

ПРО ВСЕСВІТ КОРОТКО

Стівен Гокінг — прославлений англійський учений, один із найвідоміших популяризаторів науки у світі, людина-легенда. Його вважають одним із найгеніальніших фізиків від часів Ейнштейна. Найбільшу популярність здобув завдяки дослідженню чорних дір і теорії виникнення Всесвіту в результаті Великого вибуху. Автор бестселерів «Найкоротша історія часу», «Великий задум» та «Чорні діри і молоді всесвіти», володар численних нагород та премій. За «Про Всесвіт коротко» Гокінг отримав премію *Aventis* як найкращий автор з наукової тематики.

Ученим, дослідникам космічного простору й тим, хто просто зачаровано дивиться в зіркове небо, намагаючись збагнути походження Всесвіту. На вас чекають:

- Карколомні таємниці світобудови
- Супергравітація і суперсиметрія
- Квантова теорія і М-теорія
- Теорія Ейнштейна і правила Фейнмана
- Прогноз майбутнього для планети Земля

Наукова розвідка та водночас фантастична пригода від Стівена Гокінга. Крізь простір-час, мембрани і струни, що рухаються в одинадцяти вимірах, до чорних дір, які ховають безліч таємниць про наш величезний незбагнений Усесвіт.

www.bookclub.ua

ISBN 978-617-12-7641-3



9 786171 276413

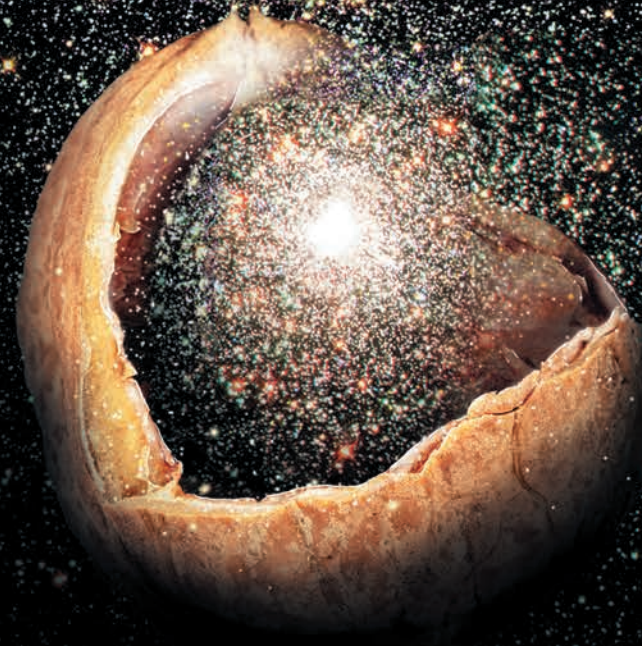
СТІВЕН ГОКІНГ

ПРО ВСЕСВІТ КОРОТКО



1 NEW YORK TIMES BESTSELLING AUTHOR

СТІВЕН ГОКІНГ



ПРО ВСЕСВІТ КОРОТКО

ΠΡΟ ΒΣΕΣΒΙΤ
ΚΟΡΟΤΚΟ

STEPHEN
HAWKING



THE UNIVERSE
IN A NUTSHELL

СТІВЕН ГОКІНГ



ПРО ВСЕСВІТ КОРОТКО

УДК 524.8
Г59

Жодну з частин цього видання
не можна копіювати або відтворювати в будь-якій формі
без письмового дозволу видавництва

This edition published by arrangement
with *United Agents LLP* and *The Van Lear Agency LLC*

Перекладено за виданням:
Hawking S. *The Universe in a Nutshell* / Stephen Hawking. — London,
New York, Toronto, Sydney, Auckland: Bantam Press, 2001. — 220 p.

Переклад з англійської *Ярослава Лебеденка*

Дизайнер обкладинки *Аліна Белякова*

ISBN 978-617-12-7641-3
ISBN 978-0-593-04815-6 (англ.)

© Stephen Hawking, 2001
© Depositphotos / domnitsky.yar /
обкладинка, 2020
© Nemiro Ltd, видання українською
мовою, 2020
© Книжковий Клуб «Клуб Сімейно-
го Дозвілля», переклад і художнє
оформлення, 2020

ЗМІСТ

<i>Передмова</i>	8
Коротка історія відносності	11
Форма часу	31
Світ у горіховій шкаралупці	65
Передбачення майбутнього	95
Захист минулого	123
Наше майбутнє? «Зоряний шлях» чи ні?	143
Який чудесний брани світ новий	153
<i>Глосарій</i>	172
<i>Рекомендована література для подальшого читання</i>	182
<i>Авторські права на ілюстрації</i>	184
<i>Показчик</i>	185



Стівен Гокінґ власною персоною. Доктор Гокінґ на лекції, присвяченій 50-річчю NASA, 21 квітня 2008 року, у Вашингтонському університеті. Фото надано NASA

ПЕРЕДМОВА

Я не очікував, що моя науково-популярна книжка «Коротка історія часу» матиме такий успіх. Вона протрималась у рейтингу бестселерів лондонської газети *Sunday Times* понад чотири роки, що довше за будь-яку іншу книжку й дивовижно для наукового видання, які зазвичай купують не надто охоче. А потім люди ще й постійно питали, коли буде продовження. Я відбивався як міг, бо не хотів писати «Коротку історію 2» чи «Трохи довшу історію часу», та й зайнятий був дослідженнями. Але згодом зрозумів, що можна написати іншу книжку, можливо, простішу для розуміння. «Коротка історія часу» була організована лінійно, де більшість розділів впливали з попередніх і логічно від них залежали. Деяким читачам це подобалось, але інші застрягали на перших розділах і вже не доходили до цікавішого матеріалу далі. Натомість ця книжка більше схожа на дерево: розділи 1 і 2 утворюють центральний стовбур, а всі інші відгалужуються від нього.

