

Astrofizika skubantiems



NEIL DEGRASSE TYSON

Iš anglų kalbos vertė Anita Kapočiūtė
Mokslinis redaktorius doc. dr. Jokūbas Sūdžius



Neil deGrasse Tyson
Astrofizika skubantiems

Versta iš
Neil deGrasse Tyson
Astrophysics for People in a Hurry,
W. W. Norton & Company, 2017

Iš anglų kalbos vertė Anita Kapociūtė
Mokslinis redaktorius doc. dr. Jokūbas Sūdžius
Kalbos redaktorė Jurgita Radzevičiūtė
Dizainas: Pete Garceau, vaizdai *iStock*
Maketavo Marija Mlinkauskaitė

Išleido
kitos knygos
kitosknygos.lt

Spausdino
UAB „BALTO print“
baltoprint.com

Tiražas 2 000 egz.

Šiai knygai spausdinti leidykla *kitos knygos* įsigijo
ekokreditą ir prisidėjo prie CO₂ emisijos mažinimo,
miškų atsodinimo ir tvarios gyvensenos skleidimo.



Copyright © 2017 by Neil deGrasse Tyson
© *kitos knygos*, 2019

ISBN 978-609-427-400-8
ISBN 978-609-427-399-5 (el. knyga)

Leidinio bibliografinė informacija pateikiama Lietuvos
nacionalinės Martyno Mažvydo bibliotekos Nacionalinės
bibliografijos duomenų banke (NBDB).

Visiems tiems, kurie per daug užsiėmę,
kad skaitytų storas knygas, bet vis tiek siekia
pažinti kosmosą

TURINYS

Ižanga * 9

1. Istorija, nuostabiausia iš visų * 15
2. Žemėje kaip ir danguje * 29
3. Tebūnie šviesa * 41
4. Tarp galaktikų * 53
5. Tamsioji medžiaga * 65
6. Tamsioji energija * 81
7. Kosmosas periodinėje lentelėje * 99
8. Apie apvalumą * 117
9. Nematoma šviesa * 129
10. Tarp planetų * 147
11. Egzoplaneta Žemė * 159
12. Pamąstymai apie kosminę perspektyvą * 173

Padėkos * 187

Rodyklė * 189

1

Istorija, nuostabiausia iš visų

Pasaulis gyvuoja jau daugybę ilgų metų,
kadaisė paleistas veikti atitinkama eiga.
Visa kita ir išplaukia iš jos.

Lukrecijus, maždaug 50 m. pr. Kr.

Pačioje pradžioje, prieš beveik 14 milijardų metų, visa žinomos Visatos erdvė, visa medžiaga ir visa energija buvo suspausta į gumulėlį, mažesnę už vieną trilijonąją šį sakinių užbaigiančio taško.

Neapsakomo karščio sąlygomis fundamentaliosios jėgos, visos drauge apibūdinančios mūsų Visatą, buvo susijungusios į viena. Nors kol kas dar nežinoma, kaip radosi tasai neapsakomo mažumo miniatiūrinis kosmosas, jis galėjo tik plėstis. Labai greitai. Tą staigaus plėtimosi reiškinį dabar mes vadiname Didžiuoju Sprogimu.

1916 m. Einsteino suformuluota bendroji reliatyvumo teorija suteikia mums šiuolaikinį gravitacijos suvokimą tvirtindama, kad medžiaga ir energija iškreipia jas supančios erdvės ir laiko audinį. XX a. 3-iajame dešimtmetyje prasideda kvantinės mechanikos era, o kvantinė mechanika grįstas mūsų šiuolaikinis supratimas apie viską, kas labai maža: molekules, atomus, subatomines daleles. Bet šiedu Visatos prigimties aiškinimai yra oficialiai nesuderinami tarpusavyje, o tai pastūmėjo fizikus į ilgą žygį sujungti mažiausiųjų teoriją su didžiausiųjų teorija ir sukurti vieną, nuoseklią kvantinės gravitacijos teoriją. Ir nors finišo linijos mes dar toli gražu nepasiekėme, jau žinome, kur mūsų tyko aukščiausios kliūtys. Viena jų slypi vadinamojoje Planko eroje, kai Visata buvo dar labai jauna. Tai laikotarpis nuo laiko momento $t = 0$ iki $t = 10^{-45}$ sekundės (viena dešimties milijonų trilijonų trilijonų trilijonosios sekundės dalis nuo pradžios), kol Visata išsiplėtė iki 10^{-35} metro (viena šimto milijardų trilijonų trilijonosios metro) skersmens. Vokiečių fizikas Maxas Planckas, kurio pavarde šie neįsivaizduojamai maži dydžiai ir pavadinti, kvantuotos energijos idėją pristatė dar 1900-aisiais ir kaip tik jam paprastai priskiriamas kvantinės mechanikos tėvo titulas.

