



Kosminiai masteliai – laikas

Vilius Bagdonas

Tęsinys, pradžia LD 2025.

Laikas – tiek mokslininkų, tiek menininkų amžinasis tyrimų objektas. Nors laikas kasdienybėje jaučiamas kiek intuityviai, pamatysime, jog tai yra daug mįslingesnė ir net painesnė sąvoka, ypač esant ypatingoms aplinkos sąlygoms. Susidursime ir su tuo, jog žmonijos laiko masteliai yra gana smulkūs kosminės gamtos atžvilgiu.

Metų skaičiavimo būdai

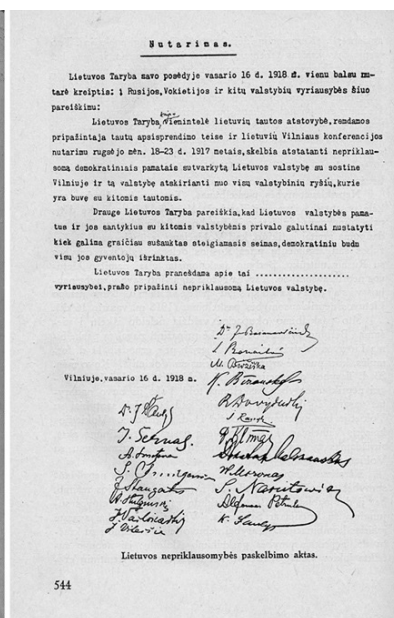
Šio straipsnio rašymo metu yra 2025-ieji skaičiuojant pagal krikščionišką kalendoriaus erą – tiek metų prabėgo nuo menamo Kristaus gimimo. Dėl pasaulyje įsivyravusios krikščionybės šis laiko matavimas yra dominuojantis pasaulyje. Šalia metų numeracijos dažnai galime išvysti ir papildomas raides, pavyzdžiui: AD (lot. *anno Domini*, liet. *Viešpaties metai*) 2025, reiškiančias metus po Kristaus gimimo, arba AC (lot. *ante Christum*, liet. *prieš Kristų*) 1002, žyminčias metus iki Kristaus gimimo. Anglakalbėse šalyse galima pamatyti ir žymėjimus 2025 CE (angl. *current era*) ar 1002 BCE (angl. *before current era*), atitinkamai reiškiančius mūsų eros metus ir metus prieš mūsų erą. Dabartinis laiko skaičiavimas daugumoje pasaulio vietų vyksta pagal vadinamąjį Grigaliaus kalendorių, 1582 m. pakeitusį Julijaus kalendorių – pagal pastarąjį metai trukdavo 11 min. 14 sek. per ilgai.

Kaip ir prieš tai aptartas laiko skaičiavimas, taip ir laiko atskaitos sistema yra pasirenkama – reliatyvi. Minėta krikščioniško kalendoriaus era dominuoja dėl labiausiai paplitusios pasaulio religijos – krikščionybės. Tačiau egzistuoja ir kitos kalendorinės eros – hebrajų metai skaičiuojami nuo Senajame Testamente minimo pasaulio sukūrimo, atitinkančio 3761 m. prieš Kristų, todėl dabar, esant 2025 m. pabaigai pagal krikščionišką erą, hebrajų kalendoriuje tai atitinka 5786 m. Skirtumas nuo krikščioniško metų skaičiavimo, paremto tik Saule, yra ir tas, jog hebrajų kalendoriuje yra Mėnulio-Saulės mėnesiai, skaičiuojami remiantis Mėnulio fazėmis, tačiau Saulė pasitelkiama skaičiuo-

jant keliamuosius metus. Dėl šios priežasties metų trukmė dienomis tarp krikščioniško ir hebrajų kalendoriaus nesutampa – dalis 2025 krikščioniškų metų atitinka 5785 hebrajų metus, o kita dalis – jau 5786 metus. Islamiškoje kalendorinėje eroje metai skaičiuojami nuo pranašo Mahometo kelionės iš Mekos į Mediną, o tai atitinka 622 m. krikščioniškoje eroje. Tačiau šis kalendorius yra Mėnulio kalendorius – metai sudaryti iš 12 Mėnulio ciklų ir trunka 354 ar 355 d., todėl nuo 622 m. pagal krikščionišką kalendorių praėjo daugiau islamiškojo kalendoriaus metų nei 1403, kuriuos gautume iš 2025 atėmę 622 m. – šiuo metu Islamas skaičiuoja 1447 m. Pasaulyje egzistuoja daugybė kalendorių, paremtų religiniais, politiniais ar įvairiais praktiniais principais, kurie vienokiu ar kitokiu būdu sustyguoja žmonių gyvenimus.

Žmogiškieji laiko masteliai

Šiuo metu pagal krikščionišką Grigaliaus kalendorių einant 2025 m., iš tiesų skaičiuojame 26-uosius XXI amžiaus arba trečio tūkstantmečio po Kristaus gimimo metus. Per paskutinius 150 m. – negyvosios gamtos masteliais labai trumpą laiko tarpą – įvyko 2 pasauliniai karai (1914–1918 m. ir



Kairėje – 1918 m. vasario 19 d. laikraštis *Lietuvos aidas*, skelbiantis apie dieną prieš paskelbtą Lietuvos nepriklausomybę; dešinėje – Lietuvos Nepriklausomybės akto faksimilė (*Lietuvos istorija*)

"All the News
That's Fit to Print"

The New York Times

VOL. CXXXIX, No. 48,172

Copyright © 1990 The New York Times

NEW YORK, MONDAY, MARCH 12, 1990

Six months beyond 70 million from New York City, highest in Long Island.

40 CENTS



Inauguration in Chile Marks End of Military Era
President Patricio Aylwin, left, a Chilean Democrat, shaking hands with Gen. Augusto Pinochet after being sworn in yesterday in Valparaiso. The transition of power marked the end of 16 years of repressive military rule under General Pinochet. Page A.1.

Odd Surge in Deaths Found In Those Taking AIDS Drug

By GINA KOLATA
AIDS patients who have taken an experimental drug in a new and controversial distribution system have been dying at more than 10 times the rate of those who are taking the drug in a standard distribution system, according to a study by AIDS researchers at the University of California, San Francisco, and the Centers for Disease Control and Prevention. The study, which was published in the New England Journal of Medicine, found that the rate of death among patients taking the new drug, AZT, was 10 times higher than the rate among patients taking the standard drug, ZDV. The researchers also found that the rate of death among patients taking the new drug was higher than the rate among patients taking the standard drug in the clinical trials by the drug's manufacturer.