Ці «гілки» майже не залежать одна від одної, і після центрального стовбура їх можна читати довільно. Вони відповідають проблемам, над якими я працював або міркував після видання «Короткої історії часу». Тому відображають картину деяких найактуальніших напрямків сучасних досліджень. У кожному розділі я також намагався уникати простої лінійної структури. Ілюстрації та підписи до них пропонують альтернативний підхід до тексту, як в «Ілюстрованій короткій історії часу», виданій 1996 року, а врізки та примітки збоку дають можливість зануритись у певні теми глибше, ніж це можливо в основному тексті.

У 1988 році, коли вперше вийшла «Коротка історія часу», до появи остаточної Теорії Всього, здавалося, рукою подати. Як ситуація змінилася відтоді? Чи наблизилися ми до своєї мети? Ця книжка розповідає, що пройшли ми вже чимало. Але подорож іще не закінчено і кінця поки не видно. Як кажуть, подорож із надією краще за прибуття до мети. Наше прагнення відкриттів підживлює креативність в усіх галузях — не лише у фізиці.

Якби ми вже досягли кінця шляху, людський дух зачах би й помер. Але я не думаю, що ми колись опустимо руки: якщо не осягатимемо глибину, то збільшуватимемо складність і завжди розширюватимемо горизонт можливостей.

Хочу поділитися з вами своїм захопленням від останніх відкриттів і нової картини реальності. Я зосередився на сферах, над якими працював особисто, через більше почуття причетності. Деталі цієї роботи технічно складні, але я вірю, що основні ідеї можна донести читачам і без великого математичного багажу. Сподіваюсь, мені це вдалося.

З цією книжкою мені дуже допомогли. Зокрема, хочу відзначити Томаса Гертоґа та Ніла Ширера за допомогу з малюнками, підписами та врізками; Енн Гарріс і Кітті Ферґюсон, які редагували рукопис (точніше, комп'ютерні файли, бо пишу я лише в електронному вигляді); Філіпа Данна з *Book Laboratory* та *Moonrunner Design*, який створив ілюстрації. А ще хочу подякувати всім, хто дав мені можливість вести майже нормальне життя та продовжувати наукові дослідження. Без них цієї книжки просто б не було.

Стівен Гокінґ
Кембридж, 2 травня 2001 р.

Розділ 1

КОРОТКА ІСТОРІЯ ВІДНОСНОСТІ

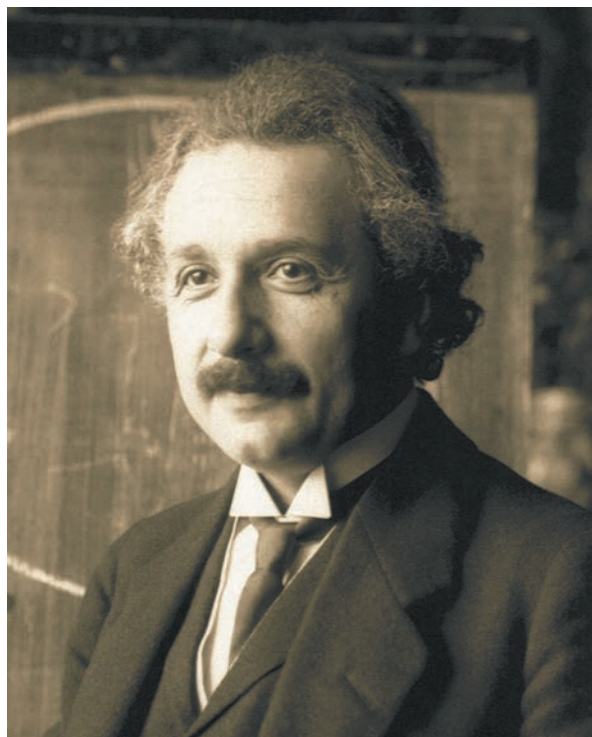
*Як Ейнштейн заклав підвалини двох
фундаментальних теорій XX століття:
загальної теорії відносності
та квантової теорії*

A handwritten signature in black ink, reading "A. Einstein." The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Альберт Ейнштейн, автор спеціальної та загальної теорій відносності, народився в німецькому місті Ульмі 1879-го, але наступного року переїхав з родиною до Мюнхена, де його батько Герман та дядько Якоб заснували невеличке й не дуже успішне електро-технічне підприємство. Вундеркіндом Альберт не був, але заявив, що він погано вчився у школі, видаючись перебільшенням. У 1894-му бізнес його батька прогорів і родина переїхала до Мілана. Батьки хотіли, щоб Альберт залишився в Німеччині й закінчив школу, але він не міг стерпіти її авторитарних порядків і за кілька місяців приєднався до рідних в Італії. Пізніше завершив освіту в Цюріху, закінчивши 1900 року престижну Федеральну вищу технічну школу. Його природна схильність до суперечок і неповага до авторитетів відвертали від нього професорів, жоден з яких не запропонував йому місце асистента, що було тоді звичним шляхом до наукової кар'єри. Лише за два роки Ейнштейн нарешті домогся посади молодшого клерка Швейцарського бюро патентів у Берні. Саме на цій роботі в 1905-му він написав три статті, що не лише зробили його одним з провідних науковців світу, але й почали дві концептуальні революції, які змінили наше розуміння часу, простору та самої реальності.

До кінця XIX століття науковці вважали, що наблизилися до повного опису Всесвіту. Вони уявляли, що простір заповнений безперервним середовищем під назвою «ефір». Промені світла та радіосигнали — хвилі цього ефіру, як звук — хвилі тиску повітря. Для отримання повної теорії потрібно було лише ретельно виміряти пружні властивості ефіру. Власне, передбачаючи такі вимірювання, Джефферсонівську лабораторію в Гарварді побудували без жодного залізного цвяхка, щоб не створювати перешкод тонким магнітним флуктуаціям. Однак проектувальники забули, що червонувато-коричнева цегла, з якої було збудовано лабораторію та більшу частину Гарварду, містить чимало заліза. Цю будівлю використовують і досі, хоча в Гарварді

не впевнені щодо того, яку вагу здатні витримати бібліотечні перекриття без залізних цвяхів.



Альберт Ейнштейн під час лекції у Відні, 1921 рік

До кінця століття в ідеї всепроникного ефіру почали виникати невідповідності. Науковці очікували, що світло рухатиметься крізь ефір зі сталою швидкістю, але якщо рухатися крізь ефір в одному напрямку зі світлом, його швидкість здається нижчою, а якщо у протилежному, то вищою.