Gravitacinės ir kvantinės mechanikos priešprieša šiuolaikinei Visatai nesukelia jokių praktinių nesklaidumų. Astrofizikai bendrosios reliatyvumo teorijos ir kvantinės mechanikos principus bei metodus taiko labai

skirtingiems uždaviniams spręsti. Bet pradžių pradžioje, Planko laikotarpiu, dabartiniai milžiniški dydžiai buvo labai maži, ir mes įtariame, kad viena ir kita jungė tarsi priverstinė santuoka. Deja, iki šiol taip ir nepavyksta išsiaiškinti, kokie buvo vedybiniai įžadai, tad jokiais (žinomais) fizikos dėsniais negalime bent kiek tikėtinai aprašyti, kas tuo laikotarpiu dėjosi Visatoje.

Vis dėlto linkstame manyti, kad, baigiantis Planko erai, gravitacija išsivadavo iš kitų, vis dar suvienytųjų gamtos jėgų ir įgijo nepriklausomą tapatybę, kurią puikiausiai aprašo dabartinės mūsų teorijos. Sulaukusi 10^{-35} sekundės amžiaus Visata ir toliau plėtėsi, koncentruota energija išskydo, ir tai, kas liko iš suvienytosios jėgos, išsiskaidė į „silpnąją elektromagnetinę“ ir „stipriąją branduolinę“ jėgas. Dar vėliau silpnoji elektromagnetinė jėga pasidalijo į elektromagnetinę ir „silpnąją branduolinę“, šitaip radosi keturios atskiros jėgos (sąveikos), kurias mes spėjome pažinti ir pamilti: silpnoji branduolinė sąveika (jėga), valdanti radioaktyvųjį skilimą, atomo branduolyje daleles surišanti stiprioji branduolinė sąveika (jėga), molekulės surišanti elektromagnetinė sąveika (jėga) ir medžiagos masę surišanti gravitacija.

*

Nuo pačios pradžios praėjo jau viena trilijonoji sekundės.



Visą tą laiką nepaliaujamai vyko medžiagos (subatominių dalelių pavidalu) ir energijos (fotonų pavidalu – tai masės neturintys šviesos nešikliai, kuriems būdingos tiek dalelių, tiek ir bangų savybės) sąveika. Visata buvo pakankamai karšta, kad šie fotonai spontaniškai paversėtų savo energiją medžiagos ir antimedžiagos dalelių poromis, kurios savo ruožtu tuoj pat anihiliuodavo, tokiu būdu grąžindamos energiją fotonams. Taip, antimedžiaga iš tikrųjų egzistuoja. Ją aptikome mes, ne mokslinės fantastikos rašytojai. Šias metamorfozes puikiausiai aprašo garsioji Einsteino lygtis $E = mc^2$, parodanti energijos ir masės sukeičiamumą: kokio medžiagos kiekio verta jūsų energija arba kiek energijos vertas jūsų medžiagos kiekis. Šioje lygybėje c^2 yra šviesos greitis, pakeltas kvadratu – milžiniškas skaičius; dar ir padaugintas iš masės, jis priima mums, kokį didžiulį energijos kiekį gauname per šią transformaciją.

Tuo metu, kai skyrėsi stiprioji branduolinė ir silpnoji elektromagnetinė sąveikos, Visata buvo burbuliuojanti sriuba iš kvarkų, leptonų ir jų antimedžiagos dvynių, taip pat ir bozonų – dalelių, sudarančių jiems galimybę sąveikauti. Nė viena šių šeimų dalelių, kaip manoma, negali būti išskaidyta į dar smulkesnes, dar elementaresnes dalis, bet kiekvienos iš šių esama kelių rūšių. Įprastas fotonas priklauso bozonų šeimai. Ne fizikui geriausiai atpažįstami leptonai būtų elektronas ir galbūt neutrinas,

o geriausiai atpažįstami kvarkai... ką gi, atpažįstamų kvarkų nėra. Jų esama šešių porūšių ir kiekvienam porūšiui priskirtas abstraktus pavadinimas be jokio kito filologinio, filosofinio ar pedagoginio tikslo, išskyrus būtinybę atskirti vieną nuo kito: kylantieji ir krintantieji, keistieji ir žavieji, viršūniniai ir gelminiai.

