

# ЗМІСТ

## **13 Макрокосм**

- 14 ГЛОСАРІЙ
- 16 Принцип найменшої дії
- 18 Закони руху
- 20 Теорія всесвітнього тяжіння
- 23 профіль: Альберт Ейнштейн
- 24 Теорія хвиль
- 26 Термодинаміка
- 28 Електромагнетизм
- 30 Теорія відносності

## **33 Мікрокосм**

- 34 ГЛОСАРІЙ
- 36 Атомна теорія
- 38 Квантова механіка
- 40 Принцип невизначеності
- 42 Кіт Шрьодінгера
- 45 профіль: Річард Фейнман
- 46 Теорія квантового поля
- 48 Квантове зчеплення
- 50 Об'єднана теорія всього

## **53 Еволюція людини**

- 54 ГЛОСАРІЙ
- 56 Панспермія
- 58 Природний відбір
- 60 Егоїстичний ген
- 63 профіль: Чарльз Дарвін
- 64 Ламаркізм
- 66 Африканське походження
- 68 Соціобіологія
- 70 Походження мови

## **73 Розум і тіло**

- 74 ГЛОСАРІЙ
- 76 Психоаналіз
- 78 Біхевіоралізм
- 80 Когнітивна психологія
- 83 профіль: Зигмунд Фройд

- 84 Генна медицина
- 86 Нетрадиційна медицина
- 88 Доказова медицина
- 90 Ефект плацебо

## **93 Планета земля**

- 94 ГЛОСАРІЙ
- 96 Сонячна небулярна теорія
- 98 Дрейф континентів
- 100 Земля-сніжка
- 103 профіль: Джеймс Лавлок
- 104 Глобальне потепління
- 106 Теорія катастроф
- 108 Гіпотеза геї
- 110 Гіпотеза винятковості землі

## **113 Всесвіт**

- 114 ГЛОСАРІЙ
- 116 Великий вибух
- 118 Темна матерія і темна енергія
- 120 Теорія інфляції
- 122 Антропний принцип
- 125 профіль: Стівен Гокінг
- 126 Космічна топологія
- 128 Паралельні світи
- 130 Доля всесвіту
- 132 Екпіротична теорія

## **135 Знання**

- 136 ГЛОСАРІЙ
- 138 Теорія інформації
- 140 Закон Мура
- 142 Бритва Оккама
- 144 Меметика
- 147 профіль: профіль: Джон Неш
- 148 Теорія ігор
- 150 Гіпотеза тісного світу
- 152 Теорія хаосу
  
- 154 Про авторів
- 156 Джерела
- 158 Предметний покажчик
- 160 Подяка



# ПЕРЕДМОВА

Мартін Різ

Наш світ стає все складнішим і більше приголомшливим. Деякі песимісти стверджують, що науковий прогрес — або ж суспільство як таке — засмічується через «перевантаження інформацією». Але я не вважаю, що це серйозна загроза. Завдяки досягненням науки у природі відкривається все більше структур і закономірностей. Але ці досягнення скорочують кількість роз'єднаних між собою фактів, про які варто пам'ятати. Немає потреби фіксувати падіння кожного яблука, бо завдяки Ісааку Ньютону ми знаємо, що гравітація все притягує — чи то яблуко, чи космічний корабель — до Землі. Ми можемо зрозуміти й обчислити, як саме поведуться найпростіші будівельні цеглинки нашого світу — атоми. А закони і сили, що керують ними, є універсальними: поведінка атомів однакова будь-де на Землі — і справді, вони такі самі й на найвіддаленіших зірках. Ми достатньо знайомі з цими основними фактами, щоб інженери могли створювати всілякі механічні артефакти для нашого сучасного світу, від радіо і до ракет.

