

TURINYS

10 ĮVADAS

MOKSLO PRADŽIA

600 M. PR. KR. – 1400 M. PO KR.

- 20 **Saulės užtemimus galima numatyti**
Talis Miletietis
- 21 **Dabar paklauskite apie keturis visa ko pradus**
Empedoklis
- 22 **Žemės perimetro matavimas**
Eratostenas
- 23 **Žmogus susijęs su žemesnėmis būtybėmis**
Al Tusi

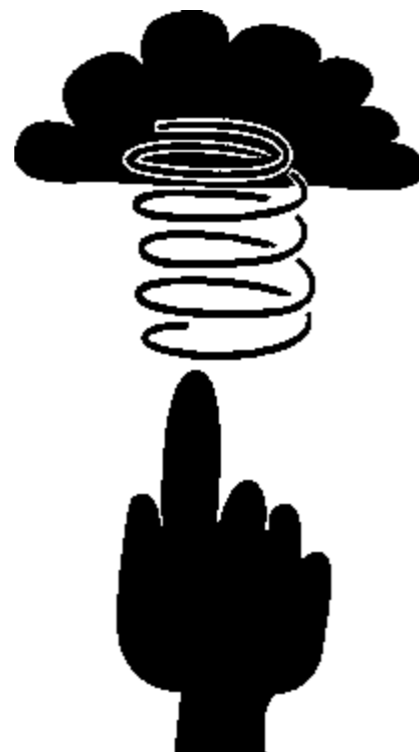


- 24 **Plūduriuojantis kūnas išstumia skysčio kiekį, lygų jo tūriui** Archimedas
- 26 **Saulė yra kaip ugnis, o Mėnulis – kaip vanduo**
Zhang Hengas
- 28 **Mūsų akis šviesa pasiekia tiesėmis**
Alhazenas

MOKSLO REVOLIUCIJA

1400–1700 M.

- 34 **Visa ko centre yra Saulė**
Mikalojus Kopernikas
- 40 **Kiekviena planeta skrieja elipse**
Johannesas Kepleris
- 42 **Krintantys kūnai greitėja vienodai**
Galileo Galilei
- 44 **Žemės rutulys yra magnetas**
Williamas Gilbertas
- 45 **Ne įrodinėjant, o atliekant bandymus**
Francisas Baconas
- 46 **Priiliesti „oro spyruoklė“**
Robertas Boyle'is
- 50 **Šviesa – tai dalelės ar bangos?**
Christiaan Huygensas
- 52 **Pirmasis Veneros proslinkio stebėjimas**
Jeremiah Horrocksas
- 53 **Organizmai vystosi tam tikrais etapais**
Janas Swammerdamas
- 54 **Visi gyvi organizmai sudaryti iš ląstelių**
Robertas Hooke'as



- 55 **Uolienujų sluoksniai slūgso vienas ant kito**
Nicolas Steno
- 56 **Animalcules stebėjimai pro mikroskopą**
Antonie van Leeuwenhoekas
- 58 **Šviesos greičio matavimas**
Ole Rømeris
- 60 **Iš vienos augalo rūšies sėklos niekada neišauga kitos rūšies augalas**
Johnas Ray'us
- 62 **Gravitacija veikia visus Visatoje**
Isaacas Newtonas

BESIPLEČIANTYS HORIZONTAI

1700–1800 M.

- 74 **Gamta nesikeičia labai greitai**
Carlas Linné'us
- 76 **Šiluma, kurios nelieka vandeniui virstant garais, niekur nedingsta**
Josephas Blackas
- 78 **Degusis oras**
Henry Cavendishas
- 80 **Vėjai, artėdami prie pusiaujo, vis labiau ima pūsti iš rytų**
George'as Hadley
- 81 **Galinga srovė išteka iš Floridos įlankos**
Benjaminas Franklinas
- 82 **„Deflogistikuotas oras“**
Josephas Priestley
- 84 **Gamtoje nieko nesukurama, nieko neprarandama, viskas keičiasi**
Antoine'as Lavoisier
- 85 **Augalai įgyja masės iš oro**
Janas Ingenhouszas
- 86 **Naujų planetų atradimai**
Williamas Herschelis
- 88 **Šviesos greičio apribojimas**
Johnas Michellias
- 90 **Sukelti elektros fluido judėjimą**
Alessandro Volta

- 96 **Nesimato nei pradžios ženklo, nei ateities vaizdo**
Jamesas Huttonas
- 102 **Kalnų trauka**
Nevilas Maskelyne'as
- 104 **Gamtos paslaptis: žiedų struktūra ir apdulkinimas**
Christianas Sprengelis
- 105 **Elementai visada jungiasi tokiu pat būdu**
Josephas Proustas

PROGRESO AMŽIUS

1800–1900 M.

- 110 **Eksperimentai gali būti labai lengvai pakartoti šviečiant saulei**
Thomas Youngas
 - 112 **Mažiausių dalelių santykinės masės nustatymas**
Johnas Daltonas
 - 114 **Elektrocheminiai reiškiniai**
Humphry Davy
- 

- 115 **Regioninis uolienujų kartografavimas**
Williamas Smithas
- 116 **Ji žino, kuriai genčiai priklauso kaulai**
Mary Anning
- 118 **Igytų savybių paveldėjimas**
Jeanas Baptiste'as Lamarckas
- 119 **Kiekvienas cheminis junginys susideda iš dviejų dalių**
Jönsas Jakobas Berzelius
- 120 **Elektros srovė neapsiriboja laidžia viela**
Hansas Christianas Ørstedas
- 121 **Vieną dieną, sere, tai bus apmokestinta**
Michaelas Faraday'us
- 122 **Šiluma įsiskverbia į visą Visatos materiją**
Josephas Fourier
- 124 **Dirbtinė organinių medžiagų gamyba iš neorganinių medžiagų**
Friedrichas Wöhleris
- 126 **Vėjai niekada nepučia tiesėmis**
Gaspard'as Gustave'as de Coriolis
- 127 **Apie spalvotą dvinarių žvaigždžių šviesą**
Christianas Doppleris
- 128 **Ledynas buvo didžiulis Dievo plūgas**
Louis Agassiz
- 130 **Gamta gali būti laikoma viena didžiule visuma**
Alexanderis von Humboldtas

136 **Šviesa vandeniui sklinda lėčiau negu oru**
Léonas Foucault

138 **Kūno energija gali būti paversta šiluma**
Jamesas Joule'is

139 **Statistinė molekulių judėjimo analizė**
Ludwigas Boltzmannas

140 **Aš ne plastikus tikėjausi išrasiąs** Leo Baekelandas

142 **Šį principą pavadinau natūraliaja atranka**
Charlesas Darwinas

150 **Orų numatymas**
Robertas Fitzroy'us

156 **Omne vivum ex vivo – visa gyvybė iš gyvybės**
Louis Pasteuras

160 **Viena gyvatė sugriebė savo uodegą**
Augustas Kekulė

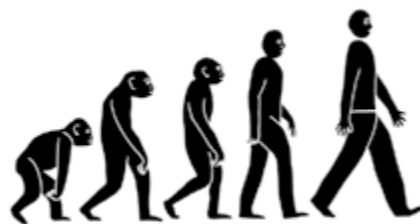
166 **Aiščiai išreikštas skilimo santykis trys su vienu**
Gregoras Mendelis

172 **Paukščių ir dinozaurų evoliucinis ryšys**
Thomas Henry Huxley

174 **Savybių periodiškumas akivaizdus**
Dmitrijus Mendelejevas

180 **Šviesa ir magnetizmas – tos pačios kilmės reiškiniai**
Jamesas Clerkas Maxwellas

186 **Spinduliai sklido iš vamzdžio**
Wilhelmas Röntgenas



188 **Žvilgsnis į Žemę**
Richardas Dixonas Oldhamas

190 **Radiacija yra susijusi su elementų atominėmis savybėmis** Marie Curie

196 **Užkrėtimą sukeliantis skystis**
Martinusas Beijerinckas

PARADIGMŲ POKYTIS 1900–1945 m.

202 **Kvantai yra nedalomos energijos porcijos**
Maxas Planckas

206 **Dabar jau žinau, kaip atrodo atomas**
Ernestas Rutherfordas

214 **Gravitacija yra erdvėlaikio tęstinumo iškraipymas**
Albertas Einšteinas

222 **Dreifuojantys žemynai yra didžiulės nuolat kintančios dëlionės detalės**
Alfredas Wegeneris

224 **Chromosomos atsakingos už paveldimumą**
Thomas Huntas Morganas

226 **Mikrodalelės pasižymi bangų savybėmis**
Erwinas Schrödingeris

234 **Neapibrėžtumas yra neišvengiamas**
Werneris Heisenbergas

236 **Visata yra didžiulė... ir nuolat plečiasi**
Edvinas Hubble'as

242 **Erdvinis radiusas prasidėjo nuo nulio**
Georges Lemaître

246 **Visos medžiagos dalelės turi savo antidalelę**
Paulas Diracas

248 **Yra riba, kurią viršijus žvaigždės likučio kolapsas tampa nestabilus**
Subrahmanyas Chandrasekharas

249 **Pats gyvenimas yra žinių kaupimo procesas**
Konradas Lorenzas



250 **Trūksta 95 procentų Visatos**
Fritzlas Zwicky

252 **Universali skaičiavimo mašina**
Alanas Turingas

254 **Cheminio ryšio kilmė**
Linusas Paulingas

260 **Atomo branduolyje slypi neįtikėtina jėga**
J. Robertas Oppenheimeris

KERTINIAI AKMENYS 1945 m.–DABARTIS

270 **Mes sudaryti iš žvaigždžių dulkių**
Fredas Hoyle'as

271 **Šokinėjantys genai**
Barbara McClintock

272 **Keista šviesos ir materijos teorija**
Richardas Feynmanas

274 **Gyvybė nėra stebuklas**
Haroldas Urey,
Stanley Milleris

276 **Norėtume pasiūlyti deoksiribonukleorūgšties (DNR) struktūrą**
Jamesas Watsonas,
Francisas Crickas