PARLIAMENT IN LITHUANIA, 124-0, DECLARES NATION INDEPENDENT

For Gorbachev, an Uncertain Anniversary

By BILL KELLER
Special to The New York Times

VILNIUS, Lithuania, March 11 — Outside a polling place in Moscow last week, a voter framed the issue as a bitter plea: "What is the difference between the Soviet Union and the United States?"

Answer: "In the United States, Gorbachev would probably be elected President."

The vote was double-barreled. It would not only elect Mikhail S. Gorbachev, who today marks his 65th anniversary as Soviet leader, for failing to live up to his country's expectations, and as the West for welcoming so uncritically as the Gorbachev alone.

A danger of Not Keeping Up For all his stature beyond his own borders, as leader Mr. Gorbachev seems in danger of falling behind the major developments he set in motion: the dismantling of the Communist monopoly, the rethinking of the Soviet state, the dismantling of the empire, the fifth birth of a nation.



Party, freeing himself from the obligation to other his presidential decrees with the old man's club that runs the party.

Another would be to agree to submit to nationwide, multiparty elections, none of it immediately. Officials close to Mr. Gorbachev.

Overhaul of Party Urged President Mikhail S. Gorbachev proposed an overhaul of the Communist Party as he presented his strategy to deconstruct the party's position. Page A.1.

not broadly that both of these are possible. But Mr. Gorbachev has not said so.

It is no longer news that Mr. Gorbachev's support grows about the failed promises of his economic program, the rising price and shrinking supplies. What is perhaps less understood is that the election is unpopular with Mr. Gorbachev for being too cautious in the cause of liberty, for failing to satisfy an appetite he himself stimulated.

Limited abroad for liberating a totalitarian empire, he has never indulged himself in domestic election. He is now preparing to accept a more powerful new constituency again without giving the public a chance to pass judgment on his performance.

The Meeting Element: Trust Polls suggest that if Mr. Gorbachev did face a fair election, he would win by default — the public has not confidence around an alternative leader — but his margin of support is uncertain.

Mr. Gorbachev has been criticized for his inability to motivate Mr. Gorbachev's leadership, but he has not yet replaced it with trust.

Opinion surveys, election results, and man-in-the-street conversations all indicate that he has lost a loved election candidate of opportunity.

Late Edition

New York: Today, a few morning showers, then clearing, mild. High 60. Tonight, low 52. Tomorrow, partly sunny, very warm. High 74. Yesterday High 66, low 45. Details are on page C4.

NO SOVIET REACTION

New Leaders Are Named to Negotiate Future Ties With Moscow

By BILL KELLER
Special to The New York Times

VILNIUS, Lithuania, March 11 — Lithuania tonight proclaimed itself a sovereign state, legally free of the Soviet Union and the leaders of a non-Communist government to negotiate their future relations with Moscow.

The Lithuanian parliament voted 124 to 0, with 8 abstentions and absences, to reject the independence statement issued by Soviet occupation 50 years ago. The Lithuanian Communist Party, which was only a minority of seats in parliament, rejected the move, joined the non-Communist majority in the vote, and in a gesture of support for the new government.

"Expressing the will of the people, the Supreme Council of the Lithuanian Republic declares and solemnly proclaims the restoration of the exercise of sovereign powers of the Lithuanian state, which were assumed by an alien power in 1940," said a resolution passed last night. "From now on, Lithuania is once again an independent state."

Full Implications Unclear It was not immediately clear what the full implications of the Lithuanian action were. According to the Lithuanian leaders, Mikhail S. Gorbachev, the Soviet President, has indicated a willingness to negotiate the conditions of independence. But there was no indication of any move to deconstruct the declaration of independence from Mr. Gorbachev.

Panama's New Leader Fasts To Dramatize Need for Aid

HAITI, NEAR CHAOS, GROPPES FOR LEADER

"All the News
That's Fit to Print"

VOL. CXVIII, No. 40,721

Copyright © 1990 The New York Times Company

NEW YORK, MONDAY, JULY 31, 1989

10 CENTS

MEN WALK ON MOON

ASTRONAUTS LAND ON A PLANET AFTER STEERING PAST CRATER

Voice From Moon: 'Eagle Has Landed'

EAGLE (the lunar module) Houston, Tranquility Base here. The Eagle has landed.

HOUSTON: Roger, Tranquility, we copy you on the ground. You've got a bunch of guys about to turn blue. We're breathing again. Thanks a lot.

TRANQUILITY BASE: Thank you, Houston. You're looking good here.

TRANQUILITY BASE: Houston, we're good here. Houston, Eagle, you are okay for T1. The first step is the lunar module's door.

TRANQUILITY BASE: Roger, Stay for T1.

HOUSTON: Roger, and we see you waving the on.

TRANQUILITY BASE: Roger.

COLUMBIA: How do you read now?

HOUSTON: Columbia, he has landed Tranquility Base. Eagle is at Tranquility. I read you, two by two.

COLUMBIA: (the command and service module).

HOUSTON: Well, it's a good show.

COLUMBIA: Fantastic.

TRANQUILITY BASE: T1 second take.

AGOLLO CONTROL: The most major step you will be for the T2 event. That is at 21 minutes 20 seconds after initiation of power descent.

LATE CITY EDITION

Weather: A few morning showers, then clearing, mild. High 60. Tonight, low 52. Tomorrow, partly sunny, very warm. High 74. Yesterday High 66, low 45. Details are on page C4.