Проте низка експериментів не підтвердила цю ідею. Найреальніший і найточніший із цих експериментів провели Альберт Майкельсон та Едвард Морлі у Школі прикладних наук Кейза (Клівленд, штат Огайо) у 1887-му. Вони порівняли швидкість світла двох променів під прямими кутами один до одного. Оскільки Земля обертається навколо своєї осі та навколо Сонця,

апарат рухається крізь ефір з різною швидкістю та напрямком. Але Майкельсон і Морлі не знайшли добових чи річних відмінностей між променями. Неначе світло завжди рухається з однаковою швидкістю відносно місця перебування спостерігача, незалежно від швидкості та напрямку його руху (Рис. 1.1).

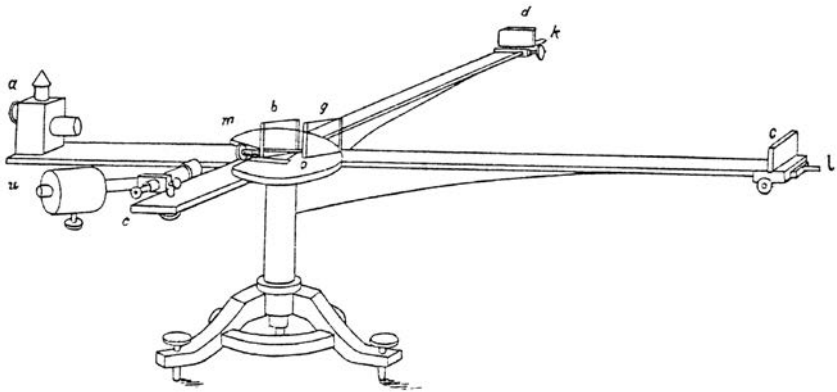


Рис. 1.1. Вимірювання швидкості світла

В інтерферометрі Майкельсона—Морлі напівпрозоре дзеркало розщеплює світло з певного джерела на два промені. Ці промені рухаються під прямими кутами один до одного, а потім об'єднуються в один, потрапляючи на напівпрозоре дзеркало знову. Різниця у швидкості світла, що рухається у двох напрямках, могла б означати, що хвиля виходить на гребінь в одному промені одночасно зі спадом в іншому, які взаємокомпенсуються

На підставі експерименту Майкельсона—Морлі ірландський фізик Джордж Фітцджеральд і голландський фізик Гендрік Лоренц припустили, що тіла, які рухаються крізь ефір, скорочуватимуться, а годинники сповільнюватимуться. Це скорочення та сповільнення годинників буде таким, що всі люди вимірюватимуть однакову швидкість світла, незалежно від їхнього руху відносно ефіру. (Фітцджеральд і Лоренц усе ще вважали ефір реальною субстанцією.) Однак у статті, написаній у червні 1905-го, Ейнштейн зазначив, що, якщо спостерігач не може визначити, рухається він крізь простір чи ні, саме поняття ефі-

ру зайве. Натомість він почав з постулату, що закони фізики мають бути однаковими для всіх вільнорухомих спостерігачів. Зокрема, вони всі мають вимірювати однакову швидкість світла, незалежно від швидкості свого руху. Швидкість світла не залежить від їхнього руху і є однаковою в усіх напрямках.

Це вимагало відкинути ідею про універсальну величину під назвою «час», яку вимірюватимуть усі годинники. Натомість кожен матиме власний, індивідуальний час. Час двох людей збігатиметься, лише коли вони перебувають у стані спокою відносно одне одного, але не тоді, коли рухаються.

Це підтвердила низка експериментів, зокрема той, в якому два точних годинники облетіли навколо світу в протилежних напрямках, а після повернення показали зовсім трохи різний час. Це може вказувати на те, що якби хтось захотів жити довше, то мав би продовжувати летіти на схід так, щоб швидкість літака доповнювала обертання Землі. Однак крихітна частка секунди, яку б він виграв, набагато переважила б якість харчів на борту.

Парадокс близнюків

У теорії відносності кожен спостерігач має власне вимірювання часу. Це може призвести до так званого парадоксу близнюків.

Один з близнюків вирушає в космічну подорож, під час якої рухається з близькосвітловою швидкістю, тоді як його брат залишається на Землі.

Через рух час у космічному кораблі минає повільніше, ніж для його близнюка на Землі. Тому після повернення мандрівник у космосі виявить, що його брат постарішав більше за нього.

Хоча це нібито суперечить здоровому глузду, низка експериментів підтвердила, що в такому сценарії мандрівний близнюк справді буде молодшим.

Постулат Ейнштейна про те, що закони природи повинні мати однаковий вигляд для всіх вільнорухомих спостерігачів, став