284 **Viskas, kas gali įvykti, įvyksta**
Hughas Everettas III



286 **Tobulas kryžiuokų ir nuliukų žaidimas**
Donaldas Michie

292 **Fundamentaliųjų jėgų vienovė**
Sheldonas Glashow

294 **Mes esame pasaulinio atšilimo priežastis**
Charlesas Keelingas

296 **Drugelio efektas**
Edwardas Lorenzas

298 **Vakuumas nėra visiškai niekas**
Peteris Higgasas

300 **Simbiozė yra visur**
Lynn Margulis

302 **Kvarkai vaikšto po tris**
Murray Gellis Mannas

308 **Visuotinė teorija?**
Gabriele Veneziano

314 **Juodosios skylės išnyksta**
Stephenas Hawkingas

315 **Žemė ir visos joje esančios gyvybės formos sudaro vieną gyvą organizmą, vadinamą gaja**
Jamesas Lovelockas

316 **Debesį sudaro bangos virš bangų**
Benoît Mandelbrotas

317 **Kvantinis skaičiavimo modelis**
Jurijus Maninas

318 **Genai gali pereiti iš vienos rūšies į kitą**
Michaelas Syvanenas

320 **Futbolo kamuolys gali atlaikyti didelį spaudimą**
Harry Kroto

322 **Įterpti žmonėms genus ligoms gydyti**
Williamas Frenchas Andersonas

324 **Kompiuterio ekrane sukurti naujas gyvybės formas**
Craigas Venteris

326 **Naujas gamtos dėsnis**
Ianas Wilmutas

327 **Pasauliai už Saulės sistemos**
Geoffrey Marcy

328 **ŽINYNAS**

340 **SĄVOKŲ ŽODYNĖLIS**

344 **RODYKLĖ**

352 **PADĖKA**



Mokslas yra nuolatinės tiesos paieškos – jau nuo ankstyviausių civilizacijų laikų žmogus stengiasi suprasti, kaip veikia Visata. Vedamas smalsumo jis svarsto, stebi ir eksperimentuoja. Garsiausias senovės graikų filosofas Aristotelis daug rašė mokslinėmis temomis ir paklojo daugybės vėlesnių darbų pamatus. Jis buvo geras gamtos stebėtojas, tačiau visiškai pasikloję protu bei argumentais ir nedarė jokių eksperimentų, todėl dažnai klydo. Pvz., Aristotelis teigė, kad sunkūs kūnai krinta greičiau nei lengvi ir, jeigu vienas kūnas yra dvigubai sunkesnis už kitą, jis kris dvigubai greičiau. Nors tai buvo klaidingas teiginys, niekas juo nesuabejojo, kol Italijos astronomas Galileo Galilei 1590 m. šį požiūrį paneigė. Šiandien akivaizdu, kad geras mokslininkas turi pasikliauti empiriniais įrodymais, tačiau taip buvo toli gražu ne visuomet.

Mokslinis metodas

Loginę mokslinio pažinimo proceso sistemą pirmasis pateikė anglų filosofas Francisas Baconas XVII a. pr. Bacono mokslinio metodo, grįsto 600 metų anksčiau gyvenusio arabų mokslininko Alhazeno darbu ir tęsto prancūzų filosofo René Descartes'o, esmė ta, kad mokslininkai turi stebėti, suformuluoti teoriją,

paaškinančią, kas vyksta, ir tada atlikti eksperimentą, kad patikrintų, ar ši teorija teisinga. Jei pasirodo, kad ji teisinga, tada rezultatai gali būti išsiųsti kolegoms susipažinti, ir toje pačioje ar panašiose srityse dirbantys žmonės kviečiami nurodyti išdėstytų argumentų spragas ir arba paneigti tą teoriją, arba pakartoti eksperimentą, kad įsitikintų, jog rezultatai yra teisingi.

Visuomet naudingos tos hipotezės ar prognozės, kurias galima patikrinti. Anglų astronomas Edmondas Halley, 1682 m. stebėdamas kometa, pamatė, kad ji panaši į kometas, pasirodžiusias 1531 ir 1607 m., ir teigė, kad visos trys yra tas pats objektas, skriejantis orbita aplink Saulę. Halley prognozavo, kad ji grįš 1758 m., ir jis buvo teišus, nors



Visus dalykus galima lengvai suvokti, kai jie jau atrasti; esmė yra juos atrasti.

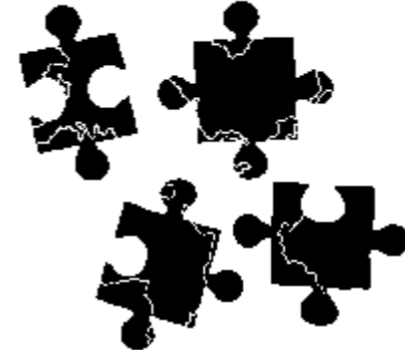
Galileo Galilei



vos nesuklydo – kometa buvo pastebėta pačioje tų metų pabaigoje – gruodžio 25-ąją. Šiandien ji žinoma kaip Halio kometa. Kadangi retai kada turi galimybę atlikti eksperimentus, astronomai įrodymus renka stebėdami.

Eksperimentai gali patikrinti teoriją ar būti visiškai spekuliatyvūs. Pvz., iš N. Zelandijos kilęs fizikas Ernestas Rutherfordas stebėjo savo studentus, skaičiuojančius alfa dalelių blyksnius ant auksinės folijos lakšto, kad aptiktų mažus nuokrypius, ir pasiūlė į šį lakštą paleisti alfa dalelių srautą. Didžiausiai jų nuostabai, kai kurios alfa dalelės atsoko nuo popieriaus lapo storio folijos. Pasak Rutherfordo, išpūdis buvo toks, tarsi nuo popieriaus lapo atsoktų patrankos sviedinys. Šis tyrimas paskatino jį išskelti novatorišką idėją apie atomo sandarą.

Eksperimentas būna įtikinamesnis, jei mokslininkas, siūlydamas naują metodą ar teoriją, gali pateikti ir rezultatų prognozes. Jei eksperimento metu gaunamas numatytas rezultatas, mokslininkas turi svarių įrodymų, patvirtinančių jo teoriją. Tačiau net ir šiuo atveju mokslas negali įrodyti, kad teorija yra teisinga; jis gali, pasak XX a. mokslininko filosofo Karlo Popperio, tik paneigti tam tikrus dalykus. Kiekvienas eksperimentas, kuris



pateikia numatytus atsakymus, yra patvirtinantis įrodymas, tačiau užtenka vieno nepavykusio eksperimento ir visa teorija žlugs.

Šimtmečius gyvavusios teorijos, pvz., apie geocentrinę Visatą, keturis organizmo skysčius, degumo pradą flogistoną ir paslaptinę terpe, vadinamą eteriu, buvo paneigtos ir pakeistos naujomis. Antra vertus, tai tik teorijos ir jos gali būti paneigtos, nors daugeliu atveju mažai tikėtina, atsižvelgiant į jas pagrindžiančius įrodymus.

Idėjų tąsa

Mokslui retai kada būdingi paprasti loginiai žingsniai. Keli atskirai vienas nuo kito dirbantys mokslininkai galbūt ir gali padaryti vienodus atradimus, tačiau pažanga beveik visais atvejais priklauso nuo ankstesnių darbų ir teorijų. Viena priešasčių, lėmusių didžiulio aparato, žinomo kaip didysis hadronų greitintuvas, sukonstravimą, buvo noras rasti Higgso daleles, kurių egzistavimas prognozuotas prieš 40 metų, 1964 m. Šios prognozės pagrindas buvo dešimtmečius trukęs teorinis atomo modelio nagrinėjimas, siekęs Rutherfordo ir Danijos fiziko Nielso Bohro laikus XX a. 3-iajame deš., o šį paskatino elektrono atradimas 1897 m., kuris buvo grįstas 1869 m. atrastais katodiniais

spinduliais. Viso to nebūtų buvę, jeigu ne vakuuminis siurblys ir 1799 m. išrasta baterija – ir taip grandinė tęsiasi dešimtmečius ir šimtmečius. Garsus didžiojo anglų fiziko Isaaco Newtono teiginys skelbia: „Jei mačiau toliau negu kiti, tai todėl, kad stovėjau ant milžino pečių.“ Pirmiausia jis turėjo omeny Galileo, tačiau tikriausiai buvo matęs ir Alhazeno „Optikos“ kopiją.

Pirmieji mokslininkai

Pirmieji filosofai, laikęsi mokslinio požiūrio, iškilo senovės Graikijoje VI ir V a. pr. Kr. Talis Miletietis 585 m. pr. Kr. numatė Saulės užtemimą, 50 metų vėliau Pitagoras dab. Pietų Italijos teritorijoje įkūrė matematikos mokyklą, o Ksenofanas, ant kalno radęs jūros kriauklių, nutarė, kad visą Žemę kadaise turėjusi dengti jūra.

IV a. pr. Kr. Sicilijoje Empedoklis teigė, kad žemė, oras, ugnis ir vanduo yra „keturi visa ko pradai“. Taip pat jis nusivedė savo sekėjus prie Etnos ugnikalnio kraterio ir į jį išoko, vaizdžiai norėdamas pademonstruoti savo nemirtingumą, – ir iš tikrųjų jį prisimename iki šių dienų.