Viršuje – 1990 m. kovo 12 d. The New York Times laikraščio leidinys, skelbiantis apie Lietuvos nepriklausomybės atkūrimą kovo 11 d.; apačioje – straipsnis apie pirmąjį žmogaus išsilaipinimą Mėnulyje 1969 m. liepos 21 d. (The New York Times)

1939–1945 m.), Šaltasis karas (1947–1991 m.), griuvo Sovietų Sąjungos, Rusijos, Austrijos-Vengrijos, Vokietijos ir daug kitų imperijų. Šiuo laikotarpiu pokyčiai vyko itin greitai, o to priežastis – technologinė pažanga. Per paskutinius kiek daugiau nei 100 m. paskelbtos specialioji ir bendroji reliatyvumo teorijos, atsirado kita esminė fizikos teorija – kvantinė fizika, išrasti lėktuvai, automobiliai, kompiuteriai, internetas – iš esmės viskas, kuo dabar gyvename. Dėl šios priežasties paskutiniai 150 m. buvo itin „greiti“, net ekstremalūs: karuose dideliais tempais žūdavo žmonės, atrastos technologijos suteikė galimybę itin sparčiai judėti į norimą pasaulio tašką, išsivysčiusi medicina leido pagydyti net labai sunkios būklės ligonius, o dėl ryšio galimybių skirtingose pasaulio pusėse žmonėms atsirado galimybė bendrauti tiesiogiai taip sujungiant skirtingas Žemės vietas.

Šis pasaulio spartėjimas geriausiai atspindi 2 pavyzdžiuose. Pirmasis gana gerai reprezentuoja technologinę pažangą ir vadinamas Mūro dėsnium (angl. *Moore's Law*): „Intel“ kompanijos bendraįkūrėjo Gordono Earle'o Moore'o 1975 m. pateiktame pakoreguotame pastebėjime, jog integručiuose grandynuose – visų mūsų elektronikos įrenginių sudedamosiose dalyse – esančių tranzistorių skaičius dvigubės kas 2 m., o tai akivaizdžiai spartins kompiuterių galimybes. Tai tapo įmanoma mažinant pačių tranzistorių ir kitų elektronikos komponentų dydį ir didinant elektronikos įtaisų galimybes. Žinoma, dėl to, kad nėra įmanoma be pabaigos mažinti tranzistorių ir kitų elektronikos komponentų dydį, ši, iš pradžių pasitvirtinusi, taisyklė jau nustojo galioti, tačiau pats Mūro dėsnis puikiai reprezentuoja Naujajųjų laikų raidą.

Staigius pokyčius galima matyti ir socialinėje sferoje – tai puikiai atspindi žmonių kartų skirtumuose. Vakarų pasaulyje priimta kas 15–18 m. besikeičiančioms kartoms suteikti pavadinimus – kiekviena karta šiame greita kintančiame pasaulyje pasižymi kiek skirtingomis gebėjimų, charakterio ir požiūrio į pasaulį savybėmis, pavyzdžiui: tylioji (gimusi 1928–1945 m.) ar kūdikių bumo karta (1946–1960 m.) užaugo be visur sutinkamų technologijų, kitaip nei kartos Z (1997–2012 m.) ar alfa (2013–2025 m.), kurioms be išmaniųjų technologijų gyvenimas sunkiai suvokiamas. Akivaizdu, kad šios kartos pasaulį mato kiek kitaip.

Gali kilti klausimas, kodėl taip detalai apie tai pasakoju? Priežastis ta, kad šis intensyvus technologijų sąlygotas laikotarpis gali sukurti tam tikrą iliuziją apie žmonijos padėtį laike. Iš tiesų gyvenant dabartiniais laikais ir ypač esant Vakarų civilizacijos dalimi dėl išsivysčiusių technologijų galime laisviau rinktis kur, kada ir ką dirbti, turime socialines garantijas, esame apsaugoti įstatymų. Šis tam tikras nutolimas nuo gamtos sukuria perspektyvą, jog gamta mums paklūsta, o ne atvirkščiai. Visgi visai neseniai taip nebuvo – žmonės daug labiau suprato savo laikinumą ir trapumą. To buvo neįmanoma nepastebėti – gamtos sąlygos ne tik lemdavo kiekvienų metų derlių, bet ir sukdavo kasdienius sunkumus ir išbandymus, kylančius iš būtinybės turėti maisto, būstą. Ligos

"All the News
That's Fit to Print"

The New York Times

Late Edition

Today, some sunshine giving way to
tens of clouds, cold, high 38. To-
night, a flurry or heavier squal
late, low 15. Tomorrow, windy, frig-
id, high 21. Weather map, Page A18.

VOL. CLXV ... No. 57,140

© 2016 The New York Times

NEW YORK, FRIDAY, FEBRUARY 12, 2016

\$2.50

Clinton Paints Sanders Plans As Unrealistic

New Lines of Attack at
Milwaukee Debate

By AMY CHOZICK
and PATRICK HEALY

MILWAUKEE — Hillary Clinton, scrambling to recover from her double-digit defeat in the New Hampshire primary, reportedly challenged the trillion-dollar policy plans of Bernie Sanders at their presidential debate on Thursday night and portrayed him as a big spender who needed to "level" with voters about the difficulty of accomplishing his agenda.

Foreign affairs also took on unusual prominence as Mrs. Clinton sought to underscore her experience and Mr. Sanders' experience her judgment on Libya and Iran, as well as her previous praise of former Secretary of State Henry A. Kissinger. But Mrs. Clinton was frequently on the offensive as well, seizing an opportunity to talk about leaders she admired and turning it against Mr. Sanders by bashing his past criticism of President Obama — a remark that Mr. Sanders called a "low blow."

With tensions between the two Democrats becoming increasingly obvious, the debate was full of new lines of attack from Mrs. Clinton, who faces pressure to oust Mr. Sanders's arrogance



A worker installed a baffle in 2010 to control light in the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory in Hanford, Wash.

Long in Clinton's Corner, Blacks Notice Sanders

By RICHARD FAUSSET
ORANGEBURG, S.C. — When
Helen Daley was asked whom
she would vote for in the primary

Courted Hard in South
Carolina, Loyalists

candidate she barely knew. "It makes me feel good," she said, chuckling. "That young people are listening to the elderly people." She now said she was an un-

Last Occupier
In Rural Oregon
Is Coaxed Out

WITH FAINT CHIRP, SCIENTISTS PROVE EINSTEIN CORRECT

A RIPPLE IN SPACE-TIME

An Echo of Black Holes
Colliding a Billion
Light-Years Away

By DENNIS OVERBYE

A team of scientists announced on Thursday that they had heard and recorded the sound of two black holes colliding a billion light-years away, a fleeting chirp that fulfilled the last prediction of Einstein's general theory of relativity.

