

Як створити Всесвіт

Хоч би як ви намагалися, вам ніколи не збагнути, яким крихітним, яким просторово нікчемним є протон. Він просто надзвичайно малий.

Протон — найдрібніша частинка атома, який і сам собою, звісно ж, є вельми крихітним. Протони такі малесенькі, що мізерна чорнильна крапочка над буквою «і» може вмістити близько 500 000 000 000 протонів, тобто значно більше, ніж кількість секунд у півмільйоні років. Отже, протони винятково мікроскопічні, якщо не сказати більше.

Тепер уявіть, що ви можете (хоча, звісно, ви цього не можете) стиснути певний протон до однієї мільярдної його звичайного розміру й розмістити у просторі такому маленькому, що ваш протон у ньому здаватиметься величезним. А зараз додайте до цього крихітного-крихітного простору приблизно 30 грамів матерії. Чудово. Ви готові до закладення Всесвіту.

Звісно, я припускаю, що ви забажаєте стати творцем інфляційного Всесвіту¹. Якщо ж волієте натомість створити старомодний, стандартний Всесвіт Великого вибуху, вам знадобляться додаткові матеріали. По суті, вам потрібно буде зібрати все, що є, — до найостанньої порохинки й часточки матерії звідси й до краю світобудови, — і втиснути

¹ Йдеться про інфляційну гіпотезу — модель, яка ґрунтується на передумові високої організованості початкового стану матерії, запропоновану американським фізиком А. Гуттом. Натомість згідно з теорією Великого вибуху Всесвіт виник з крапки з нульовим об'ємом і нескінченно високою щільністю і температурою. — *Прим. пер.*

все це в цяточку, таку нескінченно малу, що вона взагалі не має розмірів. Це і є сингулярність.

В обох випадках готуйтеся до справді великого вибуху. Безумовно, ви забажаєте відійти на безпечну відстань, аби спостерігати за цим видовищем. На жаль, відійти буде нікуди, тому що за межами сингулярності немає жодного «десь». Коли Всесвіт почне розширюватися, він не заповнюватиме велику довколишню порожнечу. Єдиний простір, який існуватиме, — це простір, який під час розширення створює сам Всесвіт.

Природно, але неправильно уявляти сингулярність чимось на зразок «вагітної» крапки в темній, безмежній порожнечі. Адже немає жодної порожнечі, немає темряви. Навколо сингулярності немає жодного «навколо». Немає простору, який вона може захопити, немає жодного місця, в якому вона може бути. Ми навіть не можемо дізнатися, скільки часу сингулярність там перебуває, — чи несподівано з'явилася нещодавно, наче вдала думка, чи була там завжди, спокійно вичікуючи потрібної миті. Часу не існує. Не існує минулого, з якого могла б з'явитися сингулярність.

І ось так, із нічого, починається наш Всесвіт.

Одним сліпучим імпульсом, у мить триумфу, так несподівано й нестримно, що й словами не передати, сингулярність узурпує космічний вимір, простір поза межами уяви. Перша секунда життя (секунда, якій чимало космологів присвячують життя, розділяючи її на навіть коротші миті) виробляє гравітацію та інші сили із царини фізики, які панують у фізиці. Менш ніж за хвилину Всесвіт досягає мільйона мільярдів кілометрів у ширину, не припиняючи стрімко розростатися. Цієї миті стає дуже гаряче, 10 мільярдів градусів, — достатньо для початку ядерних реакцій, внаслідок яких виникають найлегші елементи, — переважно водень і гелій із децицею літію (приблизно один атом на 100 мільйонів). За три хвилини формується 98 відсотків усієї матерії, яка існує зараз або виникне потім. Ми отримали Всесвіт — місце найдивовижніших і найсприятливіших можливостей, а також надзвичайної краси. І все це виникло приблизно за той час, який ми витрачаємо на приготування сендвіча.

Коли це сталося — питання дискусійне. Космологи віддавна сперечаються щодо миті, коли виник Всесвіт: чи це сталося 10 мільярдів років тому, чи удвічі раніше, чи десь між цими митями. Загальна думка, схоже, схиляється до числа близько 13,7 мільярда років тому, але такі речі стра-

шенно важко визначити, як ми переконаємося згодом. Напевно можна стверджувати тільки те, що в якусь невизначену мить у дуже віддаленому минулому з невідомих причин сталася подія, відома у науці як $t = 0$. З цього все й почалося.

Звичайно, ми дуже багато чого не знаємо, і більшість того, що, на нашу думку, ми знаємо, ми насправді не знаємо або ж тривалий час вважали, що знаємо. Навіть сама гіпотеза Великого вибуху доволі нова. Ця ідея сколихнула науковий світ у 1920-х роках, коли Жорж Леметр, бельгійський священник і вчений, уперше запропонував її до розгляду, але гіпотеза активно не обговорювалася в космології до середини 1960-х років, поки двоє молодих радіоастрономів не зробили надзвичайне й несподіване відкриття.