Žvaigždžių stebėtojai

Tuo metu Indijoje, Kinijoje ir Viduržemio jūros regione žmonės bandė suprasti, kaip juda dangaus kūnai. Jie sudarė žvaigždžių

žemėlapius – iš dalies navigaciniams tikslams – ir žvaigždėms ar jų grupėms suteikė pavadinimus. Buvo atkreiptas dėmesys, kad kai kurie šviesuliai „nejudančių žvaigždžių“ atžvilgiu juda netaisyklingomis trajektorijomis. Šias klajojančias žvaigždes graikai pavadino „planetomis“. Kinai 240 m. pr. Kr. pastebėjo Halio kometa, o 1054 m. – supernovą, dabar žinomą kaip Krabo ūkas.

Išminties namai

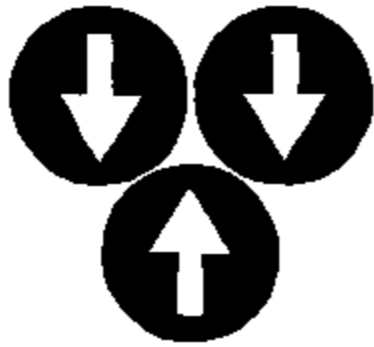
VIII a. pab. Abasidų kalifatas naujojoje savo sostinėje Bagdade įkūrė Išminties namus, didžiulę biblioteką. Tai paskatino sparčią islamo mokslo ir technologijų pažangą. Buvo išrasta »



Norint iš tikrųjų atrasti tiesą, reikia bent kartą gyvenime suabejoti viskuo, kuo tik įmanoma.

René Descartes'as





daugybė sudėtingų mechaninių prietaisų, tarp jų ir astrolabiija, naudota navigacijai jūroje pagal žvaigždes. Klestėjo alchemija, buvo sukurta distiliacijos technologija. Bibliotekoje mokslininkai sukaupe svarbiausias Graikijos ir Indijos knygas, išvertė jas į arabų kalbą, o Vakarai šitaip iš naujo atrado antikos autorių veikalus ir sužinojo apie „arabiškus“ skaitmenis, tarp jų ir nulį, kurie buvo perimti iš Indijos.

Šiuolaikinio mokslo pradžia

Vakarų pasaulyje ėmus silpti Bažnyčios monopoliui į mokslinę tiesą, 1543 m. pasaulį išvydo dvi itin reikšmingos knygos. Belgijos anatomas Andreas Vesalius išleido veikalą „Apie žmogaus kūno sandarą“, kur aprašė savo atliktus žmogaus lavonų skrodimus, gausiai pateikdamas iliustracijų. Tais pačiais metais lenkų gydytojas Mikalojus Kopernikas parašė veikalą „Apie dangaus sferų sukimąsi“, kur konstatavo, kad Saulė yra Visatos centras, paneigdamas Žemės, kaip centro, teoriją, tūkstantmečiu anksčiau sukurta Klaudijo Ptolemajo.

1600 m. anglų gydytojas Williamas Gilbertas išspausdino veikalą „Apie magnetą“, kuriame paaiškino, jog kompasas rodyklę į šiaurę rodo todėl, kad magnetas yra pati Žemė. Jis netgi teigė, kad Žemės branduolys sudarytas

iš geležies. 1623 m. kitas anglų gydytojas Williamas Harvey'us pirmą kartą aprašė, kad širdis veikia kaip pompa ir visam kūnui paskirsto kraują, taip visam laikui paneigdamas ankstesnę teoriją, kurią prieš 1400 metų iškėlė graikų–romėnų gydytojas Galenas. XVII a. 7-ajame deš. anglų–airių chemikas Robertas Boyle'is išleido knygų seriją, tarp jų ir „Chemiką skeptiką“, kurioje apibrėžė cheminio elemento sąvoką. Tuo fiksuojamas chemijos kaip mokslo atsiradimas, atsiskyrus nuo paslaptingosios alchemijos, iš kurios kilo.

Robertas Hooke'as, kurį laiką dirbęs Boyle'io asistentu, 1665 m. išleido pirmąją mokslo populiarinimo knygą „Mikrografija“. Jo puikios išlankstomos įvairių dalykų, pvz., blusos ar musės akies, nuotraukos atvėrė anksčiau nematytą mikroskopinį pasaulį. Tuomet 1687 m. pasirodė tai, kas, daugelio nuomone, laikoma svarbiausia visų laikų mokslinė knyga – Isaaco Newtono „Matematiniai gamtos filosofijos pagrindai“, ppr. vadinama „Pagrindais“. Jo judėjimo ir visuotinės traukos dėsniai sudaro klasikinės fizikos pagrindą.

Elementai, atomai, evoliucija

XVIII a. prancūzų chemikas Antoine'as Lavoisier atskleidė deguonies

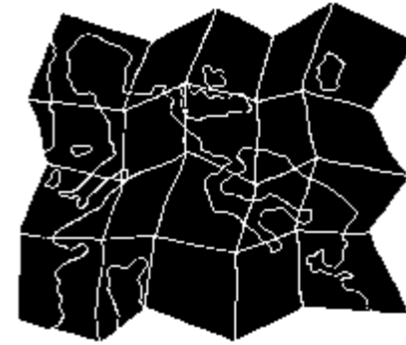
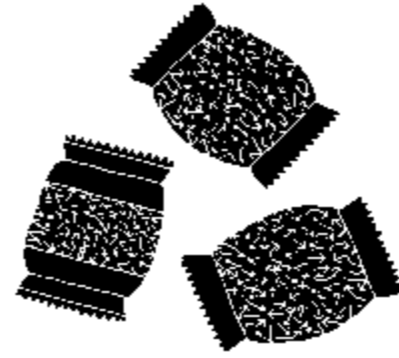
vaidmenį degimo procese, paneigdamas senąją flogistono teoriją. Netrukus kaip iš gausybės rago pasipylė naujų dujų ir jų savybių tyrimų. Nagrinėdamas atmosferos dujas, britų meteorologas Johnas Daltonas priėjo prie išvados, kad kiekvieną elementą sudaro unikalūs atomai, ir pasiūlė atominės masės idėją. Tuomet vokiečių chemikas Augustas Kekulé sukūrė molekulinės struktūros koncepciją, o rusų išradėjas Dmitrijus Mendelejevas sudarė pirmąją visuotinai pripažintą periodinę elementų lentelę.

Alessandro Voltai Italijoje 1799 m. išradus elektros bateriją, atsivėrė



Pats sau atrodau tarsi berniukas, žaidžiantis pajūryje ir visą dėmesį sutelkęs į kuo plokštesnio akmenuko paiešką <...>, o didysis tiesos vandenynas plyti prieš mane neištyrinėtas.

Isaacas Newtonas



naujos mokslo sritys, kurias plėtojo Danijos fizikas Hansas Christianas Ørstedas ir jo amžininkas britas Michaelas Faraday'us, atradami naujus elementus ir iškeldami mintį apie elektromagnetizmą, lėmusią elektros variklio išradimą. Tuo metu atmosferai, žvaigždėms, šviesos greičiui ir šilumos prigimčiai buvo pritaikytos klasikinės fizikos idėjos, taip susikūrė termodinamikos mokslas.

Geologai, tyrinėjantys uolinių sluoksnius, pradėjo rekonstruoti Žemės praeitį. Iškasus išnykusių būtybių liekanų, tapo madinga paleontologija. Mary Anning, paprasta britė mergina, tapo visame pasaulyje garsi fosilijų rinkėja. Rodus dinosauro liekanų, kilo evoliucijos idėjų, iš kurių garsiausias pasiūlė britų gamtininkas Charlesas Darwinas, suformavęs rūšių kilmės ir gyvybės ekologijos teorijas.

Neapibrėžtumas ir begalybė

Baigiantis XIX a. jaunas vokiečių, vardu Albertas Einsteinas, pateikė reliatyvumo teoriją, sukrėtusią klasikinę fiziką ir paneigusią absoliutaus laiko ir erdvės idėją. Buvo pasiūlyti nauji atomo modeliai; atrasta, kad šviesa gali būti ir dalelė, ir banga, o kitas vokiečių – Werneris Heisenbergas – teigė, kad Visata yra neapibrėžta.

Tačiau išpūdingiausia šiame amžiuje buvo tai, kad techninė pažanga leido mokslui žengti į priekį taip sparčiai, kaip niekada anksčiau, šuoliais plito naujos, dar tikslesnės idėjos. Vis galingesni dalelių greitintuvai atskleidė naujus fundamentalius materijos vienetus. Stipresni teleskopai parodė, kad Visata plečiasi, o jos pradžia – Didysis Sprogimas. Pradėjo plisti ir juodųjų skylių idėja. Imta teigti, jog didžiumą Visatos sudaro tamsioji medžiaga ir tamsioji energija, o astronomai pradėjo atrasti naujus pasaulius – planetas tolimų žvaigždžių orbitose, kuriose net gali egzistuoti gyvybė. Britų matematikui Alanui Turingui kilo mintis apie universaliąją skaičiavimo mašiną ir, nepraėjus nė 50 metų, jau turėjome asmeninius kompiuterius, pasaulinį saityną ir išmaniuosius telefonus.



Tikrovė yra tik iliuzija, nors ir labai įtikinama.