That faint rising tone, physicists say, is the first direct evidence of gravitational waves, the ripples in the fabric of space-time that Einstein predicted a century ago. It completes his vision of a universe in which space and time are interwoven and dynamic, able to stretch, shrink and jiggle. And it is a ringing confirmation of the nature of black holes, the bottomless gravitational pits from which not even light can escape, which were the most fore-



Naujiena apie gravitacinių bangų užfiksavimą, išspausdinta dieną po oficialaus paskelbimo – 2016 m. vasario 12 d. (The New York Times)



Tiranozauro (lot. *Tyrannosaurus rex*) skeletas, eksponuojamas Amerikos gamtos istorijos muziejuje (angl. *American Museum of Natural History*), Niujorke (D. Finnin/© AMNH). Dinozauras gyveno prieš maždaug 90–66 mln. m. iš žmonijos laiko mastelių perspektyvos tai atrodo labai seniai, tačiau negyvosios gamtos atžvilgiu tai – gana trumpas laiko tarpas

ir įvairios nelaimės dažnai baigdavosi mirtimis, o vidutinė žmonių gyvenimo trukmė buvo gerokai trumpesnė.

O kaip yra iš tiesų – kur objektyviai žmogus įsilieja į visą laiko tėkmę? Paskutiniai 100 m., vadinamieji Naujausieji laikai, kaip minėta, buvo greito vystymosi laikmetis. Prieš juos ėję Naujieji laikai prasidėjo su Renesansu maždaug XVI a., o dar apie 1000 m. (500–1500 m.) prieš juos žmonija skendėjo Viduramžiuose. Žvelgiant vis labiau į praeitį pasiekiamo vadinamąją Senovės istoriją, kuri pasibaigia Antika (VIII a. pr. m. e. – V a.), o prasideda sulig pirmaisiais rašytiniais šaltiniais maždaug 3200 m. pr. m. e. Tad nuo rašytinių šaltinių iki dabar tepraėjo 5200 m. Laikotarpis iki rašto atsiradimo vadinamas Priešistorė ir prasidėjo maždaug prieš 3,3 mln. m., žmonijos protėviams pradėjus naudoti akmeninius įrankius. Visgi mūsų, protingųjų žmonių (lot. *Homo sapiens*), atsiradimas įvyko daug vėliau nei prieš 3,3 mln. m. – tik maždaug prieš 300 tūkst. m. Tad štai – turime žmogiškuosius laiko mastelius – mūsų rūšiai tėra 300 tūkst. m., iš kurių vos 5000 m., kai gyvename vienoje ar kitoje civilizacijoje ir naudojame raštą, ir tik maždaug paskutiniuosius 100 m. naudojame modernesnes technologijas.

Vis dėlto biologiniams sutvėrimams atstovauja ne tik žmonės. Laikoma, kad pirmieji vienaląsčiai organizmai, kurių ląstelė neturi branduolio ir vadinama prokariotinė, Žemėje atsirado prieš 3,7, o, pagal kitus duomenis, net prieš 4,1 mlrd. m. Sudėtingesni vienaląsčiai organizmai, kurių ląstelės turi branduolį ir kurie vadinami eukariotais, atsirado maždaug prieš 2,7 mlrd. m., na, o daugialąsčių organizmų pradžia yra maždaug prieš 1,7–2,1 mlrd. m. Tačiau mums pažįstamos biologinės organizmų grupės: augalai, grybai, gyvūnai – atsirado per paskutinius 1 mlrd. m. Naujausi darbai rodo, jog grybai Žemėje galėjo atsirasti net seniau negu prieš 1 mlrd., o augalai – prieš maždaug 700 mln. m., na, o dauguma mums žinomų gyvūnų tipų atsirado prieš maždaug 550 mln. m. per gana trumpą laiką, kuris dėl tokio staigaus rūšių atsiradimo vadinamas Kambro sprogiu (angl. *Cambrian explosion*). Beje, populiariaji dinozaurai Žemėje gyvavo maždaug prieš 65–230 mln. m. Atsižvelgus į tai, jog Žemė yra vienintelis žinomas kosminis kūnas, turintis bent primityviausių biologinių organizmų, kol kas ji yra vienintelis pavyzdys, apie jų vystymosi sąlygas ir trukmę. Plačiau apie sąlygas, reikalingas gyvybei atsirasti, ir tinkamus kosminius kūnus galite paskaityti leidinio „Lietuvos dangus 2020“ straipsnyje *Viltis surasti gyvybę kosmose auga*.

Nebiologiniai laiko masteliai atomuose

Na, o dabar pereikime prie nebiologinių objektų laiko mastelių. Nebiologiniais objektais galime laikyti ne tik smėlį paplūdimyje, ežerus ir upes, pastatus, Žemę ar kitas planetas, žvaigždes, o ir visa tai, kas juos sudaro – atomus. Pagal apibrėžimą atomas yra „mažiausia elektriškai neutrali cheminio

elemento dalelę, turinti visas jo chemines ir fizikines savybes“. Įsivaizduokime, turime grandinėlę, kuri yra iš aukso. Šią auksinę grandinėlę vis skaldome į smulkesnes dalis. Sakykime, kažkokiu būdu šią grandinėlę susmulkiname iki aukso atomų. Jeigu aukso atomus bandytume skaidyti labiau, gautume nebe auksą, o tik atskiras atomų dalis – atomus sudarantys elektronai ar protonai yra vienodi tiek vandenilio, tiek aukso atomuose. Taip išeina, kad mažiausia dalis, iki kurios galime susmulkinti auksinę ar bet kurios kitos periodinėje elementų lentelėje esančios medžiagos grandinėlę, ar kitą daiktą, yra tos medžiagos atomas. Analizuodami laiką tikrai galėtume rasti daug įdomių temų, nagrinėdami



Maždaug 10 m. po Černobylio avarijos, 1996 m., cheminio elemento cezio izotopu ^{137}Cs užterštos teritorijos aplink avarijos vietą (Wikimedia Commons, paveikslas Sting, paveikslo vertimas Tocekas). Kai kurios teritorijos bus negyvenamos tūkstančius metų

ir smulkesnes daleles negu atomas, tačiau sustokime ties atomu.