Звали їх Арно Пензіас і Роберт Вілсон. 1964 року вони спробували використати для своїх досліджень велику комунікаційну антену, яка належала лабораторії Белла в Голмделі, штат Нью-Джерсі, але науковцям заважав безперервний фоновий шум — невпинне шипіння, яке робило неможливим проведення експериментів. Цей шум був постійним і несфокусованим. Він долинав з усіх пунктів у небі, вдень і вночі, у будь-яку пору року. Протягом 12 місяців молоді астрономи робили все можливе, аби знайти джерело шуму й усунути його. Вони протестували кожну електричну систему. Вони переналаштували прилади, перевірили контури, перекрутили дроти, зачистили контакти. Вони видерлися на тарілку антени й заклеїли клейкою стрічкою всі шви і заклепки. Вони знову видерлися на антену з мітлами й жорсткими щітками та ретельно вичистили тарілку від того, що згодом у наукових статтях назвуть «білою діелектричною речовиною*», простіше кажучи — від пташиного посліду. Але що б науковці не намагалися зробити, це не діяло.

Пензіас і Вілсон навіть не здогадувалися, що за якихось 50 кілометрів від них, у Принстонському університеті, група вчених на чолі з Робертом Дікке працювала над тим, як знайти ту саму штуку, якої вони так старанно намагалися позбутися. Принстонські дослідники дотримувалися ідеї, висунутої в 1940-х роках астрофізиком українського походження Джорджем Гамовим: якби ви досить глибоко зазирнули в космос, то змогли б там виявити певне фонове космічне випромінювання, що залишилося від Великого вибуху. Гамов вираховував, що до моменту, коли це випромінювання перетне космічний простір і досяг-

* Діелектричні речовини — які не проводять електричний струм. — Прим. пер.

не Землі, воно перетвориться на мікрохвилі. У пізніших працях він навіть запропонував інструмент, за допомогою якого можна було б зареєструвати мікрохвилі: антену лабораторії Белла в Голмделі. На жаль, ані Пензіас, ані Вілсон, ані хтось інший із принстонської команди не прочитав цю працю Гамова.

Шум, який чули Пензіас і Вілсон, звісно ж, був шумом, про який писав Гамов. Ці двоє виявили межю Всесвіту (або принаймні його видимої частини) на відстані 145 мільярдів трильйонів кілометрів. Дослідники «бачили» перші фотони — найпрадавніше світло у Всесвіті, — хоча час і відстань перетворили їх, як і передбачав Гамов, на мікрохвилі. У своїй книжці «Інфляційний Всесвіт» Алан Гут наводить аналогію, що допомагає уявити це відкриття у перспективі. Якщо ви порівняєте погляд у глибину Всесвіту з поглядом униз із сотого поверху Емпайр-Стейт-Білдинг (де сотий поверх відповідає нашому часу, а рівень вулиці — миті Великого вибуху), то за аналогією під час відкриття Вілсона і Пензіаса найвіддаленіші виявлені галактики були б на рівні 60-го поверху, а найвіддаленіші об'єкти — квазари — деь на відстані 20-го поверху. Відкриття астрономів наблизило наше знайомство з видимим Всесвітом до висоти приблизно півтора сантиметра від підлоги цокольного поверху.

Все ще не з'ясувавши причину шуму, Вілсон і Пензіас зателефонували Дікке у Принстон і описали йому свою проблему, сподіваючись, що той запропонує, як її вирішити. Дікке відразу збагнув, що саме виявили ці двоє молодиків. «Що ж, хлопці, нас щойно обскакали», — сказав він своїм колегам, поклавши слухавку.

Незабаром у *Astrophysical Journal* з'явилися дві статті: одна Пензіаса й Вілсона, у якій вони описували свій досвід із шипінням, друга — групи Дікке, у якій вони пояснювали походження цього шуму. Хоча Пензіас та Вілсон не ставили за мету знайти фонове космічне випромінювання і не уявляли, що це таке, коли виявили його, не описали й не пояснили природу цього явища в жодній праці, все ж 1978 року вони отримали Нобелівську премію з фізики. Принстонським дослідникам можна було лише поспівчувати. На думку Денніса Овербая, автора книжки «Самотні серця в космосі», ані Пензіас, ані Вілсон не збагнули цілком надзвичайного значення свого відкриття, поки не прочитали про це в *New York Times*.

До речі, перешкоди від космічного фонового випромінювання — те, що ми можемо спостерігати на власному досвіді. Налаштуйте телевизор