Albertas Einsteinas



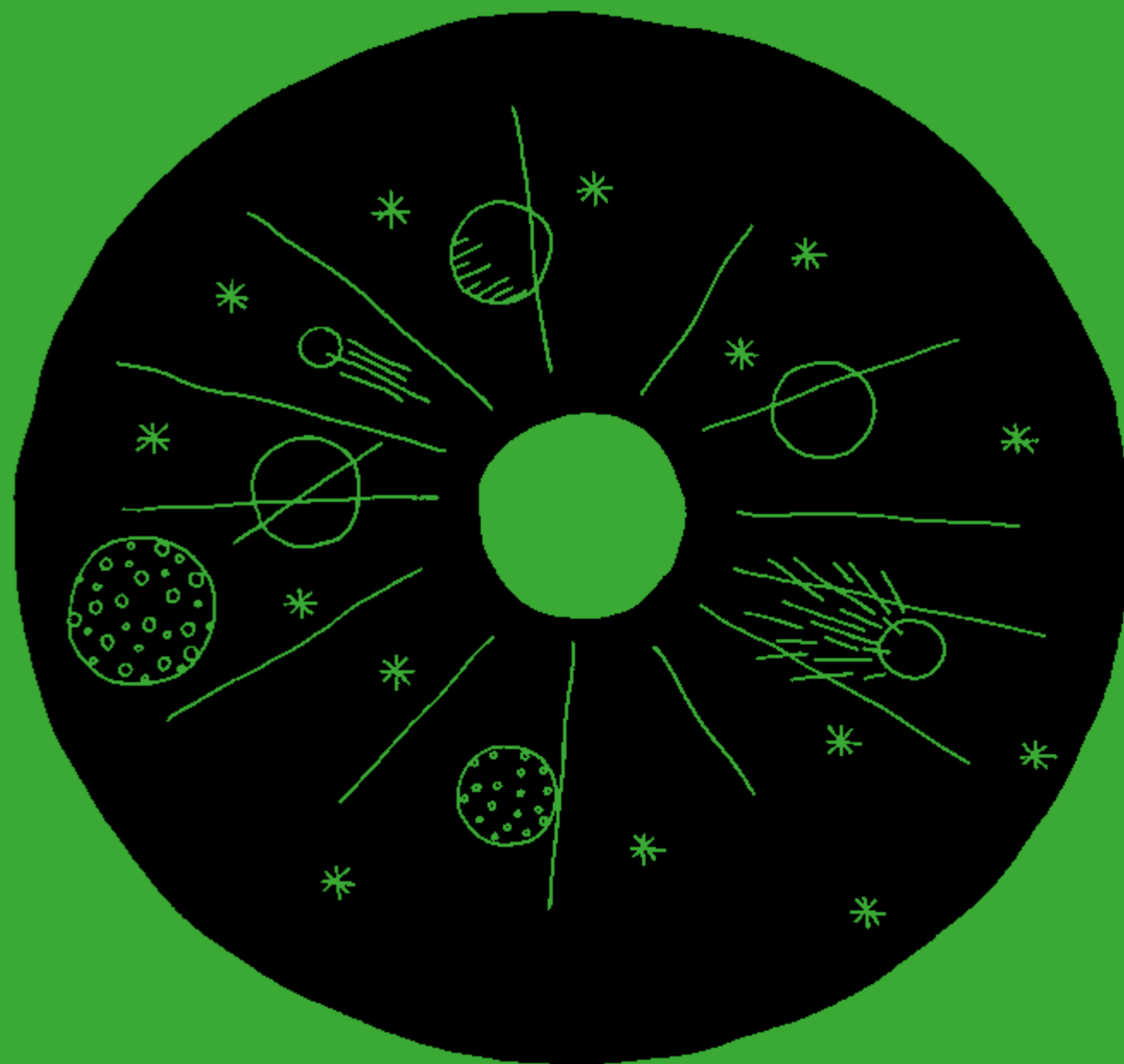
Gyvybės paslaptys

Biologijos srityje paaiškėjo, kad paveldėjimo pagrindą sudaro chromosomos, ir buvo atskleista DNR cheminė sandara. Vos po 40 metų tuo pagrindu startavo žmogaus genomo projektas, kuris iš pradžių atrodė sudėtingas, tačiau, pasitelkus kompiuterius, progresavo vis greičiau. DNR sekų tyrimai laboratorijose dabar atliekami beveik kasdien, genų terapija virto realybe ir buvo klonuotas pirmasis žinduolis.

Šių dienų mokslininkai remiasi šiais ir kitais laimėjimais, tačiau nepailstamos tiesos paieškos tebesitęsia. Taigi, tikėtina, visada bus daugiau klausimų nei atsakymų, tačiau ateities atradimai neabejotinai nesiliaus mūsų stebėnų. ■

VISA KO CENTRE YRA SAULIĖ

MIKALOJUS KOPERNIKAS (1473–1543)



KONTEKSTAS

SRITIS

Astronomija

PRIEŠ

III a. pr. Kr. Archimedas savo veikale „Smiltelių skaičiavimas“ paskelbia Aristarcho Samiečio, teigusio, kad Visata yra gerokai didesnė nei visuotinai manoma ir kad jos centras yra Saulė, idėjas.

150 m. po Kr. Klaudijas Ptolemajus pasitelkia matematiką geocentriniam (visa ko centre – Žemė) Visatos modeliui aprašyti.

PO

1609 m. Johannesas Kepleris išsprendžia besitęsiančius nesutarimus dėl heliocentrinio (su Saule centre) Saulės sistemos modelio, iškeldamas elipsinės orbitos idėją.

1610 m. Stebėdamas Jupiterio palydovus, Galileo įsitikina Koperniko teisumu.

Vakarų mintis ankstyvojoje savo istorijoje buvo paveikta idėjos, kad visa ko centras yra Žemė. Šis geocentris modelis susijęs su kasdieniu patyrimu ir pojūčiais – juk neįtame jokio Žemės, ant kurios stovime, judesio ir neišgilinus atrodo, kad nėra jokių regimų įrodymų, jog mūsų planeta taip pat juda. Žinoma, paprasčiausia aiškinti taip, kad Saulė, Mėnulis, planetos ir žvaigždės skirtingu greičiu skrieja aplink Žemę. Manoma, kad ši sistema buvo plačiai priimta senovės pasaulyje ir klasikiniuose filosofijoje IV a. pr. Kr. ją įtvirtino Platono ir Aristotelio veikalai.

Tačiau kai senovės graikai išmatavo planetų judėjimą, paaiškėjo, kad dėl geocentrinės sistemos kyla problemų. Žinomų planetų orbitos – penki klaidžiojantys dangaus šviesuliai – juda sudėtingomis trajektorijomis. Merkurijus ir Venera, visuomet matomi ryto ir vakaro danguje, brėžia siauras kilpas aplink Saulę. Tuo tarpu Marsui, Jupiteriui ir Saturnui apskrieti aplink pagrindines žvaigždes užtrunka

“
Jei Viešpats visagalis būtų pasitaręs su manimi prieš pradėdamas tai kurti, būčiau rekomendavęs ką nors paprastesnio.
Alfonso X
Kastilijos karalius

atitinkamai 780 dienų, 12 ir 30 metų, nes jų judėjimą apsunkina „retrogradinės“ kilpos, kuriose jie sulėtėja ir laikinai nukrypsta nuo pagrindinės savo judėjimo krypties.

Ptolemajaus sistema

Norėdami paaiškinti šias problemas, graikų astronomai iškėlė idėją apie epiciklus – „suborbitas“, kuriomis juda planetos, o suborbitų centrai savo ruožtu skrieja aplink Saulę. Šią sistemą II a. po Kr. labiausiai

Dar žr.: Zhang Hengas, p. 26–27 ■ Johannesas Kepleris, p. 40–41 ■ Galileo Galilei, p. 42–43 ■ Williamas Herschelis, p. 86–87 ■ Edwinas Hubble'as, p. 236–241

ištobulino garsus graikų ir romėnų astronomas bei geografas Klaudijas Ptolemajus.

Tačiau net klasikiniame pasaulyje nuomonės išsiskyrė, pvz., graikų mąstytojas Aristarchas Samietis III a. pr. Kr. naudojo išradingus trigonometrinius matavimus santykiniam atstumams nuo Saulės ir Mėnulio apskaičiuoti. Jis nustatė, kad Saulė yra milžiniška, ir tai leido manyti, kad ji yra kosmoso judėjimo centras.

Vis dėlto galiausiai Ptolemajaus sistema nugalėjo konkuruojančias teorijas. Nors Romos imperija vėlesniais amžiais sumažėjo,

krikščionių Bažnyčia paveldėjo daugelį jos prielaidų. Idėja, kad Žemė yra visa ko centras ir kad žmogus yra Dievo kūrybos viršūnė, dominuojanti Žemėje, tapo pagrindine krikščionybės doktrina ir buvo įtakinga Europoje iki XVI a.

Tačiau tai nereiškia, kad astronomija pusantra tūkstantmečio po Ptolemajaus buvo stagnacijos būsenoje. Gebėjimas tiksliai numatyti planetų judėjimus buvo ne tik mokslinis ir filosofinis galvosūkis – dėl su astrologija susijusių prietarų to reikėjo ir praktiniams tikslams. Įvairių įsitikinimų žvaigždininkai stengėsi kuo tiksliau išmatuoti planetų judėjimą.