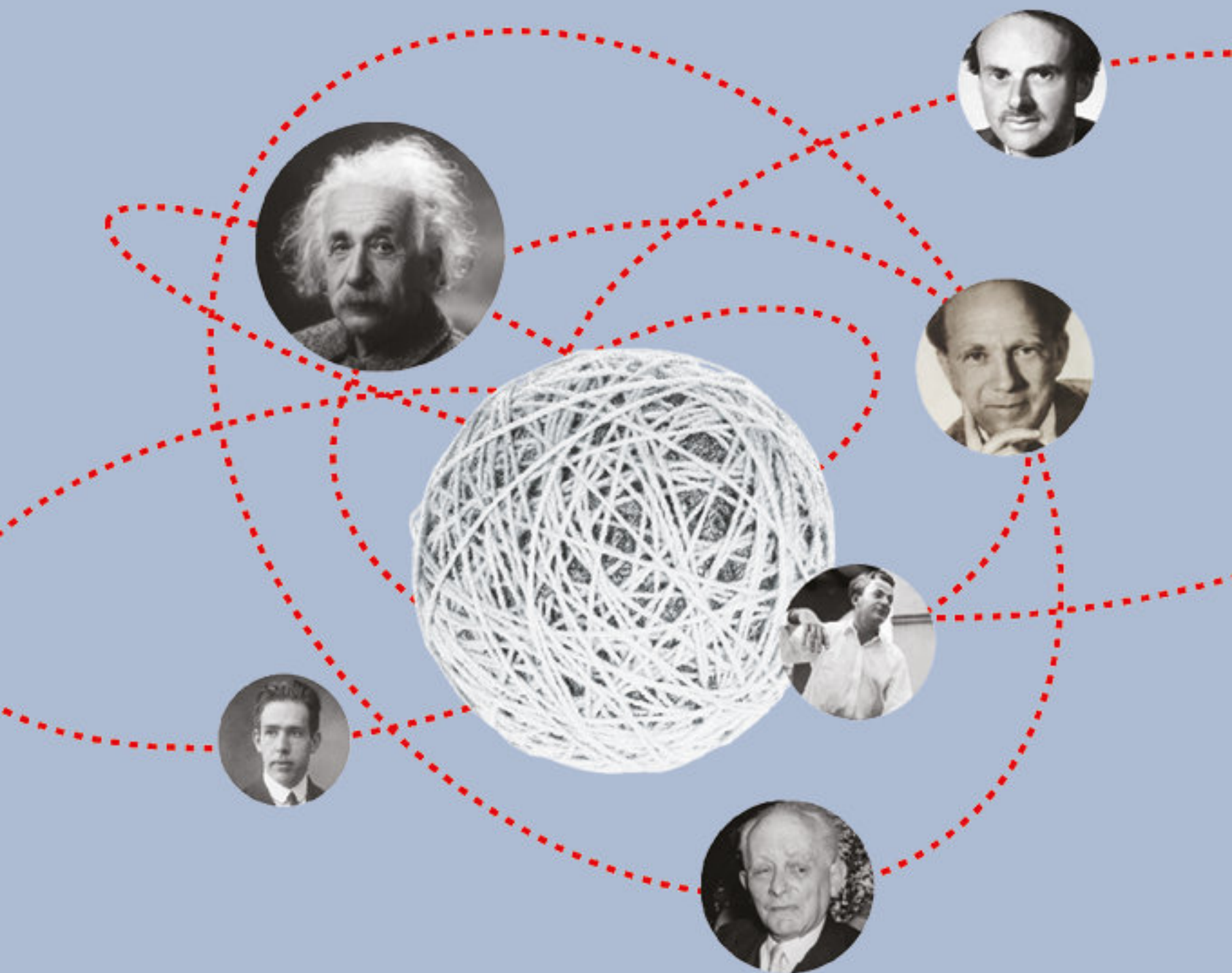
Наше довкілля за своєю суттю занадто складне, щоб його можна було пояснити лише декількома формулами. Але наше уявлення про Землю змінюється під впливом величних, перетворювальних ідей. Концепція про дрейф континентів, наприклад, допомагає нам скласти докупи пояснення цілого ряду геологічних та екологічних структур по усій земній кулі. Велике прозріння Чарльза Дарвіна — еволюція як природний відбір — відкриває всеохоплюючу єдність павутини життя на нашій планеті. Яким би не було наше

приватне життя, наше довкілля не є ні хаотичним, ні анархічним. У природі все структуровано. Структурні моделі існують навіть у людській поведінці, у тому, як зростають міста, як розповсюджуються епідемії і як розвиваються технології, наприклад, виготовлення комп'ютерних чипів. Чим більше ми пізнаємо світ, тим менш приголомшливим він стає і тим більше ми можемо його змінити.

Саме ці закони чи структури є найбільшим тріумфом науки. Щоб їх відкрити, потрібен особливий талант, а у багатьох випадках це доступно лише геніям. Проте зрозуміти їх сенс не складно. Ми всі цінуємо музику, навіть якщо не вміємо її написати або виконати музичний твір. Так само кожен може сприймати і захоплюватися науковими ідеями.