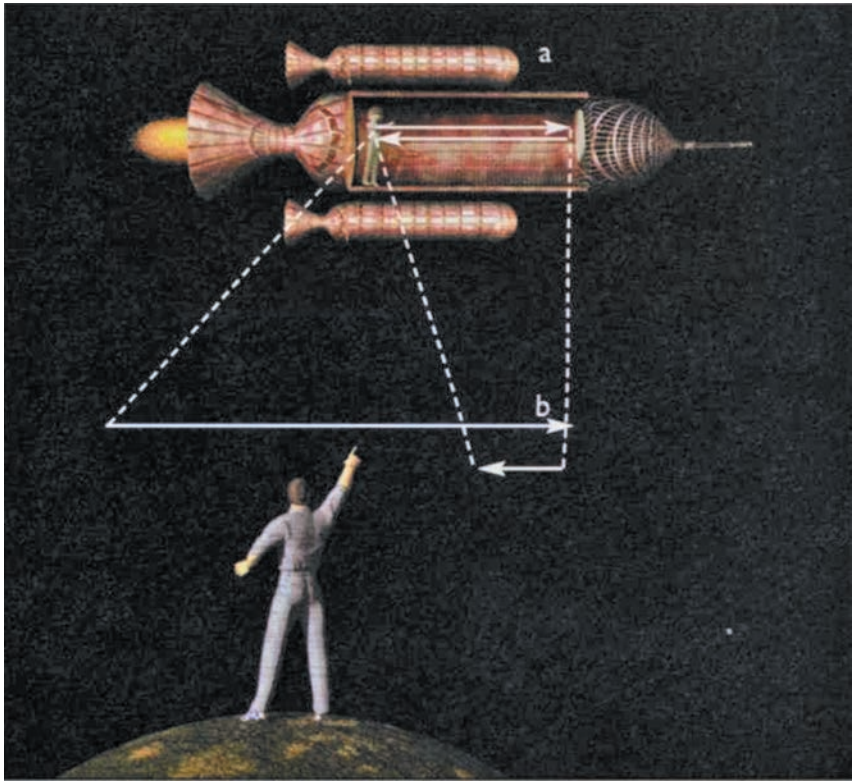


Рис. 1.2. Космічний корабель оминає Землю зліва направо зі швидкістю в чотири п'ятих світлової. Імпульс світла випускається на одному кінці кабіни й відбивається на іншому (а).

Світло спостерігають люди на Землі та на кораблі. Через рух корабля вони будуть не згодні щодо відстані, яку пододало світло (б). Отже, вони можуть бути також не згодні щодо потрібного світлові часу, бо, згідно з постулатом Ейнштейна, швидкість світла однакова для всіх вільнорухомих спостерігачів

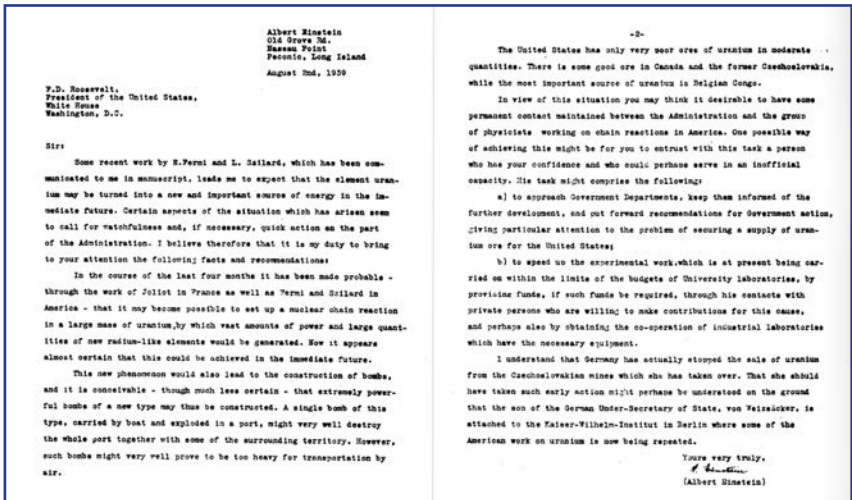
базою теорії відносності, названої так тому, що в ній важливий лише відносний рух. Її краса та простота переконала багатьох мислителів, але й залишила чималу опозицію. Ейнштейн перевернув два абсолютні науки XIX століття: абсолютний спокій, яким є ефір, та абсолютний, або універсальний, час, який мали б вимірювати всі годинники. Ця концепція збурила багатьох. Чи

не означає це, питали вони, що відносно *все* і абсолютних моральних стандартів не існує? Цей неспокій тривав упродовж 1920-х і 1930-х років. Коли 1921-го Ейнштейн отримав Нобелівську премію, підставою стала важлива, але (за його мірками) порівняно незначна робота, також виконана в 1905-му. Теорію відносності навіть не згадали, бо вважали її надто суперечливою. (Я й досі отримую по кілька листів на тиждень про те, що Ейнштейн був неправий.) Проте сьогодні наукова громадськість цілковито визнала теорію відносності, припущення якої безліч разів підтверджувалися на практиці.

Дуже важливий наслідок теорії відносності — це зв'язок між масою та енергією. Постулат Ейнштейна, що швидкість світла має бути однаковою для всіх, вказує на неможливість руху, швидшого за світло. Якщо застосувати енергію для прискорення чогось, від частинки до космічного корабля, маса цього об'єкта зростає, ускладнюючи його прискорення далі. Розігнати частинку до швидкості світла неможливо, для цього потрібен нескінченний обсяг енергії. Маса та енергія еквівалентні, як підсумовує відоме рівняння Ейнштейна $E = mc^2$. Це, мабуть, єдина фізична формула, яку впізнають на вулицях. Одним з його наслідків стало усвідомлення: якщо ядро атома урану розпадається на два ядра з трохи меншою сумарною масою, це вивільняє просто величезний обсяг енергії (див. с. 19 «Енергія ядерного зв'язку»).

У 1939 році, коли перспектива нової світової війни набула загрозливих розмірів, група науковців, яка усвідомлювала ці наслідки, переконала Ейнштейна облишити пацифістські сумніви та підтримати своїм авторитетом лист до президента Рузвельта, закликаючи США розпочати програму ядерних досліджень.

Це призвело до початку Мангеттенського проекту, а згодом і до створення бомб, що вибухнули над Хіросімою та Нагасакі в 1945-му. Деякі люди звинувачували в появі атомної бомби Ейнштейна, бо це він відкрив зв'язок між масою та енергією, але це ніби звинувачувати Ньютона в авіатрощах, бо він відкрив гравітацію. Сам Ейнштейн не брав участі у Мангеттенському проекті, і скидання бомб його вжахнуло.



Пророчий лист Ейнштейна 1939 року до президента Рузвельта: «За останні чотири місяці завдяки роботі Жоліо у Франції, а також Фермі та Сіларда в Америці стала ймовірною можливість запуску ланцюгової ядерної реакції у великій масі урану, що генерує величезні обсяги енергії та велику кількість нових елементів на кшталт радію. Сьогодні здається майже безперечним, що цього вдасться досягти вже в найближчому майбутньому. Це нове явище призведе також до створення бомб, і, можливо (хоча і менш безперечно), надзвичайно потужних бомб нового типу».