Arabų mokslas

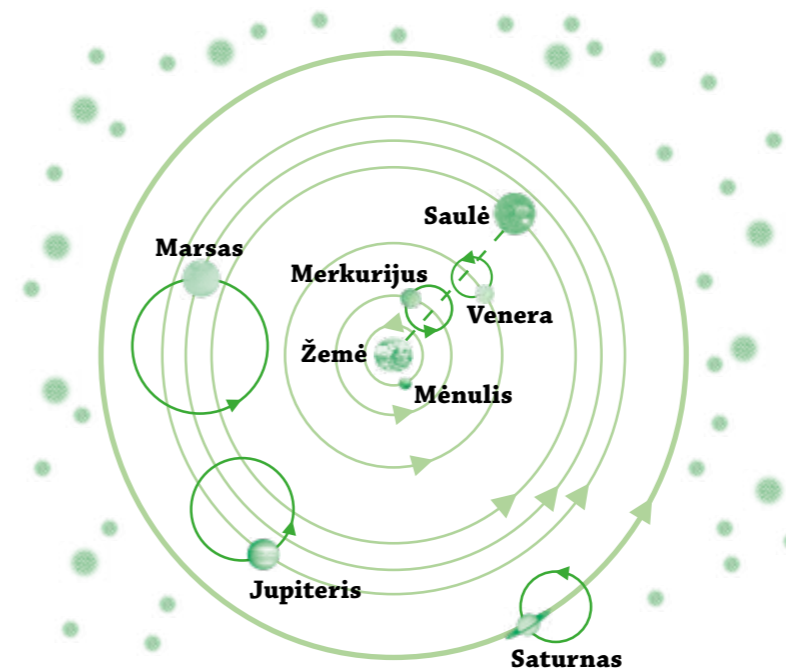
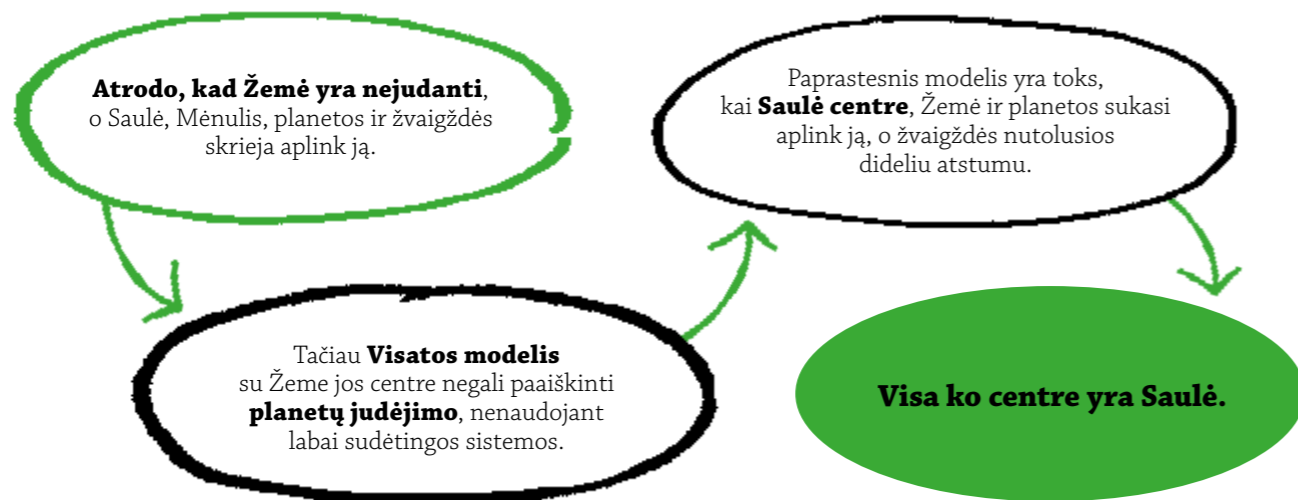
Vėlesnius pirmojo tūkstantmečio amžius žymėjo pirmasis ryškus arabų mokslo suklestėjimas. Nuo VII a. islamas sparčiai plito Viduriniuose Rytuose ir Šiaurės Afrikoje, ir tai suteikė galimybę arabų mąstytojams susipažinti su klasikiniiais tekstais, tarp jų ir Ptolemajaus bei kitų veikalais astronomijos temomis.

Posicinė astronomija – dangaus kūnų padėties apskaičiavimas – epogėjų pasiekė Ispanijoje, tapusioje verdančiu katilu, kuriame susiliejo islamo, žydų ir krikščioniškoji tradicijos. XIII a. pab. Kastilijos karalius Alfonso X skyrė lėšų sudaryti vadinamosioms Alfonso lentelėms, kurios suderino naujus stebėjimus su šimtmečius siekiančiais islamo įrašais ir taip patikslino Ptolemajaus sistemą ir pateikė duomenų, kurie buvo naudojami planetų padėties apskaičiuoti iki XVII a. pradžios.

Abejonės dėl Ptolemajaus

Tačiau Ptolemajaus modelis tapo pernelyg sudėtingas, nes buvo pridėta dar daugiau epiciklų, kad prognozės sutaptų su stebėjimais. 1377 m. prancūzų filosofas Nicole Oresme, Lizjė vyskupas, išsprendė šią problemą veikale „Dangaus ir Žemės knyga“. Pasak jo, trūksta stebėjimais paremtų įrodymų, kad Žemė yra statiška, todėl nėra pagrindo manyti, jog ji nejuda. Nepaisant to, kad Oresme paneigė Ptolemajaus sistemos akivaizdumą, jis padarė išvadą, kad pats netiki Žemės judėjimu.

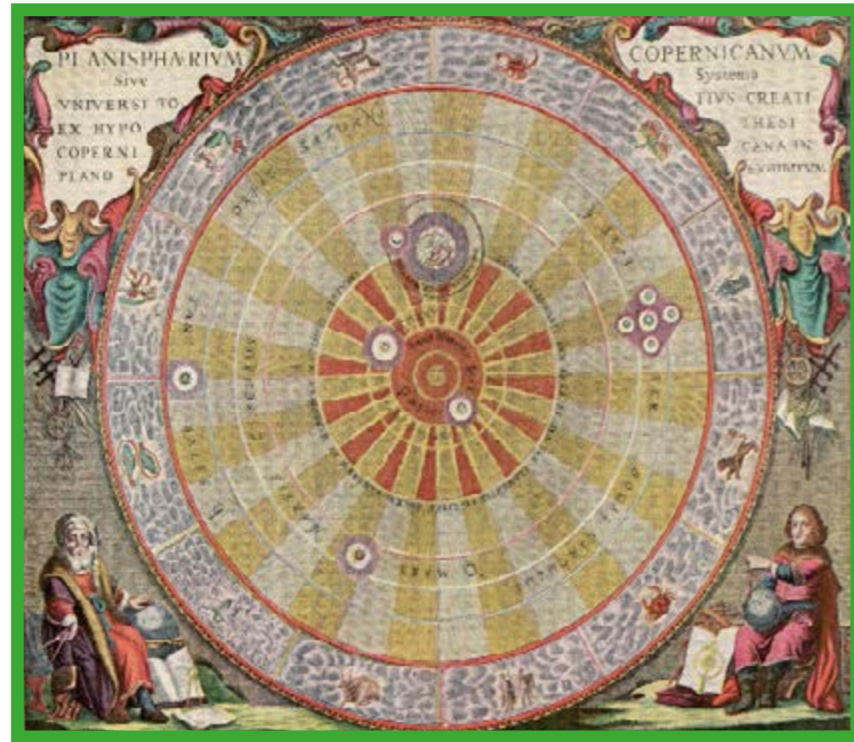
XVI a. pradžioje padėtis visiškai pasikeitė. Dviguba jėga – Renesansas ir protestantų reformacija – »



Ptolemajaus Visatos modelis – nejudanti Žemė centre ir aplink ją apskritimais skriejantys Saulė, Mėnulis ir penkios žinomos planetos. Kad jų orbitos sutaptų su stebėjimais, Ptolemajus prie kiekvienos planetos judėjimo pridėjo mažesnių epiciklų.

paskatino persvarstyti daugelį senųjų religinių dogmų. Tokiomis aplinkybėmis Mikalojus Kopernikas, lenkų katalikų kanauninkas iš Varmės provincijos, iškėlė pirmąją šiuolaikinę heliocentrinę teoriją, pakeitusią Visatos centrą – tai esanti ne Žemė, o Saulė.

Pirmą kartą Kopernikas savo idėjas paskelbė trumpame traktate „Trumpieji komentarai“, kuris buvo platinamas tarp draugų maždaug nuo 1514 m. Jo teorija iš esmės priminė sistemą, pasiūlytą Aristarcho, ir, nors jis įveikė daugelį ankstesnio modelio trūkumų, ji išliko tvirtai susijusi su esminiais Ptolemajo minties ramsčiais – daugiausia su idėja, kad dangaus kūnų orbitos prisitvirtinusios prie krištolinių sferų, besisukančių tobulais apskritimais. Dėl šios priežasties Kopernikas taip pat turėjo įvesti „epiciklus“, reguliuojančius planetų judėjimo greitį tam tikrose jų orbitų dalyse. Viena svarbių šio modelio reikšmių buvo ta, kad jis gerokai išplėtė Visatą. Jeigu Žemė juda aplink Saulę, tuomet turi galioti paralakso reiškinys, susijęs su mūsų stebėjimo vietos kitimu: žvaigždės per metus turėtų atrodyti judančios atgal ir į



priekį. Kadangi jos taip nedaro, vadinasi, iš tikrųjų yra labai toli.

Netrukus paaiškėjo, kad Koperniko modelis yra kur kas tikslesnis nei bet koks senosios Ptolemajo sistemos patobulintas variantas, ir ši žinia pasklido intelektualų sluoksniuose visoje Europoje. Ji pasiekė net Romą, kur ši modelį pirmiausia palankiai priėmė kai kurios katalikų grupės. Naujasis modelis buvo pakankama priežastis vokiečių matematikui Georgui Joachimui Rheticus keliauti į Varmę ir nuo 1539 m. tapti Koperniko mokiniu bei asistentu. Būtent Rheticus 1540 m. išspausdino pirmąjį plačiai paplitusį Koperniko sistemos įvertinimą, pavadintą „Pirmas pasakojimas“. Rheticus ragino pagyvenusį kunigą išspausdinti savo darbą visą – tai, ką Kopernikas rengė daugelį metų, – tačiau šis leido tai padaryti tik 1543 m. jau gulėdamas mirties patale.

Šioje XVII a. Koperniko sistemos iliustracijoje vaizduojamos planetos, skriejančios aplink Saulę apskritimais. Kopernikas manė, kad planetos prisitvirtinusios prie dangaus sferų.