У наш час наука сьогодні втручається в наше життя більше, ніж будь-коли раніше. Багато політичних понять — енергія, здоров'я, довкілля тощо — мають науковий аспект. Для усіх важливо те, як використовують науку. Важливий вибір не повинен бути справою лише вчених, він повинен стати результатом ширших публічних дебатів. Але щоб це сталося, всім нам потрібно «відчувати» ключові ідеї науки. І незалежно від практичного застосування ці ідеї мають бути частиною загальної культури. Видатні концепції науки можна викласти дуже коротко — навіть за 30 секунд, — за допомогою слів, що не стосуються техніки, а також, використовуючи прості образи. Саме це і є метою цієї книги, і ми сподіваємося, що досягли її.





### **Теорія всього**

Об'єднання теорія всього, одним з випадків якої є теорія струн, намагається пояснити, як все у всесвіті пов'язане між собою. Відомі вчені роками намагалися розробити «теорію всього», і у цій книжці за 30 секунд пояснюються усі їхні дослідження.

# ВСТУП

## Пол Парсонс

У кожного є своя улюблена теорія. Я враховую це. Коли я працював редактором щомісячного науково-технологічного журналу ВВС **Фокус**, нам на пошту щодня приходило по декілька листів від читачів, у яких вони стверджували, що розгадали таємниці чорних дір, паралельних світів або Великого Вибуху; з'ясували походження життя; або узагальнили закони фізики елементарних частинок. Я, звичайно, відповідав їм, дякував за їхні теорії і просив надіслати повні математичні обчислення на підтвердження. Не думаю, щоб хтось із них колись зробив це.

Саме у цьому й полягає різниця між «теоріями», про які ми часто просторікуємо повсякденними словами, — «наша віддалена уява» і просто «я так думаю», — та теоріями, які методично і старанно розробляли вчені.

Наукова теорія — це логічний твір. Вона відображає найточніші експериментальні спостереження та найкраще розуміння того, як влаштован світ. Однак наукова теорія не обов'язково є абсолютною правдою. Вона може увібрати в себе лише стан і рівень наших знань. Завжди існує ймовірність того, що може з'явитися якийсь зовсім новий факт чи доказ, який доведе помилковість теорії, і теоретики змушені будуть знову починати все з чистого аркуша.

Прикладом цього є наше бачення Сонячної системи. У другому столітті нашої ери грецький філософ Птолемей висунув теорію, що Земля є центром Сонячної системи — розумне пояснення для примітивних тогочасних астрономічних спостережень. А на початку сімнадцятого століття італійський астроном Галілео Галілей почав досліджувати небо за допомогою телескопу, який нещодавно було винайдено. Він зробив значно глибші й об'ємніші спостереження Сонячної системи, порівняно з тими, яких можна було досягти неозброєним оком.

Спостереження Галілео Галілея виявили деталі, що повністю відповідали новій теорії, яку ще за сто років до цього висунув польський астроном Міколай Копернік. Теорія Коперніка намалювала відому сьогодні нам усім картину: Сонце, а не Земля, є серцем нашої Сонячної системи. З того часу численні дослідження і спостереження, включаючи дані космічних проб, підтвердили міркування, що Сонце є центром нашої Сонячної системи.

Інші помилкові теорії включають в себе теорію пласкої Землі, теорію флогістону — рання спроба пояснити походження вогню, — а також, так звану, теорію розумного задуму. Наше теоретичне розуміння кожної з численних галузей сучасної науки розвивалося шляхом заміщення старих, мертвих теорій на нові та вдосконалені.

Теорії, які лежать в основі наукових знань, сьогодні охоплюють все, починаючи з походження Всесвіту до роботи людського мозку. Найталановитіші популяризатори науки виклали 50 найважливіших теорій на сторінках цієї книжки. Кожна з них подається в одному окремому, зручному для користувача параграфі, який у стислій формі передає її суть.