Новаторськими статтями 1905 року Ейнштейн здобув наукову репутацію. Та лише в 1909-му йому запропонували місце в Цюріхському університеті, що дало йому змогу покинути Швейцарське бюро патентів. За два роки він перебрався до Німецького університету в Празі, але в 1912-му повернувся до Цюріха, цього разу до Федеральної вищої технічної школи. Попри антисемітизм, поширений тоді в більшій частині Європи, навіть в університетах, тепер для Ейнштейна були відчинені всі двері. Пропозиції надходили також із Відня та Утрехта, але він обрав посаду наукового співробітника Пруської академії наук у Берліні, бо та звільняла його від викладацьких обов'язків. У квітні 1914-го він переїхав до Берліна, де невдовзі до нього приєдналися дружина

та двоє синів. Однак шлюб Ейнштейна переживав не найкращі часи, і його родина незабаром повернулася до Цюріха. Хоча періодично він їх навідував, з дружиною вони врешті розлучилися. Пізніше Ейнштейн одружився зі своєю кузиною Ельзою, яка жила в Берліні. Той факт, що в роки війни він був холостяком, без домашніх обов'язків, може бути однією з причин того, що цей період став таким продуктивним для нього стосовно науки.

ЕНЕРГІЯ ЯДЕРНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Ядра складаються з протонів і нейтронів, які утримує разом сильна взаємодія. Однак маса ядра завжди менша за суму окремих мас протонів і нейтронів, які її складають. Різниця — це міра енергії ядерного зв'язку, що тримає ядро вкупі. Цю енергію зв'язку можна розрахувати зі співвідношення Ейнштейна: енергія ядерного зв'язку = Δmc^2 , де Δm — різниця між сумою окремих мас нуклонів і масою ядра. Саме вивільнення цієї потенційної енергії створює руйнівну вибухову силу ядерного пристрою.

Хоча теорія відносності цілком відповідає законам, що керують електромагнетизмом, вона не сумісна із законом всесвітнього тяжіння Ньютона. Цей закон стверджує: якщо змінити розподіл матерії в одній частині простору, зміну гравітаційного поля миттєво відчують скрізь у Всесвіті. Це означає не лише можливість передавати сигнали швидше за світло (що заперечує теорія відносності) — щоб розуміти значення слова «миттєво», потрібне також існування абсолютного, або універсального, часу, який теорія відносності проміняла на індивідуальний час.

Ейнштейн знав про цю складність ще в 1907-му, коли працював у Швейцарському бюро патентів, але серйозно думати над проблемою він почав лише у Празі в 1911-му. Він усвідомив наявність тісного зв'язку між прискоренням і гравітаційним полем. Спостерігач усередині замкненої коробки, як-от ліфт, не може зрозуміти, чи перебуває та коробка у спокої в гравітаційному полі Землі, чи прискорюється ракетою у відкритому

космосі. (Звісно, це було ще до епохи серіалу «Зоряний шлях», тому Ейнштейн радше уявляв собі людей у ліфтах, а не космічні кораблі.) Але в ліфті не можна дуже довго прискорюватися чи вільно падати: усе закінчиться катастрофою.

Якби Земля була пласкою, можна було б з однаковим успіхом сказати, що яблуко впало на голову Ньютона через гравітацію або через вертикальне прискорення Ньютона та земної поверхні. Проте для сферичної Землі така відповідність не працює, бо люди з протилежних боків земної кулі мали би прискорюватись у протилежних напрямках, але залишатися на сталій відстані одне від одного.

Однак після повернення до Цюріха в 1912-му до Ейнштейна прийшло розуміння, що ця рівнозначність працюватиме, якщо геометрія простору-часу викривлена, а не пласка, як вважали раніше. Його ідея полягала в тому, що маса та енергія викривляють простір-час якимось поки не визначеним чином. Об'єкти на кшталт яблук чи планет намагаються рухатися крізь простір-час напругу, але їхні шляхи, схоже, вигинає гравітаційне поле через викривлення простору-часу (Рис. 1.3).

Прискорення та гравітація можуть бути рівнозначними, лише якщо простір-час викривляє якесь масивне тіло, тим самим вигинаючи шляхи об'єктів поблизу.

За допомогою свого товариша Марселя Гроссмана Ейнштейн вивчив теорію викривлених просторів та поверхонь, яку раніше розробив Георг Фрідріх Ріман. Однак Ріман уявляв собі викривлення лише простору. А Ейнштейн усвідомив, що викривляється саме простір-час. У 1913-му Ейнштейн та Гроссман написали спільну роботу, в якій висунули ідею, що те, що ми вважаємо гравітаційними силами, — лише вияв факту викривлення простору-часу. Однак через помилку Ейнштейна (який теж був людиною й міг помилятися) вони не зуміли знайти рівняння, що пов'язували кривизну простору-часу з масою та енергією в ньому. Ейнштейн продовжив працювати над цією

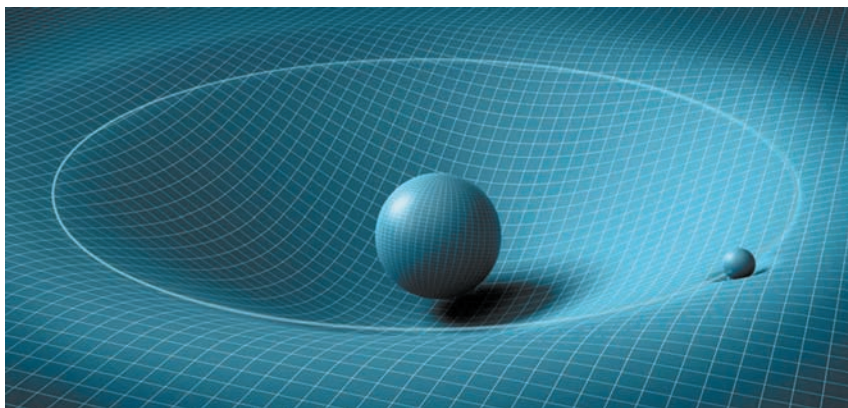


Рис. 1.3. *Вигини простору-часу*

проблемою в Берліні, де його не турбували домашні клопоти та майже не зачепила Перша світова війна, поки нарешті не знайшов потрібні рівняння в листопаді 1915-го. Під час візиту до Геттінгенського університету влітку 1915-го він обговорив свої ідеї з математиком Давидом Гільбертом, який незалежним чином знайшов ті самі рівняння за кілька днів до Ейнштейна. Проте, як визнавав сам Гільберт, право на нову теорію належало все ж Ейнштейнові, який пов'язав гравітацію з викривленням простору-часу. І слід віддати належне цивілізованості тодішньої Німеччини, що такі наукові дискусії та обміни думками могли без перешкод відбуватися навіть у воєнний час. Це різко контрастувало з епохою нацизму двадцятьма роками пізніше.