Matematinis įrankis

Po mirties išspausdinta „Apie dangaus sferų sukimašį“ iš pradžių nesulaukė pasipiktinimo, nors bet kokios prielaidos apie Žemės judėjimą prieštaravo keliems fragmentams iš Šventojo Rašto, todėl buvo laikomos erezija ir katalikų, ir protestantų teologų. Norint apeiti šią problemą, buvo įdėta pratarmė, kurioje heliocentris modelis aiškinamas kaip grynai matematinis įrankis, skirtas prognozuoti, o ne aprašyti fizinei Visatai. Tačiau pats Kopernikas niekada nebuvo pateikęs tokių išlygų. Koperniko modelis, nepaisant jam

suteikiamos eretiškos prasmės, buvo panaudotas skaičiavimams atliekant didžiąją kalendoriaus reformą, 1582 m. pradėtą popiežiaus Grigaliaus XIII.

Tačiau netrukus atsirado naujų problemų, susijusių su modelio prognozavimo tikslumu, ir prie to prisidėjo kruopštūs danų astronomo Tycho Brahe'ės (1546–1601) stebėjimai. Jis atkleidė, kad Koperniko modelis neadekvačiai aprašo planetų judėjimą. Šiuos prieštaravimus Brahe mėgino išspręsti pasiūlydamas savo modelį, pagal kurį planetos sukasi aplink Saulę, tačiau Saulė ir Mėnulis skrieja aplink Žemę. Realų sprendimą, susijusį su elipsės formos orbitomis, padarė tik jo mokinys Johannesas Kepleris.

Po šešių dešimtmečių Koperniko idėja tapo Europoje sukeltos Bažnyčios reformacijos simboliu. Dėl to daugiausia kaltas buvo kontraversiškai vertinamas italų mokslininkas Galileo Galilei. 1610 m. atlikti Veneros fazių stebėjimai ir palydovų, besisukančių aplink Jupiterį, egzistavimas įtikino Galileo, kad heliocentris teorija buvo teisinga ir savo karštą paramą jai, būdamas pačioje katalikiškos Italijos širdyje, galiausiai jis išreiškė

„Tarsi sėdėdama karaliaus soste, Saulė valdo planetų, besisukančių aplink ją, šeimą.“
Mikalojus Kopernikas

„Dialogue apie dvi svarbiausias pasaulio sistemas“ (1632). Tai sukėlė Galileo konfliktą su popiežiumi, kurio vienas padarinių buvo į praeitį nukreipta kontraversišku „Apie sukimašį“ skyrių cenzūra 1616 m. Šis draudimas nebus panaikintas daugiau kaip du amžius. ■



Mikalojus Kopernikas

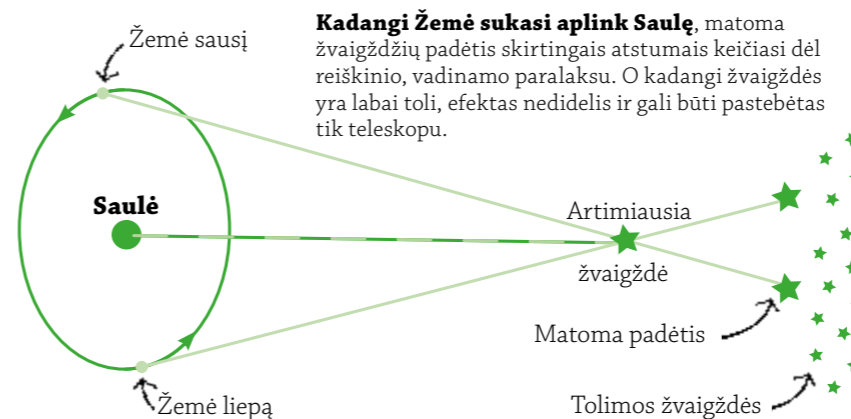
Gimęs Lenkijos mieste Torūnėje 1473 m., Mikalojus Kopernikas buvo jauniausias iš keturių vaikų pasiturinčio pirklio šeimoje. Jo tėvas mirė, kai Mikalojui buvo 10 metų. Jį globoti ėmėsi dėdė ir pasirūpino, kad įgytų išsilavinimą Krokuvos universitete. Kopernikas kelerius metus studijavo mediciną ir teisę Italijoje, o 1503 m. grįžo Lenkiją, kur prisijungė prie savo dėdės, tapusio Varmės kunigaikščiu vyskupu, kanauninkijos.

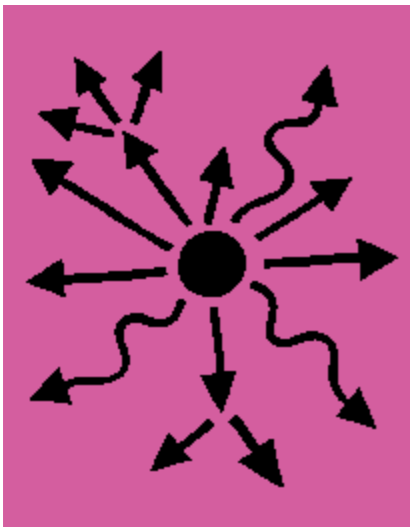
Kopernikas tobulai išmanė ir kalbas, ir matematiką, išvertė keletą svarbių veikalų ir plėtojo ekonomikos idėjas, taip pat dirbo prie savo astronomijos teorijų. Teorija, kurią jis išdėstė veikalė „Apie dangaus sferų sukimašį“, buvo matematiškai itin sudėtinga, todėl, nors daugelis ir pripažino jos reikšmę, kasdieniam praktiniam darbui astronomai jos beveik nenaudojo.

Svarbiausi darbai

1514 m. „Trumpieji komentarai“
1543 m. „Apie dangaus sferų sukimašį“

„Kadangi Saulė yra stacionari, viskas, kas atrodo susiję su Saulės judėjimu, yra dėl Žemės judėjimo.“
Mikalojus Kopernikas





JUODOSIOS SKYLĖS IŠNYKSTA

STEPHENAS HAWKINGAS (1942–2018)

KONTEKSTAS

SRITIS

Kosmologija

PRIEŠ

1783 m. Johnas Michellas kuria teoriją apie objektus, kurių gravitacija tokia stipri, kad jie sulaiko šviesą.

1930 m. Subrahmanyas Chandrasekharas padaro prielaidą apie juodosios skylės atsiradimą.

1971 m. Nustatoma pirmoji juodoji skylė „Cygnus X1“.

PO

2002 m. Žvaigždžių, skriejančių orbitomis netoli mūsų galaktikos centro, stebėjimas leidžia spėti, jog yra didžiulė juodoji skylė.

2012 m. Amerikos stygų teoretikas Josephas Polchinski padaro prielaidą, kad kvantinė susietis sukuria labai karštą „ugniasienę“ juodosios skylės įvykių horizonte.

2014 m. Hawkingas paskelbia nebemanąs, kad gali egzistuoti juodosios skylės.

Britų fizikas Stephenas Hawkingas XX a. 7-ajame deš. buvo vienas iš kelių nuostabių tyrėjų, kurie susidomėjo juodųjų skylių savybėmis. Parašė doktorantūros tezes apie kosmologinius singularumo (erdvėlaikio taško, kuriame susikaupia visa juodosios skylės masė) aspektus ir nubrėžė paraleles tarp žvaigždės masės juodosios skylės singularumo ir pradinės Visatos būsenos per Didįjį Sprogimą.

“
Mano tikslas yra paprastas. Aš stengiuosi visiškai suprasti, kodėl Visata yra tokia, kokia yra, ir kodėl ji apskritai egzistuoja.
Stephenas Hawkingas

Dar žr.: Johnas Michellas, p. 88–89 ■ Albertas Einsteinas, p. 214–221 ■ Subrahmanyas Chandrasekharas, p. 248

Apie 1973 m. Hawkingas susidomėjo kvantine mechanika ir gravitacijos veikimu subatominiu lygiu. Jis padarė svarbų atradimą: kad ir kaip vadintųsi, juodosios skylės ne tik praryja materiją ir energiją, bet ir išspinduliuoja radiaciją. Vadinamoji Hawkingo radiacija išspinduliuojama juodosios skylės įvykių horizonte – ties išorine riba, kur juodosios skylės gravitacija tampa tokia stipri, kad net šviesa negali praspirti. Hawkingas parodė, kad besisukant juodajai skylei dėl intensyvios gravitacijos gali atsirasti virtualių subatominių dalelių ir antidalelių porų. Įmanoma, kad įvykių horizonte vienas kiekvienos poros elementas bus įtrauktas į juodąją skylę, veiksmingai sustiprinamas išlikusią dalelę, kad ji galėtų nepertraukiamai realiai egzistuoti. Rezultatas yra tas, kad nutolęs stebėtojas mato įvykių horizonte išspinduliuojamą žemos temperatūros radiaciją. Ilgainiui radiacijos nešama energija nulemia tai, kad juodoji skylė netenka masės ir išnyksta. ■



ŽEMĖ IR VISOS JOJE ESANČIOS GYVYBĖS FORMOS SUDARO VIENĄ GYVĄ ORGANIZMĄ, VADINAMĄ GAJA

JAMESAS LOVELOCKAS (gim. 1919)

KONTEKSTAS

SRITIS

Biologija

PRIEŠ

1805 m. Alexanderis von Humboldtas pareiškia, kad gamta gali būti vaizduojama kaip visuma.

1859 m. Charlesas Darwinas įrodinėja, kad gyvybės formas suformuoja aplinka.

1866 m. Vokiečių gamtininkas Ernstas Haeckelis sukuria „ekologijos“ pavadinimą.