Tad kokie yra atomo laiko masteliai? Iš žmogiškosios perspektyvos senėjimas yra paprastai negrįžtamas sudėtingų gyvų organizmus sudarančių dalių pokytis, kurio metu kinta jų struktūra, funkcijos ir savybės. Atomui šis apibrėžimas netinka – laikui bėgant atomą sudarančios dalelės nekinta kaip nekinta ir pats atomas. Tad

galime sakyti, skirtingai negu kompleksiški biologiniai organizmai, atomas nesensta. Tačiau ar būna taip, kad ši nebiologinė dalelė pakinta ir baigia savo egzistavimą? Atsakymas – „taip“ dėl dviejų pagrindinių priežasčių. Visų pirma, atomas gali baigti savo gyvenimą dėl išorės sąlygų – dėl įvairių cheminių ir branduolinių reakcijų, prisijungęs greta esančias daleles, jis gali tapti kito elemento atomu arba, susijungęs su kitu atomu, gali sudaryti cheminį junginį. Tokiu požiūriu būtent šio atomo gyvenimas baigiasi. Trukmė, per kurią šis atomas „išliks savimi“, yra nulemta išorės sąlygų. Geležies atomai, sudarantys jūsų automobilį, reakcijoje su vandens molekulėmis sukelia rūdijimą, per kelis sezonus sugadinantį jūsų transporto priemonę, o štai žvaigždėse esantys atomai gali prisijungti kitas daleles per kelias sekundes.

Antra, kai elementų atomai baigia egzistuoti virsdami kito elemento atomais, toks procesas vadinamas radioaktyviuoju skilimu arba radioaktyvumu (liaudyje dažnai tai vadinama radiacija). Kiekvieną cheminį elementą nusako atomo branduolyje esantis protonų skaičius. Jeigu protonų branduolyje yra 8 – tai deguonis, jeigu 26 – geležis, jeigu 82 – švinas, o jeigu egzistuoja tik 1 protonas – tai vandenilis. Tačiau šie kiekvieno elemento atomai gali egzistuoti skirtingose formose – prie tokio pat skaičiaus protonų branduolyje esant ir skirtingam neutronų skaičiui gaunamas tas pats cheminis elementas, bet su kai kuriomis skirtingomis savybėmis. To paties cheminio elemento atomai su skirtingu neutronų skaičiumi vadinami izotopais. Tarkime, jeigu šalia vieno vandenilio protono yra ir 1 neutronas tai – deuteris, jeigu šalia randami 2 neutronai – tai tritis, o laboratorijos sąlygomis gaunami ir sunkesni, daugiau



Cheminis elementas uranas (Public domain), praturtintas izotopu ^{235}U , naudotu Černobylio reaktoriuje ir kurio skilimo produktas yra ^{137}Cs

neutronų šalia vieno protono turintys vandenilio izotopai. Per visus cheminius elementus gamtoje randami maždaug 250 izotopų, kurie yra stabilūs – jie net per ilgą laiką nepatiria radioaktyvaus skilimo – kitaip tariant, jų gyvavimas natūraliai nenutrūksta. 35 izotopai yra itin ilgo, milijonus metų trunkančio gyvenimo. Likę natūraliai sutinkami izotopai bei virš 3000 tik laboratorijos sąlygomis gaunamų izotopų yra nestabilūs ir patiria radioaktyvųjį skilimą. Per kiek laiko šie elementai suskils? Kiekvieno izotopo skilimo trukmę nusako vadinamojo pusėjimo trukmė – „laikas, per kurį medžiagą sudarančių dalelių kiekis sumažėja perpus“. Kitaip tariant, praėjus šiam laikui, bus likusi tik pusė pradinį atomų skaičiaus, o prabėgus šiam laikui dar kartą, bus likęs tik ketvirtadalis. Skirtingų izotopų pusėjimo trukmės yra labai įvairios: vienu vos menkos sekundės dalys, kitų – trilijonus kartų ilgesnės už Visatos amžių.

Kadangi mus supančią matomą ir nematomą medžiagą sudaro atomai, pagal aprašytus atomo lygmeniu veikiančius dėsningumus gyvuoja ir mūsų aplinka. Prisiminkime minėtą auksinę grandinėlę – nesant specifinėms medžiagoms ir sąlygoms aplinkoje, žvelgiant iš žmogaus gyvenimo perspektyvos, auksinė grandinėlė išlaikys savo struktūrą nepaprastai ilgai, ypač atsižvelgiant į tai, jog auksas nereaguoja su mūsų aplinkoje esančiu oru. Kai kurias negyvąją materiją sudarančias medžiagas žmonės naudoja lydinuose, pavyzdžiui, bronzą gaunama kaip vario ir alavo lydinys. Apskritai įvairias gamtos ir žmogaus manipuliacijas su Žemėje esančiomis nebiologinės kilmės medžiagomis aprašo neorganinė chemija, tačiau mus supančios medžiagos atomų lygmeniu paklūsta minėtoms taisyklėms. Atomų ir kartu iš jų sudarytos medžiagos gyvavimo laikas priklauso nuo to, kokie tai atomai – stabilūs ar ne – bei kokios natūralios ar dirbtinės sąlygos juos supa.

Aplinkoje esančios materijos trukmę ir poveikį aplinkai labai tiksliai apibūdina Černobylio avarija. 1986 m. balandžio 26 d. vos 110 km nuo Kyjivo (Ukraina) esančios Černobylio atominės elektrinės ketvirtojo reaktoriaus sprogimas į aplinką išmetė didelį kiekį radioaktyvių medžiagų ir užteršė teritorijas Ukrainoje, Baltarusijoje ir Rusijoje, sukeldamas mutacijas ir mirtis gyvojoje gamtoje. Kadangi radioaktyvūs cheminiai elementai skilimo metu išspinduliuoja įvairias daleles, sukeliančias pažeidimus, užteršta aplinka tapo negyvenama. Tačiau, žvelgiant iš laiko perspektyvos, aktualu yra tai, kad užteršta aplinka iki šiol nėra gyvenama. Kodėl? Nors daugumos iš virš 100 radioaktyvių į aplinką išmestų medžiagų pusėjimo trukmė buvo gana trumpa, cheminių elementų, tokių kaip jodas, stroncis ir cезis, kai kurie izotopai skyla ilgai – pusė pradinės medžiagos suskyla per atitinkamai 8 dienas, 29 metus ir 30 metų. Tad, nors Černobylio avarija yra viena didžiausių žmonijos sukurtų katastrofų, joje labai aiškiai atsispindi gyvosios ir negyvosios gamtos laiko masteliai – stabili, ilgai gyvuojanti negyvoji gamta, kurioje išsibarsčiusios ir skirtinga gyvavimo trukme pasižyminčios skylančios medžiagos, daro įtaką taip pat skirtinga trukme gyvuojančiai gyvajai gamtai.