Нова теорія викривленого простору-часу отримала назву загальної теорії відносності, щоб відрізнити її від первинної теорії без гравітації, нині відомої як спеціальна теорія відносності. У 1919-му вона отримала показове підтвердження, коли британська експедиція до Західної Африки помітила незначний вигин світла зорі, що проходила поблизу Сонця під час затемнення. Це було прямим доказом того, що простір та час викривлені, і зумовило найбільшу зміну в нашому сприйнятті Всесвіту, в якому ми живемо, відтоді як Евклід написав свої «Начала» близько 300 р. до н. е. (Рис. 1.4).

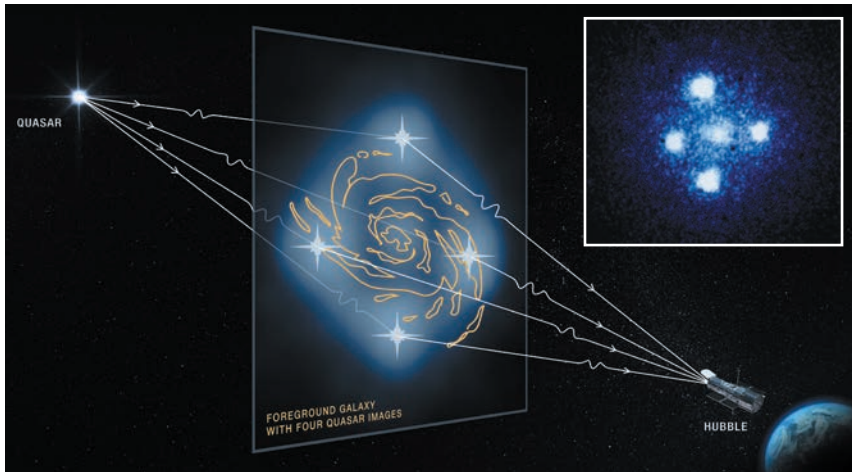


Рис. 1.4. Викривлення світла

На схемі показано, як потужна гравітація галактики викривляє і посилює світло квазара, утворюючи чотири зображення квазара. Космічний телескоп Hubble зробив це рідкісне фото, яке називають хрестом Ейнштейна. Надано NASA

Загальна теорія відносності Ейнштейна перетворила простір та час з пасивного тла, на якому розгортаються події, на активних учасників динамічного розвитку Всесвіту. Це призвело до великої проблеми, актуальної для фізики й у XXI столітті. Всесвіт заповнює матерія, яка викривляє простір-час так, що тіла сходяться разом. Ейнштейн виявив, що його рівняння не мають розв'язку, який описує статичний Всесвіт, незмінний у часі. Замість відмови від такого вічного Всесвіту, в який вірив він сам та більшість інших людей, Ейнштейн підтасував рівняння, додавши термін під назвою «космологічна стала», який викривляв простір-час протилежним чином так, що тіла розходилися. Відштовхувальний ефект космологічної сталої зміг урівноважити притягувальний ефект матерії, надавши статичний розв'язок для Всесвіту. То була одна з найбільших втрачених можливостей теоретичної фізики. Якби Ейнштейнові пощастило з його першим рівнянням, він міг би передбачити, що Всесвіт мусить або розширюватися, або стискатися. Проте можливість залеж-

ного від часу Всесвіту не сприймали серйозно до спостережень у 1920-х за допомогою 100-дюймового телескопу в обсерваторії Маунт-Вільсон.

Ці спостереження показали: що далі від нас інші галактики, то швидше вони віддаляються. Всесвіт розширюється, і відстань між будь-якими двома галактиками постійно збільшується з часом (Рис. 1.5). Це відкриття прибрало потребу в космологічній сталій, щоб отримати статичний розв'язок для Всесвіту. Пізніше Ейнштейн назве космологічну сталу найбільшою помилкою свого життя. Однак сьогодні видається, що вона могла й не бути помилкою: останні спостереження, які описує розділ 3, вказують, що невелика космологічна стала справді можлива.

Загальна теорія відносності повністю змінила обговорення походження та долі Всесвіту. Статичний Всесвіт міг існувати завжди чи бути створений у нинішній формі в якийсь час у минулому. Однак якщо сьогодні галактики розходяться, це означає, що в минулому вони мали бути ближчими. Близько 15 млрд років тому всі вони були розташовані одна на одній — щільність була дуже високою. Католицький священник Жорж Леметр назвав цей стан «первинним атомом». Леметр першим почав вивчати походження Всесвіту, яке ми сьогодні називаємо Великим вибухом.

Ейнштейн, схоже, ніколи не сприймав Великий вибух серйозно. Він, вочевидь, вважав, що проста модель рівномірного розширення Всесвіту розвалиться, якщо прослідкувати рухи галактик назад у часі, і що невеликі бічні швидкості галактик змусять їх розминутися. Він вважав, що Всесвіт міг мати фазу попереднього стискання з переходом до нинішнього розширення за доволі помірної щільності. Однак сьогодні ми знаємо, що для того, щоб ядерні реакції в ранньому Всесвіті породили обсяги легких елементів, які ми спостерігаємо навколо, щільність мала бути як мінімум 10 тонн на кубічний дюйм, а температура — 10 млрд градусів. Ба більше: спостереження мікрохвильового фону вказує, що щільність була, мабуть, трильйон трильйонів трильйонів трильйонів трильйонів