Ці теорії розподілені у сім груп. Перша група — це Макрокосм, яка має справу з фізикою великих тіл у повсякденному світі, зокрема з законами руху, гравітації та електрики. Мікрокосм спрямовує нашу увагу на дуже малі тіла, заглядаючи у квантовий світ атомів та інших субатомних частинок природи. Третя група фокусує увагу на Еволюції Людини — на тому, як з'явилися і розвинулися такі явища й об'єкти, як життя і люди, а також на різних аспектах, зокрема інтелекті й мові. Розум і Тіло є пріоритетними і ключовими в медицині, починаючи з психоаналізу і закінчуючи генною терапією. У розділі про Планету Земля ми наводимо найважливіші теорії, які дали змогу вченим охопити і зрозуміти внутрішні процеси нашої планети та її клімат. Всесвіт сягає оком ще далі та узагальнює знання про походження, еволюцію і кінцеву долю нашого космосу тощо. Остання група Знання стосується тих галузей науки, які пов'язані з розвитком науки як такої, зокрема закону Мура щодо постійного вдосконалення потужності комп'ютерів і Бритви Оккама — можна сказати, що матері всіх теорій. У цих групах також наведені короткі біографічні описи деяких корифеїв у цих областях науки від Чарльза Дарвіна до Стівена Гокінґа.

У цієї книжки подвійна мета. Вона є міні-енциклопедією. Її структурований покроковий підхід дає прекрасну можливість заглибитись у світ науки про теорію. З іншого боку, прочитайте її від першої сторінки до останньої, і ви отримаєте загальне уявлення про те, що думають сучасні вчені про устрій світу природи. Отже, якщо ви маєте труднощі з розумінням квантової теорії, б'єтеся над теорією відносності, або просто вам цікаво, над чим саме працювали вчені протягом останніх років, сідайте у своє улюблене крісло і дозвольте нашим експертам провести вас крізь найвагомійші досягнення людського розуму. Але прошу — тримайте свої улюблені теорії при собі.





### **Відносні величини**

Теорія відносності є чи не найвідомішою науковою теорією — але чи насправді ми її розуміємо? Вона про те, як час, матерія, енергія і простір взаємодіють між собою (очевидно) — див. сторінку 30, де це пояснюється за 30 секунд.



**Атом.** Найменша одиниця будь-якої матерії, знайденої на Землі. Атоми, в свою чергу, складаються з ще менших частинок: протонів, нейтронів і електронів. Конкретна комбінація цих частинок зумовлює фізичні та хімічні властивості кожного типу атома. Наприклад, структура атома золота відрізняється від структури атома вуглецю.

**Вимір.** Фундаментальна міра, яку використовують для опису предмета чи події. Людям відомі чотири виміри — довжина, ширина, висота і час, — але наукові теорії часто залучають множинні виміри, які можливо зрозуміти лише математично.

**Електричний заряд.** Основна властивість матерії. Є матерія, зокрема, протон, яка заряджена позитивно; інші, такі як електрони, заряджені негативно. А от нейтрони нейтральні, вони не мають заряду. Електричний струм — це потік електронів (або інших заряджених частинок) від негативно заряджених тіл до заряджених позитивно.

**Електромагнітна хвиля.** Ще один спосіб опису випромінювання, такого як світло і тепло.

**Закон.** Простий опис явища, яке спостерігається в природі. Більшість законів виражаються формулами.

**Кінетична енергія.** Енергія, яка міститься в рухомому тілі й зумовлена його рухом.

**Коливання.** Ритмічні рухи, які відбуваються навколо центральної, незмінної точки в просторі.

**Константа.** Це фізична величина, виміряна в природі, яка не змінюється. Однією з таких констант є швидкість світла. Константи використовуються для встановлення зв'язку між однією фізичною властивістю та іншою. Про такі властивості кажуть, що вони «пропорційні» одна до одної. Коли змінюється одна, інша також пропорційно змінюється. Константа вам зможе точно вирахувати, наскільки одна змінна величина впливає на іншу.

**Макрокосм.** Велика картина — модель, що відображає функціонування систем найбільших масштабів.

**Маса.** Міра кількості матерії в об'єкті. Дуже часто поняття «маси» і «ваги» замінюють одним інше, але вага — це міра дії гравітації на об'єкт. Кажучи звичайними словами, поняття «маса» і «вага» на Землі можуть виражатися однаковими величинами, проте на Місяці маса тих самих об'єктів залишиться незмінною, а от їхня вага зменшиться на 85% через нижчу гравітацію.

**Матерія.** Це те, з чого складається всесвіт, те, що наповнює простір, і що можна так чи інакше виміряти.



**Перпендикуляр.** Розташований під прямим кутом 90 градусів до будь-якого об'єкта. Стіни перпендикулярні до підлоги (сподіваюся, що так).

**Поле.** Частина простору, де проявляється дія якоїсь сили на матерію. Прикладом можуть служити магнітні та гравітаційні поля.