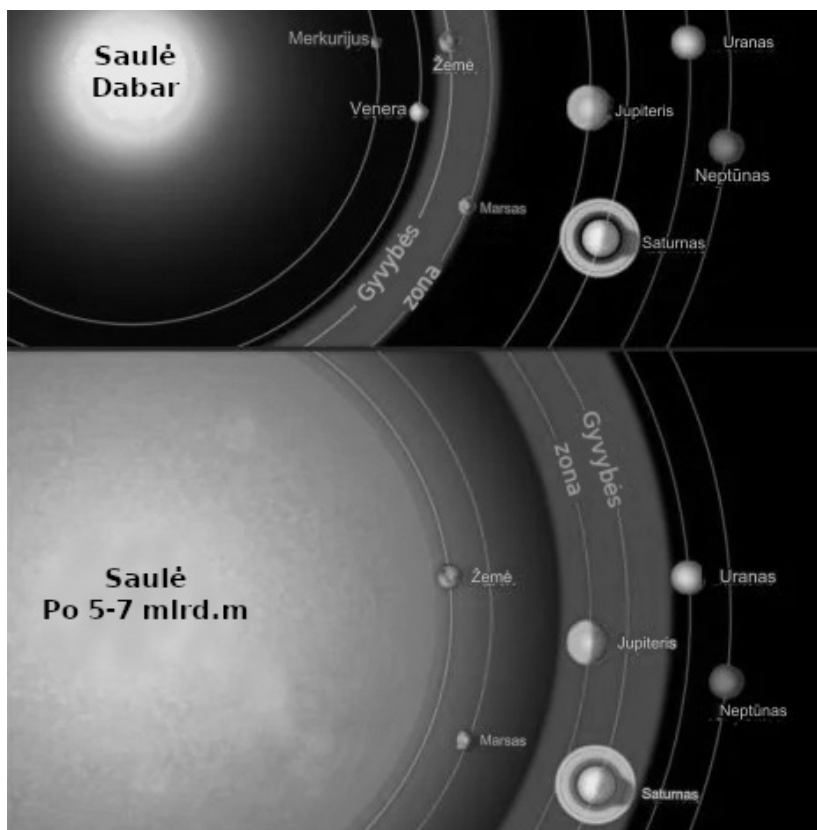
Nebiologiniai Saulės sistemos laiko masteliai

Kosminiais laiko masteliais galime apibūdinti tiek kosminių objektų amžių, tiek laiko trukmę, kurią užtrunka informacijos kelionė nuo vieno objekto iki kito. Pradėkime nuo kosminių objektų amžiaus. Šiuolaikiniais moksliniais tyrimais nustatyta, jog Žemės amžius yra maždaug 4,54 mlrd. m. Žinoma, šis skaičius yra apytikslis ir nurodo pačią planetos formavimosi pradžią. Tam, kad Žemė taptų tokia, kokia yra šiandien, ji turėjo išgyventi daugybę kataklizmų. Vienas iš jų galimai lėmęs Mėnulio susiformavimą, kai pačioje Žemės formavimosi pradžioje mūsų planeta susidūrė su kita, taip pat besiformuojančia planeta, mokslininkų pavadinta Tėja. Po susidūrimo, didesnė bendra abiejų planetų masė suformavo Žemę, o atskilusi mažesnė dalis – Mėnulį.

Žemę, kokia ji yra šiandien, suformavo įvairios perturbacijos, vykusios per 4 eonus – laiko tarpus, į kuriuos padalintas mūsų planetos egzistavimas. Daug pasako vien pirmojo eono pavadinimas, Hadėjas, kilęs nuo graikų požemių pasaulio dievo Hado vardo. Naujai gimusi planeta buvo nuolat bombarduojama kartu gyvenimą pradėjusios Saulės sistemos asteroidų ir meteoritų, Žemėje vyko nuolatiniai ugnikalnių išsiveržimai. Šį, virš 500 mln. m. trukusį, periodą pakeitė Archėjaus periodas, besitęsęs iki maždaug 2,5 mlrd. m., kai, tikėtina, Žemės paviršius buvo padengtas vandeniu. Archėjaus periodą pakeitė Proterozojaus periodas (2,5–0,541 mln. m.), kai atmosferoje padidėjo deguonies kiekis. Šio eono pabaigoje įvyko minėtasis Kambro sprogdimas, kai atsirado itin daug gyvūnų rūšių. Paskutinis eonas, kuriame dabar mes ir gyvename, vadinasi Fanerozojus, kurio metu ne tik susiformavo dabartiniai žemynai, bet gyvavo dinozaurai, susiformavo mums pažįstama aplinka ir galiausiai išsivystė žmonės. Štai tokia trumpa, bet daug ilgesnė negu žmonijos, Žemės istorija.

Visa Saulės sistema: Saulė, planetos, asteroidai ir kometos – susidariusi iš to paties tarpžvaigždinio dulkių debesies ir pasižyminti gana panašiu amžiumi. Saulė – didžiausias kūnas Saulės sistemoje, teikiantis šilumą visiems šiai sistemai priklausantiems kūnams, susiformavo tik kiek anksčiau negu Žemė. Nors galima kelti klausimą, nuo kada vienas ar kitas kosminis kūnas laikomas susiformavusiu, Saulė prieš maždaug 4,6 mlrd. m. tapo žvaigžde – ji branduolyje pradėjo vandenilį versti į helį bei išskirti milžiniškus energijos kiekius – tai ir laikoma Saulės gimimu.