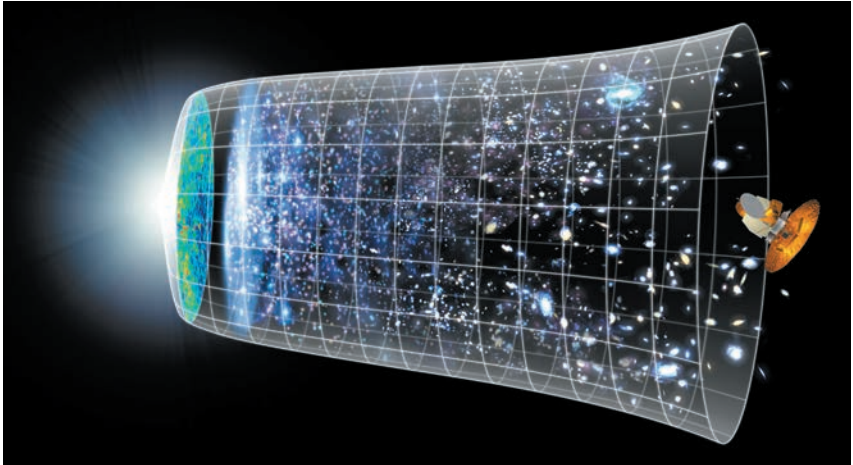
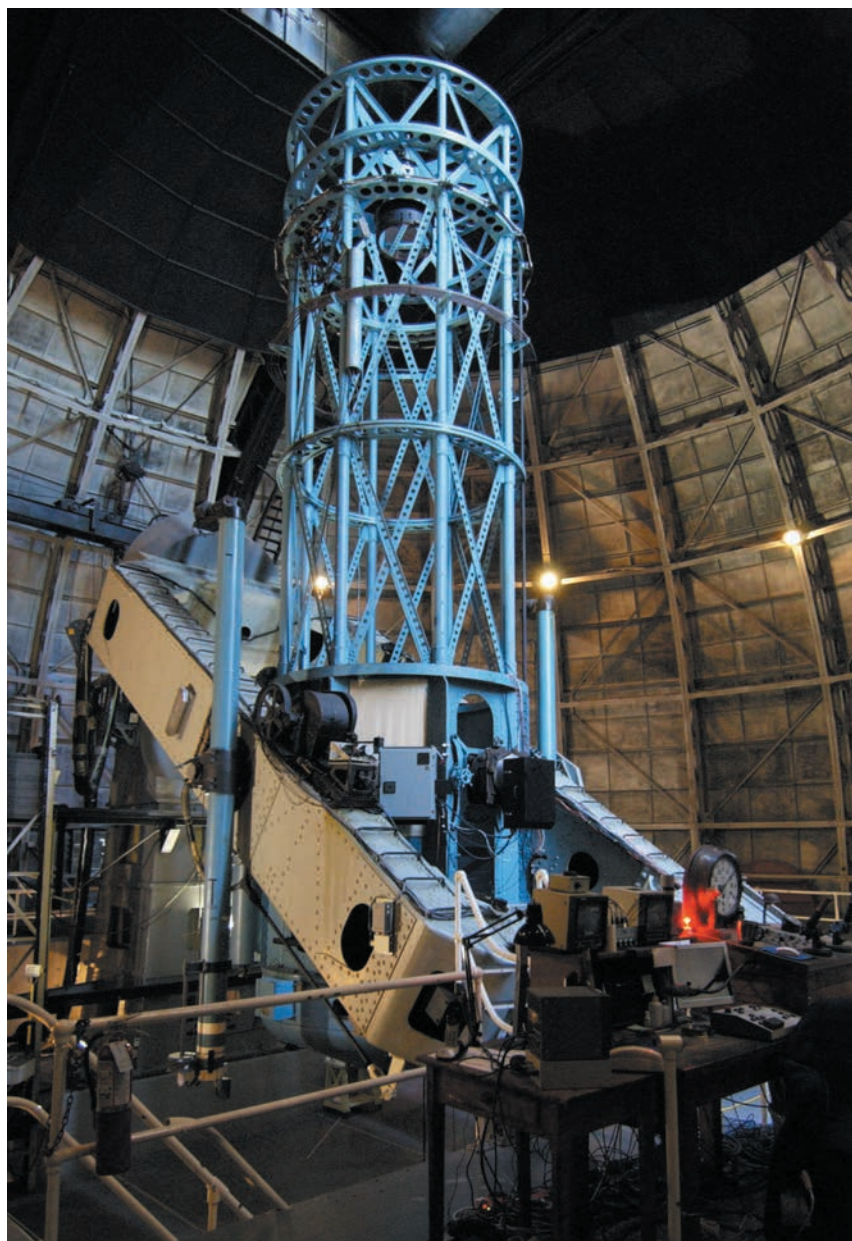


Рис. 1.5. *Спостереження галактик указує на те, що Всесвіт розширюється: відстань між практично будь-якими двома галактиками зростає. Надано NASA*

трильйонів (1 із 72 нулями) тонн на кубічний дюйм. Ми також знаємо, що загальна теорія відносності Ейнштейна не дає Всесвіту перейти з фази стискання до нинішнього розширення. У розділі 2 зазначено, що ми з Роджером Пенроузом зуміли показати, що, згідно з загальною теорією відносності, Всесвіт почався з Великого вибуху. Отже, теорія Ейнштейна справді передбачає, що час має початок, хоча йому ця ідея ніколи не подобалась.

Ще більше Ейнштейн не бажав визнати, що загальна теорія відносності передбачає, що для масивних зір час добігає кінця, коли їхнє життя закінчується і вони більше не виробляють достатньо тепла для врівноваження сили власного тяжіння, що намагається їх зменшити. Ейнштейн вважав, що такі зорі набудуть рівноваги в якомусь кінцевому стані, але сьогодні ми знаємо, що для зір із масою, удвічі більшою за масу Сонця, ніяких кінцевих конфігурацій не існує. Такі зорі продовжуватимуть стискатись, поки не стануть чорними дірама — такими викривленими областями простору-часу, що з них не може вивільнитися світло.