**Потенційна енергія.** Енергія, що накопичується в об'єкті, і яку можна звільнити та використати для виконання корисної роботи. Камінь, який хитається на схилі пагорба, має потенційну енергію. Якщо його скинути з пагорба вниз, його потенційна енергія перетвориться на кінетичну, тобто на енергію руху.

**Радіація.** Термін «радіація» часом вживають для визначення небезпечного випромінювання радіоактивних речовин. Але правильніше вживати його для визначення перенесення фотонів — дрібних пакетів енергії — крізь космос. Світло, тепло, радіохвилі, а також небезпечні гамма-промені — це все є типи радіації, що несуть різну кількість енергії.

**Рефракція (заломлення).** Це коли промінь світла або якесь інше випромінювання дещо змінює свій напрямок, коли переходить з одного середовища (наприклад повітря) у інше (наприклад воду). Рефракція відбувається завдяки різниці у швидкості

світла під час проходження крізь два різних середовища. Коли промінь світла потрапляє на межу між двома середовищами під кутом, то швидкість тієї частини променя, що пройшла у інше середовище, зміниться порівняно з першою частиною. У результаті весь промінь незначно змінить свій напрямок.

**Субатомний.** Менший за атом.

**Формула.** Математичний запис, який використовують для того, щоб показати, як вимірювані величини співвідносяться між собою.  $E=mc^2$  — це формула, яка показує, що енергія в тілі (E) дорівнює масі тіла (m), помноженій на квадрат (<sup>2</sup>) швидкості світла (c).

**Частинки.** Крихітні одиниці матерії. У фізиці найдрібніших об'єктів частинка може бути найменшою будівельною цеглинкою в атомі або в молекулі води, кисню чи будь-якої іншої речовини. А також вона може бути крихтою пилу, диму чи піску серед багатьох інших.

**Швидкість світла.** Швидкість, з якою поширюється випромінювання, і ця швидкість є обмеженою у Всесвіті. Швидкість світла у вакуумі дорівнює 299 792 кілометри за секунду. Ніщо не може рухатися швидше за світло.



# ПРИНЦИП НАЙМЕНШОЇ ДІЇ

(теорія за 30 секунд)

## «БЛІЦ» за 3 с

В основі сучасної фізики лежить поняття, що «Природа економна в усіх своїх діях...»

## «ІНТЕНСИВ» за 3 хв

Квантова теорія, яка описує, як все працює на субатомному рівні, є чи не єдиною, де не застосовують принцип найменшої дії. Квантові об'єкти можуть одночасно бути у двох станах і можуть рухатися багатьма шляхами, коли переходять з одного місця на інше. Річард Фейнман пішов навіть далі, висунувши ідею, що квантова частинка одночасно обере усі можливі шляхи під час свого руху.

Цей принцип стверджує, що події відбуваються таким чином, щоб було витрачено найменших зусиль. Промінь світла поширюється по прямій лінії, тому що це найкоротший шлях між двома точками. Якщо ви впустите м'яча, він рухатиметься до центра Землі. Ніхто не знає напевно, хто першим відкрив принцип найменшої дії, але й ви у своєму повсякденному житті могли дійти цього через свій власний досвід і роздуми. А для XVIII століття це було великим досягненням. Деякі з найвідоміших імен в математиці, зокрема Леонард Ейлер, П'єр де Ферма, Готфрід Лейбніц і Вольтер були втягнуті в суперечку, хто з них першим висунув цю ідею. На той час було дуже важливим вчасно сформулювати ці положення, тому що вони вели до складання рівнянь, які пояснювали, як рухаються тіла, коли на них діє якась сила. Вони також підводили до загального поняття потенційної та кінетичної енергії.

## ПОВ'ЯЗАНІ ТЕОРІЇ

Див. також:

ОБ'ЄДНАНА ТЕОРІЯ (с. 50)  
БРИТВА ОККАМИ (с. 142)

## БІОГРАФІЇ за 3 с

ЛЕОНАРД ЕЙЛЕР (1707-1783)  
П'ЄР ДЕ ФЕРМА (1601-1665)  
ГОТФРІД ЛЕЙБНІЦ (1646-1716)  
ВОЛЬТЕР (1694-1778)

## АВТОР ТЕКСТУ

Майкл Брукс

*Як зазначають теорії, принцип найменшої дії впливає зі здорового глузду: природний рух завжди обирає найлегший і найкоротший шлях.*  
Майкл Брукс