O kokia Žemės ir visos Saulės sistemos ateitis? Žemėje esančiai biologinei įvairovei trumpuoju laikotarpiu, t. y. artimiausius kelis šimtus metų, pavojus tyko ne tik iš išorės dėl, pavyzdžiui, Saulės sistemoje skriejančių asteroidų ar Saulės audrų, bet ir dėl pačios žmonijos sukuriamos klimato kaitos. Ilgesniuojų laikotarpiu Žemės likimas priklauso nuo to, ar nepasitaikys atsitiktinis katastrofinis įvykis – Žemė nesusidurs su asteroidu ar kometa, o gal mūsų planetoje išsivers supervulkanas. Visgi ilguoju laikotarpiu tiek Žemės, tiek Saulės, tiek visos Saulės sistemos likimas bus nulemtas mūsų žvaigždės. Saulė



Saulės ir Saulės sistemos dabartis ir ateitis. Saulė plėsdamasi ne tik „suvalgys“ artimiausias planetas, tačiau tinkama gyvybei zona taip pat pasislinks toliau (Astronomy: Roen Kelly)

po truputį tampa vis karštesnė bei nežymiai plečiasi ir, tikėtina, kad po maždaug 1 mlrd. m. išgarins skystą vandenį nuo Žemės paviršiaus. Išdeginusi pagrindinį kurą branduolyje – vandenilį – Saulė ims plėstis ir taps raudonąja milžine. Saulė išsipūs, tikėtina, tapdama 200–300 kartų didesnė negu yra dabar. Nors išorinių sluoksnių temperatūra sumažės, Saulė „suvalgys“ arčiausiai esančias planetas Merkurijų ir Venerą. Žemės likimas nėra tiksliai žinomas – arba jis bus toks pats kaip minėtų planetų, arba ji bus paprasčiausiai iškepinta. Po įvairių gyvavimo etapų savo gyvenimą baigs ir Saulė, numetusi išorinius sluoksnius į atvirą kosmosą ir likusi tik su branduoliu, vadinamu baltąja nykštuke. Likusios planetos taip pat gali būti „suvalgytos“, o kai kurių orbitos gali tapti chaotiškos ir „pasprukti“ į tarpžvaigždinę erdvę.

Kosminiai laiko masteliai

Saulė kartu su visa savo sistema nuo gimimo iki mirties pragyvens maždaug 10 mlrd. m. Kiekvienos žvaigždės gyvenimo trukmę nusako pradinė žvaigždės masė, paprastai astronomijoje skaičiuojama Saulės masėmis. Taigi, vienos Saulės masės žvaigždė gyvena tiek, kiek Saulė – apie 10 mlrd. m. Kuo didesnė žvaigždės masė, tuo trumpiau ji gyvena: masyvios, apie 60 Saulės masių žvaigždės gyvena vos 3 mln., 10 Saulės masių žvaigždės – 32 mln., 3 Saulės masių – 370 mln., na, o žvaigždės, kurių masė gerokai mažesnė už Saulės, sakykime, vos 0,1 Saulės masės, gyvens trilijonus metų.

Šioje vietoje susiduriame su absoliutiniu amžiumi. Jeigu matuojame objektų amžių, tie objektai iš kažko turėjo atsirasti. Sakykime, viena žvaigždė atsirado iš prieš tai buvusios žvaigždės liekanų, o pastaroji – iš žvaigždės buvusios prieš tai. Lygiagrečiai galbūt egzistuoja mažos masės žvaigždė, kuri gyvuoja per visas kitų žvaigždžių kartas. Tačiau juk turi būti žvaigždžių ir kartu materijos pradžia, Visatos pradžia? Visi kosminiai kūnai: ne tik planetos ir žvaigždės, bet ir žvaigždžių spiečiai, galaktikos ir galaktikų spiečiai, yra erdvėje, vadinamoje Visata. Apie Visatos atsiradimo, vystymosi teorijas bei faktus galima rašyti ir analizuoti tikrai daug, tačiau apsiribokime tuo, kad, remiantis dabartinėmis teorijomis, Visatos – visko, kas dabar egzistuoja, pradžia laikomas Didysis sprogdimas, įvykęs prieš maždaug 13,8 mlrd. m. Tad štai čia yra absoliutinis amžius – riba, nuo kurios pagal dabartines teorijas viskas skaičiuojama. Ar ji teisinga – visai kita tema, tačiau, jeigu atrasto kosminio kūno amžius paprasčiausiai nustatomas daugiau negu 13,8 mlrd. m., laikoma, jog tai yra skaičiavimo klaida.

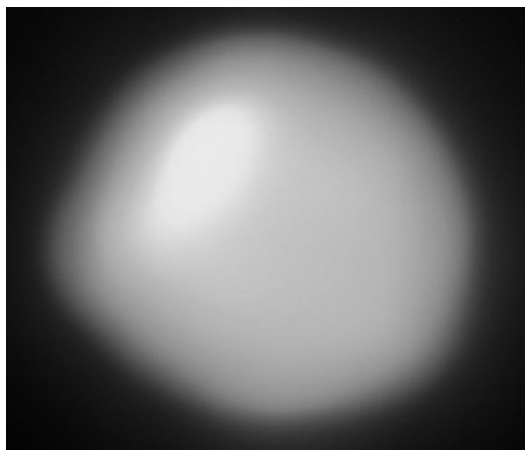
Žvaigždžių amžiaus nustatymas – sunki, bet esminė užduotis

Galbūt pastebėjote tai, kad pasikeičia kelios didesnės masės žvaigždžių kartos, kol lygiagrečiai mažos masės žvaigždės pergyvena jas visas? Čia susiduriame su labai įdomiu reiškiniu. Galbūt esate girdėję posakį, jog žmonės yra gamtos vaikai. Tačiau iš tiesų esame žvaigždžių vaikai. Kodėl? Mes, mūsų aplinka ir visa Saulės sistema juk iš kažko susiformavo. Visa tai susiformavo iš tarpžvaigždinio dulkių debesies. Gali kilti klausimas – iš kur atsirado šis debesis? Šioje vietoje susiduriame su skirtingų žvaigždžių kartų pavyzdžiu: Saulė ir jos sistema susiformavo iš buvusios žvaigždės, kuri savo užgyventą turtą – jos pagamintus cheminius elementus – perleido kitai žvaigždžių kartai, šiuo atveju Saulei. Tad štai – visa cheminių elementų įvairovė, randama Saulėje, Žemėje, meteorituose, augaluose, gyvūnuose ir žmonėse yra buvusių žvaigždžių palikimas.