*100-дюймовий телескоп Гукера в обсерваторії Маунт-Вільсон.
Надано Ken Spencer, CC BY-SA 3.0*

Ми з Пенроузом показали: загальна теорія відносності передбачає, що всередині чорної діри час добігає кінця — як для зорі, так і для будь-якого астронавта, якому не пощастить у неї потрапити. Але і початок, і кінець часу будуть місцями, де рівняння загальної теорії відносності неможливо визначити. Тому ця теорія не може передбачити, що має виникнути з Великого вибуху. Дехто вважає це ознакою Божої волі — запустити Всесвіт на Божий розсуд, але інші (зокрема я) відчують, що початок Всесвіту має керуватися тими самими законами, які працюють і в інший час. Як описує розділ 3, ми вже досягли деякого прогресу в цьому напрямку, але повного розуміння походження Всесвіту поки не маємо.

Коли якась масивна зоря вичерпує ядерне паливо, вона втрачає тепло і стискається. Викривлення простору-часу стає таким великим, що утворюється чорна діра, з якої не вивільняється світло. Усередині чорної діри час добігає кінця.

Причина того, що загальна теорія відносності дає збій під час Великого вибуху, в тому, що вона несумісна з квантовою теорією — іншою великою концептуальною революцією початку ХХ століття. Перший крок до квантової теорії науковці зробили в 1900-му, коли Макс Планк у Берліні відкрив, що випромінювання з розжареного до червоного тіла можна пояснити, лише якщо світло випускається чи поглинається дискретними пакетами під назвою «кванти». В одній із його новаторських статей, написаній 1905 року, коли він ще працював у Швейцарському бюро патентів, Ейнштейн показав, що квантова гіпотеза Планка може пояснити так званий фотоелектричний ефект — здатність певних металів випускати електрони, коли на них падає світло. На цьому ефекті базуються сучасні датчики світла й телекамери, і саме за цю роботу Ейнштейн отримав Нобелівську премію з фізики.

Ейнштейн продовжував працювати над квантовою ідеєю і в 1920-х, але його глибоко непокоїла робота Вернера Гейзенберга в Копенгагені, Пола Дірака в Кембриджі та Ервіна Шредингера в Цюріху, які створили нову картину реальності під

Науково-популярне видання

ГОКІНГ Стівен
Про Всесвіт коротко

Головний редактор *С. І. Мозгова*
Відповідальний за випуск *О. М. Шелест*
Редактори *К. В. Новак, Л. М. Шуст*
Художній редактор *А. В. Белякова*
Технічний редактор *В. Г. Євлахов*
Коректори *Ю. Є. Туманцева, О. Є. Шишацький*

Підписано до друку 21.02.2020.
Формат 60x90/16. Друк офсетний.
Гарнітура «Georgia». Ум. друк. арк. 12.
Наклад 5500 пр. Зам. № .

Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля»
Св. № ДК65 від 26.05.2000
61001, м. Харків, вул. Б. Хмельницького, буд. 24
E-mail: corp@bookclub.ua

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом
у друкарні «Фактор-Друк»
61030, м. Харків, вул. Саратовська, 51
Тел.: + 3 8 057 717 53 57



- за телефонами довідкової служби (050) 113-93-93 (МТС); (093) 170-03-93 (life); (067) 332-93-93 (Київстар); (057) 783-88-88
 - на сайті Клубу: www.bookclub.ua
 - у мережі фірмових магазинів див. адреси на сайті Клубу або за QR-кодом
- Надсилається безоплатний каталог**

Для гуртових клієнтів

Харків

тел./факс +38(057)703-44-57
e-mail: trade@ksd.ua

Запрошуємо до співпраці авторів

e-mail: publish@ksd.ua

Гокінг С.

Г59 Про Всесвіт коротко / Стівен Гокінг ; пер. з англ. Я. Лебеденка. — Харків : Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», 2020. — 192 с.

ISBN 978-617-12-7641-3

ISBN 978-0-593-04815-6 (англ.)

УДК 524.8

1. NEW YORK TIMES BESTSELLING AUTHORS

СТІВЕН
ГОКІНГ
І ЛЕОНАРД МЛОДІНОВ



Ця науково-популярна праця видатного англійського астрофізика Стівена Гокінга у співавторстві з фахівцем з теорії струн, автором ряду науково-популярних статей Леонардом Млодіновим присвячена природі простору та часу й походженню Всесвіту. Це нова версія всесвітньо відомої «Короткої історії часу», поповнена останніми даними з космології, — спроба ще простіше та зрозуміліше викласти найскладніші теорії. Книжка не обмежується розповіддю про сучасні наукові досягнення у вивченні Всесвіту — вона розкриває спірні питання, щодо яких серед вчених ще немає єдиної думки.

Автори намагаються вирішити основні завдання в науці та філософії: як виник Всесвіт і чому наш світ такий?

1 NEW YORK TIMES BESTSELLING AUTHORS

СТІВЕН
ГОКІНГ
і ЛЕОНАРД МЛОДИНОВ



ВЕЛИКИЙ
ЗАМИСЕЛ

Книжка написана живою мовою й розрахована на широке коло читачів без академічних знань з фізики. Це історія Всесвіту, в контексті якої автори спростовують традиційну теорію його появи, по-новому осмислюють теорію Великого вибуху та заперечують думку про те, що Земля — єдина планета, на якій є життя. Що, як окрім нашої галактики та всесвіту існує безліч інших унікальних космічних об'єктів?

1 NEW YORK TIMES BESTSELLING AUTHOR

СТІВЕН
ГОКІНГ

ЧОРНІ ДІРИ
І МОЛОДІ ВСЕСВІТИ

Перед вами збірка наукових нарисів 1976—1992 років, до якої ввійшли 13 оповідей та розгорнуте інтерв'ю вченого для передачі «Диски безлюдного острова». Книжка є своєрідним продовженням діалогу з читачем, розпочатого ще у «Короткій історії часу». Найвідоміший астрофізик сучасності тлумачить найбільш імовірні моделі устрою Всесвіту, розмірковує про уявний час, про те, як чорні діри можуть дати життя молодим усесвітам, про теоретичну фізику і продовжує розпочаті ще Альбертом Ейнштейном спроби науковців визначити майбутнє Всесвіту.