1935 m. Britų botanikas Arthuras Tansley Žemės gyvybės formas, kraštovaizdį ir klimatą aprašo kaip didžiulę ekosistemą.

PO

XX a. 8 deš. Lynn Margulis aprašo simbiotinius mikrobu ir Žemės atmosferos ryšius; vėliau ji apibrėžia Gają kaip tarpusavyje sąveikaujančias ekosistemas.

1977 m. Kioto protokole iškeliamas tikslas sumažinti šiltnamio dujų išmetimą.

Pasadinoje, Kalifornijoje, XX a. 7-ojo deš. pr. buvo surinkta komanda, turėjusi sugalvoti būdus, kaip ieškoti gyvybės Marse. Britų aplinkosaugos mokslininkas Jamesas Lovelockas buvo paklaustas, kaip jis spręstų šią problemą, ir tai paskatino jį galvoti apie gyvybę Žemėje. Lovelockas netrukus nustatė gyvybei būtinas sąlygas. Visa Žemės gyvybė priklauso nuo vandens. Vidutinė paviršiaus temperatūra turi būti 10–16 °C, kad vanduo būtų skystas, ir kad tai tęstųsi 3,5 mln. metų. Lašelėms reikia pastovaus druskingumo lygio, ir jos paprastai neišgyvena, kai jis pakyla virš 5 proc., o vandenynų druskingumas laikosi apie 3,4 proc. Atmosferoje prieš 2 mlrd. metų atsiradus deguoniui, jo koncentracija buvo maždaug 20 proc. Jei ji nukristų žemiau 16 proc., nebūtų kuo kvėpuoti, o jei pakiltų iki 25 proc., nesiliautų miškų gaisrai.

Gajos hipotezė

Lovelockas padarė prielaidą, kad visa planeta sudaro vieną gyvą save

Dar žr.: Alexanderis von Humboldtas, p. 130–135 ■ Charlesas Darwinas, p. 142–149 ■ Charlesas Keelingas, p. 294–295 ■ Lynn Margulis, p. 300–301

“
Evoliucija yra glaudus dviejų partnerių – materialios aplinkos ir gyvybės – šokis. Vykstant šiam šokiui atsiranda Gaja.
Jamesas Lovelockas

”
reguliuojantį organizmą, kurį jis pavadino Gaja. Pats gyvybės buvimas reguliuoja paviršiaus temperatūrą, deguonies koncentraciją ir cheminę vandenynų sudėtį – taip optimizuojamos sąlygos gyvybei. Vis dėlto jis išpejo, kad žmonių poveikis aplinkai gali suardyti šią subtilią pusiausvyrą. ■



DEBESŲ SUDARO BANGOS VIRŠ BANGŲ

BENOÎT MANDELBROTAS (1924–2010)

KONTEKSTAS

SRITIS

Matematika

PRIEŠ

1917–1920 m. Prancūzijoje Pierre'as Fatou ir Gastonas Julia sudaro matematinius kompleksinių skaičių rinkinius, t. y. realių ir menamųjų skaičių (kvadratinės (-1) šaknies kartotinių) kombinacijas. Gauti rinkiniai – fraktalų pirmatai – buvo arba reguliarieji (Fatou rinkiniai), arba chaotiškieji (Julia rinkiniai).

1926 m. Britų matematikas ir meteorologas Lewisas Fry Richardsonas išleidžia knygą „Ar vėjas turi greitį“, kur išdėsto pirmąjį matematiškai pagrįstą chaotinių sistemų modelį.

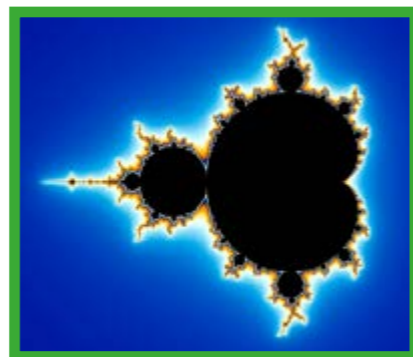
PO

Šie laikai. Fraktalai taikomi kai kuriose sudėtingose mokslo srityse. Jie naudojami jūros biologijoje, modeliuojant žemės drebjimus, atliekant populiacijos tyrimus ir naftos bei skysčių mechanikoje.

Belgų matematikas Benoît Mandelbrotas XX a. 8-ajame deš. kompiuteriais modeliavo gamtos modelius. Tai darydamas jis pradėjo naują matematikos sritį – fraktalų geometriją, kuri dabar taikoma daugelyje sričių.

Fraktalinės dimensijos

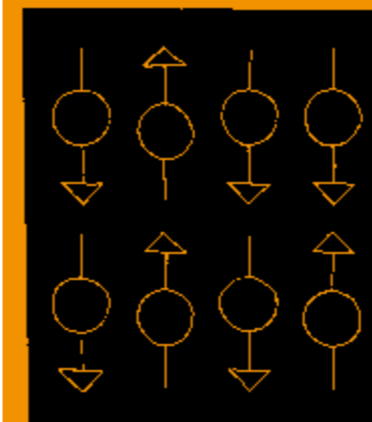
Įprastoje geometrijoje naudojami sveikų skaičių matmenys, o fraktalinėje geometrijoje – fraktalinės dimensijos, kurios gali būti suprantamos kaip paviršiaus šiurkštumo matas. Norėdami suprasti, ką tai reiškia, pagalvokite apie Britanijos pakrantės matavimą liniuote. Kuo liniuotė ilgesnė, tuo trumpiau trunka matavimas, nes matuojant išlyginami nelygumai. Britanijos pakrantės fraktalinis matmuo – 1,28, o tai yra indeksas, nurodantis, kiek padidėja išmatuotas dydis, kai sutrumpėja liniuotė. Fraktalams būdingas savipanašumas, o tai reiškia, kad bet kurio mastelio detalių skaičius yra vienodas. Tarkim, dėl fraktalinės debesų prigimties neturint išorinių priemonių neįmanoma pasakyti,



Mandelbroto rinkinys yra fraktalas, sugeneruotas naudojant kompleksinius skaičius, ir gali būti išreikštas begaliniu skaičiumi būdų bet kurio masteliu. Grafiškai jo forma atrodo taip.

kiek jie nuo mūsų nutolę, – iš bet kokio nuotolio debesys atrodo tokie patys. Mūsų organizme yra daug fraktalų atitikmenų, pvz., plaučiai išsišakodami užpildo erdvę. Kaip ir chaotiškosios funkcijos, fraktalai jautrūs nedideliems pradinių sąlygų pokyčiams, ir jie naudojami chaotiškoms sistemoms, tokioms kaip oras, analizuoti. ■

Dar žr.: Robertas Fitzroy'us, p. 150–155 ■ Edwardas Lorenzas, p. 296–297



KVANTINIS SKAIČIAVIMO MODELIS

JURIJUS MANINAS (gim. 1937)

KONTEKSTAS

SRITIS

Kompiuterių mokslas

PRIEŠ

1935 m. Albertas Einsteinas, Borisas Podolskis ir Nathanas Rosenas sukuria EPR paradoksa, pirmą kartą aprašydami kvantinę susietį.

PO

1994 m. Amerikiečių matematikas Peteris Shoras sukuria algoritmą, kuriuo galima atlikti skaičių faktorizaciją kvantiniu kompiuteriu.

1998 m. Naudodami Hugh'o Everetto daugelio pasaulių kvantinės mechanikos interpretaciją, teoretikai aprašo superpozicinę būseną, kurioje kvantinis kompiuteris yra ir įjungtas, ir išjungtas.

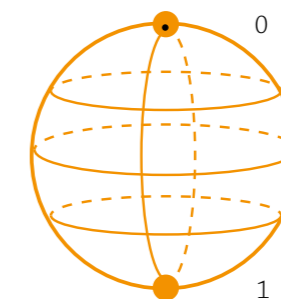
2011 m. Hefėjaus mokslo ir technologijos universiteto (Kinija) mokslininkų komanda, pritaikiusi keturių kubitų kvantinę seką, teisingai suskaido skaičių 143 į pirminius daugiklius.

Kvantinis informacijos apdorojimas yra viena naujausių kvantinės mechanikos sričių. Jis iš esmės skiriasi nuo paprasto skaičiavimo. Rusų kilmės vokiečių matematikas Jurijus Maninas buvo tarp šios teorijos pradininkų. Bitas yra svarbiausias informacijos pernešėjas kompiuteryje; jis gali būti dviejų būsenų: 0 ir 1. Svarbiausias informacijos vienetas kvantiniame skaičiavime vadinamas kubitu. Jį sudaro lokalizuotos subatominės

dalelės, jis taip pat gali būti dviejų būsenų. Pvz., elektrono sukinyš gali būti nukreiptas į viršų arba į apačią, o šviesos fotonai gali būti poliarizuoti horizontaliai arba vertikaliai. Vis dėlto kvantinės mechanikos bangų funkcija leidžia kubitams būti abiejų būsenų superpozicijoje ir taip padidinti jų pernešamos informacijos kiekį. Kvantinė teorija taip pat leidžia kubitams tapti susietais; susiejimas eksponentiškai didina duomenų kiekį, kurį perneša kiekvienas papildomas kubitas. Šis paralelinis apdorojimas teoriškai gali sukurti neįprastą skaičiavimo galią.

