkaisti ir imti švytėti taip pat ryškiai kaip žvaigždės. Vienintelė galimybė išvengti išvados, kad visas naktinis dangus turėtų švytėti kaip Saulės paviršius, – padaryti prielaidą, jog žvaigždės šviečia ne amžinai, o įsižiebė tam tikru laiko momentu praeityje. Tokiu atveju šviesą sugerianti medžiaga gali būti dar nespėjusi pakankamai įkaisti arba tolimų žvaigždžių šviesa gali būti dar nespėjusi mūsų pasiekti. Visa tai skatina klausti, dėl ko išvis galėjo įsižiebt žvaigždės.

Aišku, apie Visatos pradžią buvo kalbama jau kur kas seniau. Pasak kai kurių senovinių kosmologijų, taip pat žydu, krikščionių, musulmonų tradicijos, Visata prasidėjo tam tikru nelabai tolimu laiko momentu praeityje. Vienas argumentas už tokį Visatos pradžios suvokimą – įsitikinimas, kad būtinai turi būti „pirmoji priežastis“, galinti paaiškinti Visatos buvimą (Visatoje nutinkantys įvykiai visada aiškinami kaip sukelti kokio nors ankstesnio įvykio, bet tokiu būdu paaiškinti pačios Visatos buvimą galima tik tuo atveju, jeigu ji turi kokią nors pradžią). Kitą argumentą knygoje „Dievo miestas“ pateikė šv. Augustinas. Jis pažymėjo, kad vystantis civilizacijai mes prisimename, kas atliko vieną ar kitą žygdarbį ar išrado kokią nors technologiją. Todėl žmonija, taip pat galbūt ir Visata, egzistuoja ne taip ir ilgai. Šv. Augustinas Visatos sukūrimo data pagal Pradžios knygą laikė apie 5 000 m. pr. Kr. (įdomu, kad ši data ne taip toli nuo paskutiniojo ledynmečio pabaigos apie 10 000 m. pr. Kr., kada, pasak archeologų, iš tiesų prasidėjo civilizacija).

Kita vertus, Aristotelis ir dauguma kitų graikų filosofų nepritarė sukūrimo idėjai, nes ji pernelyg priminė dieviškos valios įsikišimą. Todėl jie laikėsi nuostatos, kad žmonija ir ją supantis pasaulis buvo ir bus amžinai. Senovės mąstytojai jau buvo