Beje, bozonai buvo pavadinti indų mokslininko Satyendros Natho Bosės garbei. Leptonų pavadinimo kilmė – graikiškas žodis *leptos*, reiškiantis „lengvas“ arba „mažas“. O štai kvarko pavadinimas gerokai vaizdingesnis, jo kilmė – literatūrinė. Fizikas Murray’us Gellmanas, kuris 1964 m. pasiūlė teoriją, kad kvarkai yra sudedamosios neutronų bei protonų dalys, ir kuris anuomet manė, kad kvarkų šeimą sudaro tik trys nariai, pavadinimą pasiskolino iš Jameso Joyce’o „Finegano budynių“ sunkiai perprantamos frazės: „Trys kvarkai masteriui Markui!“ Vis dėlto vieno privalumo iš kvarkų neatimsi: visų jų pavadinimai paprasti – štai šito chemikai, biologai ir ypač geologai, regis, niekaip nesugeba pasiekti kurpdami pavadinimus kam nors iš savo srities.

Kvarkai – tikri išdaigininkai. Kitaip nei protonų, kurių kiekvieno elektrinis krūvis yra +1, ir elektronų, kurių kiekvieno elektrinis krūvis yra –1, kvarkų krūvis trupmeninis – arba $-\frac{1}{3}$ arba $+\frac{2}{3}$. Negana to, niekada nesučiupsite vieni vieno kvarko, kiekvienas jų visada bus susijungęs su kitais, esančiais netoliese. Iš tiesų jėga, laikanti du kvarkus (arba daugiau) drauge, mėginant juos

atskirti, tik stiprėja, tarsi jie būtų sujungti kažkokia subatomine gumine juostele. Juos tolinant galiausiai guma nutrūksta, ir sukaupia energija, apibrėžiama $E = mc^2$, sukuria galuose naujus kvarkus, šitaip nublokšdama jus atgal į pradžios tašką.

Kvarkų ir leptonų eroje Visata buvo pakankamai tanki, kad vidutinis nuotolis tarp laisvųjų kvarkų prilygtų atstumui tarp susijungusių kvarkų. Tokiomis sąlygomis vienareikšmiškos dviejų gretimų kvarkų jungties negalėjo būti, jie laisvai judėjo vieni tarp kitų, nors visi drauge ir buvo vienas su kitu surišti. Šitokios medžiagos būsenos, savotiško kvarkų katilo, atradimą 2002 m. pirmąsyk paskelbė fizikų grupė iš Brukheiveno nacionalinės laboratorijos (*Brookhaven National Laboratories*) Long Ailande, Niujorke.

Yra įtakingamų teorinių įrodymų, leidžiančių teigti, kad labai ankstyvame Visatos raidos etape, galbūt tuo metu, kai viena nuo kitos atsiskyrė kurios nors dvi sąveikos, būta epizodo, sukūrusio Visatoje ypatingą asimetriją: medžiagos dalelių radosi vos vos daugiau nei anti-medžiagos – kiekvienam milijardui ir vienai dalelei teko milijardas antidalelių. Šitoks nežymus skirtumas vargu ar galėjo būti kieno nors pastebėtas be paliovos vykstant dalelių kūrimosi, anihiliacijos, vėl kūrimosi procesui: kvarkų ir antikvarkų, elektronų ir antielektronų (pastaruosius įprasciau vadinti pozitronais), neutrinų ir anti-neutrinių. Bet kuri neporinė dalelė turėjo begalę varian-

tų, su kuo drauge anihiliuoti – ir tai pavykdavo visoms dalelėms.

Bet viskas truko neilgai. Kosmosas vis plėtėsi ir vėso, dydžiu jau pranoko dabartinę mūsų Saulės sistemą, o temperatūra greitai nukrito žemiau trilijono kelvinų¹.

*

Nuo pradžių pradžios praėjo viena milijonoji sekundės.

*

Ši šiltoka Visata jau nebebuvo nei pakankamai karšta, nei pakankamai tanki kvarkams gaminti, tad kiekvienas jų pasičiuopo po šokių partnerį ir šitaip sukūrė naują ilgalaikę sunkiųjų dalelių, vadinamų hadronais, šeimą (nuo graikiško žodžio *hadros* – stiprus, stambus). Šis perėjimas nuo kvarkų prie hadronų greitai baigėsi protonų ir neutronų, taip pat ir kitų, mažiau žinomų sunkiųjų dalelių atsiradimu. Visas šias daleles sudaro įvairiomis kombinacijomis susijungę skirtingų rūšių kvarkai. Šveicarijoje (toje, mūsų Žemėje) Europos branduolinių tyrimų organizacija² naudoja didįjį greitintuvą, kuriame siekiant atkurti kaip tik šias sąlygas priešpriešiais sudaužiami du hadronų srautai.

1 Kelvinas – SI sistemos temperatūros vienetas (žymimas K). Kelvinais išreikštos temperatūros T ir Celsijaus laipsniais (naudojamos buityje) išreikštos temperatūros t sąryšis: $T = t + 273,15$. (Moksl. red. past.)

2 Paprastai vadinama CERN (pranc. *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*). (Moksl. red. past.)