Tai reiškia, kad cheminių elementų kiekiai žvaigždėse ir jų sistemose tam tikra prasme parodo žvaigždžių kartas ir net kažkiek jų amžių. Čia at-

siskleidžia įdomi galimybė – nustatius cheminių elementų kiekius žvaigždėse tampa įmanoma sužinoti ir tų žvaigždžių amžių. Laimei, cheminių elementų kiekių nustatymo įrankis egzistuoja – jis vadinamas astrospektroskopija. Juo pasinaudodami mokslininkai iš žvaigždžių spektrų nustato žvaigždžių cheminę sudėtį bei gauna galimybę įvertinti vieną sudėtingiausių, bet kartu ir svarbiausių žvaigždžių savybių – jų amžių. Šiuos tyrimus atlieka ir Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Teorinės fizikos ir astronomijos instituto Astrospektroskopijos ir egzoplanetų grupė (vadovė habil. dr. Gražina Tautvaišienė). Nuo 2023 m. vykdomą tyrimų projektą finansuoja Lietuvos mokslo taryba (Nr. S-MIP-23-24). Detaliau apie įvairius žvaigždžių amžių nustatymo būdus galite paskaityti „Lietuvos dangus 2024“ straipsnyje *Iš kur žinome, kiek žvaigždei metų?*

Informacijos kelionės laiko masteliai – taip pat kosminiai



Už maždaug 430 šviesmečių nuo mūsų esanti žvaigždė, raudonoji supermilžinė Betelgeizė. Kiek šviesmečių atstumu Betelgeizė yra nutolusi nuo mūsų, per tiek laiko jos šviesa mus ir pasiekia. Ši už Saulę maždaug 15 kartų masyvesnė žvaigždė gyvenimą baigs kaip II tipo supernova – galingu sprogimu, kurio metu žvaigždės šviesis gali milijardą kartų viršyti Saulės šviesį. Yra tikimybė, kad Betelgeizė šitaip įspūdingai jau baigė savo gyvenimą, tačiau gali prireikti kelių šimtų metų, kad mes šį nuostabų reišinį pamatytume. Tai puiki šviesos greičio ribotumo iliustracija

Galbūt gali kilti klausimas apie tai, kas yra informacijos kelionės. Žiūrėdami į žvaigždę danguje be išsamesnių tyrimų nežinome, nei koks jos atstumas nuo mūsų, nei koks jos amžius, nei kokia jos istorija. Viskas, ką gauname – iš jos atsklandanti šviesa: regimoji, matoma plika akimi, ir nematoma, užfiksuojama tam skirtais specialiais prietaisais. Kitaip tariant, viskas, ką gauname iš tolimų žvaigždžių, tėra informacija šviesos dalelių – fotonų – pavidalu. Bet tai galioja ne tik tolimoms žvaigždėms, o ir Saulei, Saulės šviesą atspindinčioms planetoms ir jų palydovams,

Žemės palydovui Mėnuliui bei matomiems dirbtiniams palydovams, taip pat atspindintiems iš Saulės gaunamą šviesą. Šiuo principu veikia ir visa mūsų komunikacija – juk kosminiai palydovai radijo bangomis perduoda informaciją į mūsų įrenginius. Ir čia informacijos perdavimo ribos nesibaigia – žmogus, Žemėje matydamas kitus žmones, pastatus, gamtą ir visa, kas jį supa, taip pat gauna informaciją fotonų pavidalu.

Visa tai žinant gali kilti ir kitas klausimas – jeigu tuo pačiu principu šviesa gaunama tiek iš šalia stovinčio pastato, tiek iš tolimos žvaigždės, dėl šviesos įveikto atstumo jos sugaištas laikas keliaujant turėtų būti skirtingas? Taip ir yra. Gamtoje informacijos perdavimas šviesa yra apribotas maksimaliu, pirmoje straipsnio dalyje aptartu šviesos greičiu. Dėl šios priežasties žiūrėdami į žmones ir daiktus, esančius šalia, matome labai trumpai iš jų skriejusią šviesą, o, žiūrint į tolimas žvaigždes, gaunama šviesa buvo keliavusi labai ilgą laiką. Iš to gaunama ir akivaizdi išvada – jeigu informacija perduodama ne iškart, o pasižymi maksimaliu greičiu, reiškia mes matome ne tiesioginį vaizdą, o istoriją – tokio senumo, kiek laiko reikėjo šviesai atskristi iš bet kurio objekto. Tad iš tiesų, sąveikaudami su aplinka, mes bendraujame su aplinkos praeitimi, skirtumas tik tas, kad stebint tolimas žvaigždes, jų matoma praeitis mūsų gyvenimams įtakos neturi. Kita vertus, matydami šalia esančius žmones ar vairuodami automobilį, nors ir matome praeitį, dėl itin mažo atstumo šviesa mus pasiekia labai greitai, todėl laiko skirtumas tarp įvykio ir to įvykio pamatymo yra nereikšmingas. Visgi, kokia trukmė yra tarp objekto ir laiko, kai jį pamatome? Tarkime, šviesai apskrieti aplink Žemę reikia maždaug 0,13 sek., Mėnulio šviesa Žemę pasiekia per 1,3 sek., iš Saulės šviesa atsklinda per maždaug 8 min. 20 sek., artimiausios Saulei žvaigždės Kentauro Proksimos – kiek daugiau nei 4 m. 2 mėn., nuo mūsų Paukščių Tako galaktikos centro šviesa mus pasiekia per maždaug 26000 m., o iš artimiausios kaimyninės Andromedos galaktikos – per 2,5 mln. m.

Žmogus negyvosios gamtos laiko masteliuose

Susipažinę su laiko matavimo principais, laiko bei amžiaus sąvokomis, galime pastebėti, jog laikas iš tiesų yra daug mįslingesnė sąvoka negu gali pasirodyti iš pradžių, tačiau gyvendami Žemėje esame įstatyti į cikliško gyvenimo rėmus. Visgi, nors esame technologiškai labai išsivysčiusi rūšis, mūsų egzistencija šioje planetoje yra trumpa, lyginant su kosminiais laiko masteliais ir net su biologinių rūšių amžiumi. Vystydami technologijas, tikėtina, galėtume tapti labiau kosmine rūšimi, tačiau tokiu atveju vis labiau susidurtume ir su laiko reliatyvumo faktoriumi.