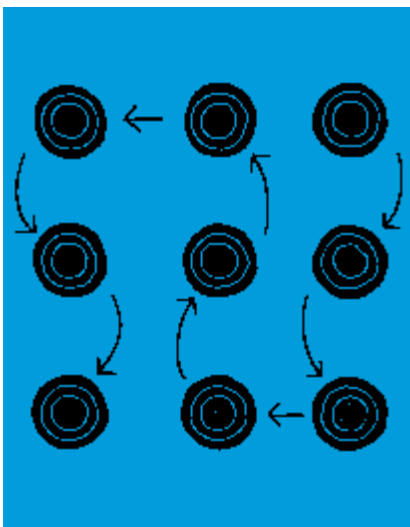
Teorijos demonstravimas

XX a. 9-ajame deš. išleisti kvantiniai kompiuteriai tebuvo teorinė galimybė. Vis dėlto neseniai buvo atlikti skaičiavimai tik su keliais kubitais. Kvantinis kompiuteris būtų naudingas, jei tik galėtų operuoti šimtais ar tūkstančiais kubitų, o pasiekti tokią aprėptį yra sunku. Šiuo klausimu dirbama toliau. ■



Informacija ant kubito gali būti išreikšta kaip bet kuris sferos paviršiaus taškas – 0, 1 arba jų abiejų superpozicija.

Dar žr.: Albertas Einsteinas, p. 214–221 ■ Ervinas Schrödingeris, p. 226–233 ■ Alanas Turingas, p. 252–253 ■ Hugh'as Everettas III, p. 284–285



GENAI GALI PEREITI IŠ VIENOS RŪŠIES Į KITA

MICHAELAS SYVANENAS (gim. 1943)

KONTEKSTAS

SRITIS
Biologija

PRIEŠ

1928 m. Frederickas Griffithas įrodo, kad perkėlus tai, kas vėliau bus pavadinta DNR, vienos padermės bakterijos gali tapti kitomis.

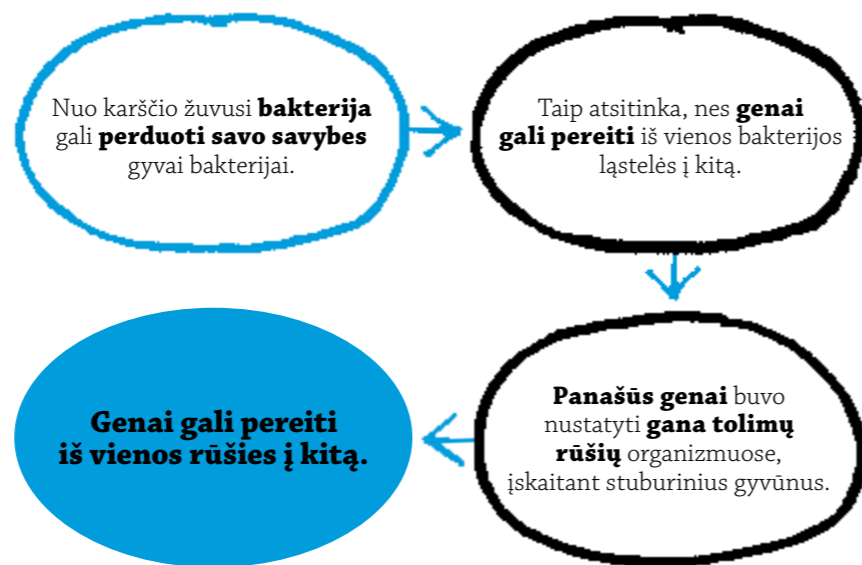
1946 m. Joshua Lederbergas ir Edwardas Tatumas atskleidžia, kad bakterijos natūraliai keičiasi genetinė informacija.

1959 m. Tomoichiro Akiba ir Kunitaro Ochia paskelbia, kad antibiotikams atsparios plazmidės (mažos žiedinės DNR) gali pereiti iš vienos bakterijos į kitą.

PO

1993 m. Amerikiečių genetikė Margaret Kidwell nustato atvejus, kai sudėtingų organizmų genai pereina iš vienos rūšies į kitą.

2008 m. Amerikiečių biologas Johnas K. Pace'as ir kiti pateikia stuburinių gyvūnų horizontalaus genų perdavimo įrodymų.



Gyvenimo tęstinumas – organizmų augimas, dauginimasis ir evoliucija – dažnai vertinamas kaip vertikalus procesas, varomas genų, perduodamų tėvų vaikams. Tačiau 1985 m. amerikiečių mikrobiologas Michaelas Syvanenas padarė prielaidą, kad genai gali būti perduodami ne tik iš kartos į kartą, bet ir iš vienos rūšies kitai ne dauginimosi būdu, ir kad horizontalusis genų perdavimas (HGP) vaidina esminį vaidmenį evoliucijoje.

Grįžkime į 1928 m., kai britų fizikas Frederikas Griffithas tyrė pneumonijos bakterijas. Jis nustatė, kad nekenksminga padermė gali tapti pavojingesnė tiesiog sumaišius gyvas ląsteles su negyvais nuo karščio žuvusios virulentinės padermės likučiais. Tokį rezultatą jis priskyrė transformuojančiam cheminiam pradui, kuris gali iš mirusių ląstelių pereiti į gyvas. Likus ketvirčiui amžiaus iki to laiko, kai Jamesas Watsonas ir Francisas Crickas išaiškino DNR struktūrą,

Dar žr.: Charlesas Darwinas, p. 142–149 ■ Thomas Huntas Morganas, p. 224–225 ■ Jamesas Watsonas ir Francisas Crickas, p. 276–283 ■ Williamas Frenchas Andersonas, p. 322–323

“

Genų nutekėjimas tarp skirtingų rūšių yra genetinės kaitos forma, kurios reikšmė dar nėra iki galo suprasta.

Michaelas Syvanenas

”

Griffithas pateikė pirmą įrodymą, kad DNR gali būti perduota horizontaliai tarp tos pačios kartos ląstelių. 1946 m. Amerikiečių biologai Joshua Lederbergas ir Edwardas Tatumas įrodė, kad bakterijos natūraliai apsikeičia genetinė medžiaga. 1959 m. japonų mikrobiologai Tomoichiro Akiba ir Kunitaro Ochia įrodė, kad toks DNR perdavimas paaiškina, kodėl taip greitai priprantama prie antibiotikų.

Mikrobų transformavimas

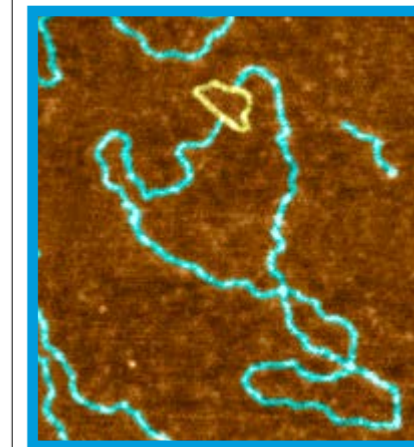
Bakterijos turi mažas judrias žiedines DNR, vadinamas plazmidėmis, kurios, kai ląstelės tiesiogiai kontaktuoja, pereina viena į kitą, o kartu ir jose esantys genai. Kai kurios bakterijos turi genus, dėl kurių jos tampa atsparios kai kuriems antibiotikams. Kai tik DNR replikuojasi, genai nukopijuojami ir paplinta bakterijų populiacijoje. Horizontaliai genai gali pereiti ir tarp virusų, kaip atrado Lederbergo studentas Nortonas

Zinderis. Virusai yra dar mažesni už bakterijas ir gali patekti į gyvas ląsteles, taip pat ir bakterijų. Jie gali įsiterpti į svetimus genus, pereidami iš vieno šeimininko į kitą, pernešti jų genus.

Genai plėtrai

Nuo XX a. 9-ojo deš. vidurio Syvanenas įvedė HGP į platesnį kontekstą. Jis pastebėjo, kad gemalų vystymasis ląstelių lygyje kontroliuojamas genetiškai (ir tai vyksta panašiai net tarp gana tolimų rūšių), ir priskyrė šią savybę tarp skirtingų organizmų evoliucijos istorijoje pereinantiems genams. Jis įrodinėjo, kad skirtingų grupių gyvūnų genetinė vystymosi kontrolė išsivystė panaši ir tai padidino šansus, kad apsigaitimas genais įvyks. Pabaigus daugelio rūšių genomo sekų tyrimą ir iš naujo ištyrus fosilijas, rasta įrodymų, kad HGP gali vykti ne tik tarp mikrobu, bet ir tarp daug sudėtingesnių organizmų – tiek augalų, tiek gyvūnų. Darwino gyvybės medis gali būti panašesnis į tinklą, kuriame yra daugybė

protėvių, o ne vienas bendras visų protėvis. Dėl galimo pritaikymo taksonomijai, ligų ir kenkėjų kontrolei bei genų inžinerijai visa HGP reikšmė dar nėra visiškai atskleista. ■



DNR plazmidės, elektroniniu mikroskopu darytoje nuotraukoje nuspalvintos mėlynai, yra savarankiškos DNR molekulės, kurios gali replikuotis ir būti naudojamos naujiems genams į organizmą įterpti.

Michaelas Syvanenas

Michaelas Syvanenas studijavo chemiją ir biochemiją Vašingtone ir Berklio, Kalifornijoje, universitetuose, kol galiausiai specializavosi mikrobiologijos srityje. 1975 m. buvo paskirtas Harvardo Medicinos mokyklos mikrobiologijos ir molekulinės genetikos profesoriumi. Čia jis ėmėsi tirti, kaip išsivysto bakterijų atsparumas antibiotikams ir vabzdžių atsparumas insekticidams. Jo atradimai leido paskelbti horizontalaus genų perdavimo (HGP)

teoriją ir nustatyti tokio perdavimo svarbą prisitaikymui ir evoliucijai. Nuo 1987 m. Syvanenas buvo Kalifornijos universiteto Deivise Medicinos mokyklos medicininės mikrobiologijos ir imunologijos profesorius.

Svarbiausi darbai

1985 m. „Tarprūšinis genų perdavimas: naujos evoliucijos teorijos išvados“
1994 m. „Horizontalusis genų perdavimas: įrodymai ir galimos pasekmės“