

ВСТУП



Ми маємо три головні засоби дослідження: спостереження природи, міркування й експеримент. Спостереження збирає факти; міркування їх комбінує; дослід перевіряє результат комбінацій. Необхідні старанність для спостереження природи, глибина для міркування і точність для досліду.

Дені Дідро. Думки про пояснення природи

Найдивовижніше, мабуть, у сучасній фізиці — це несподіваний зв'язок між космосом, де галактики й зоряні скупчення розкидані подібно до порошин, і тісним, зnikom малим мікросвітом елементарних частинок. Два полюси світобудови! На одному величезний Всесвіт, що розширюється, на другому — не видимі ні під яким мікроскопом, майже ефемерні «цеглинки» речовини. І от виявляється, що за певних умов Всесвіт може мати властивості мікро-частинки, а деякі мікрооб'єкти, можливо, містять усередині себе цілі космічні світи.

В. С. Барашенков. Кварки, протони, Всесвіт

Ми часто й подовгу замислюємося над питаннями: яку будову має фізичний світ у своїй глибинній основі? Куди може привести нас нескінченність руху в надра матерії? Молекули, атоми, ядра атомів, протони, електрони й нейтрони... Що ж далі? А якщо рушити в інший бік?

Теоретики припускають, що історія нашого світу почалася з дуже загадкової точки простору-часу під назвою «космологічна сингулярність». Ця точка відповідає уявному моменту початку розширення доступної для спостережень частини Всесвіту — Метагалактики. Сам астрономічний термін «сингулярність» можна перекласти як особливість, незвичайність або винятковість, адже початковий стан матерії характеризувався абсолютно незбагненними густинами матерії та енергії, що прямували до нескінченності.

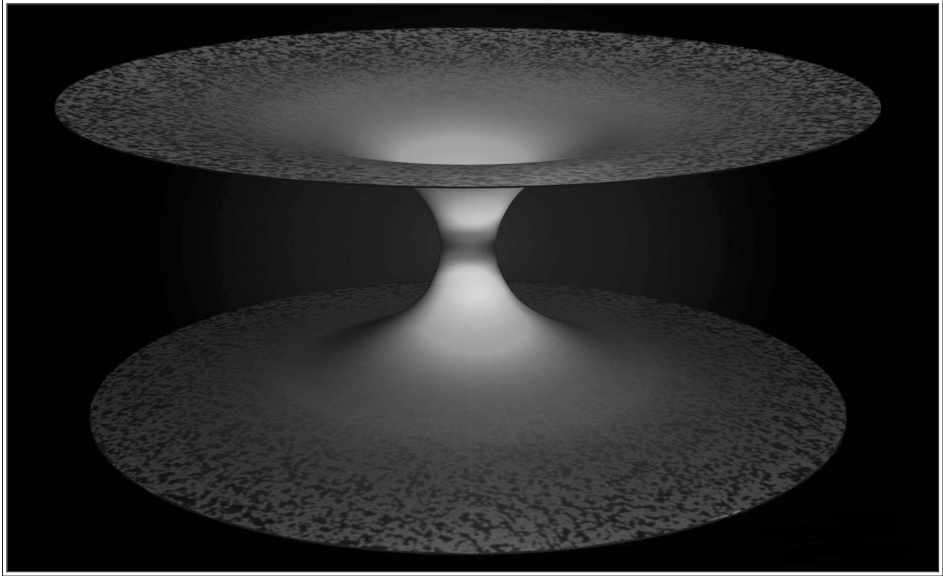


Рис. 1. Суперструнний початок нашого світу

Відповідно до струнних моделей, відразу після Великого вибуху десятивимірний простір згорнувся в крихітну кулю. Її діаметр був меншим за діаметр атомного ядра в стільки ж разів, у скільки воно менше, ніж земна куля. Потім чотири розмірності стрімко витягнулись, утворивши світ, у якому ми живемо. Теорія струн — найбільш багатообіцяльна, хоча, зрозуміло, не єдина теорія, яка намагається описати, що відбувалось у момент Великого вибуху.

Природно, нескінченність — поняття математичне, і в нашому випадку воно просто позначає рамки застосовності тих чи інших моделей розвитку Всесвіту, які вчені називають космологічними сценаріями (рис. 1). Що відбувається в сингулярності (і чи існує вона реально), не знає ніхто, але логічно припустити, що там стають незастосовними багато законів звичного для нас світу.

«Прокляттям нескінченностей» називали «сингулярні розв'язки» фізики минулого, коли вони зустрічали їх у рівняннях. Позбутися цього фізико-математичного «непорозуміння» і належить теоретикам майбутнього. Розв'язавши загадку природи космологічної сингулярності, наука майбутнього не тільки з'ясує, як відбулося «щось», що підштовхнуло досингулярну матерію до народження нашого світу, але й відкриє неосяжні перспективи в пізнанні навколишньої фізичної реальності.

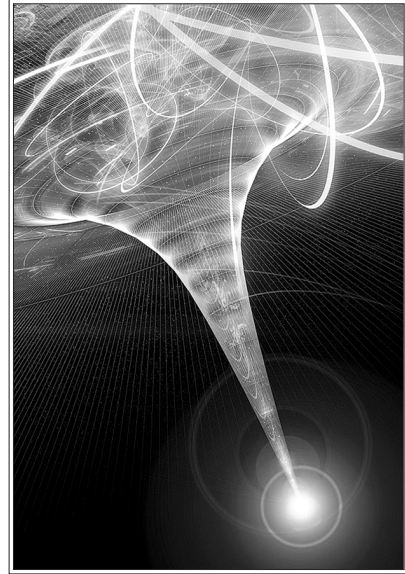
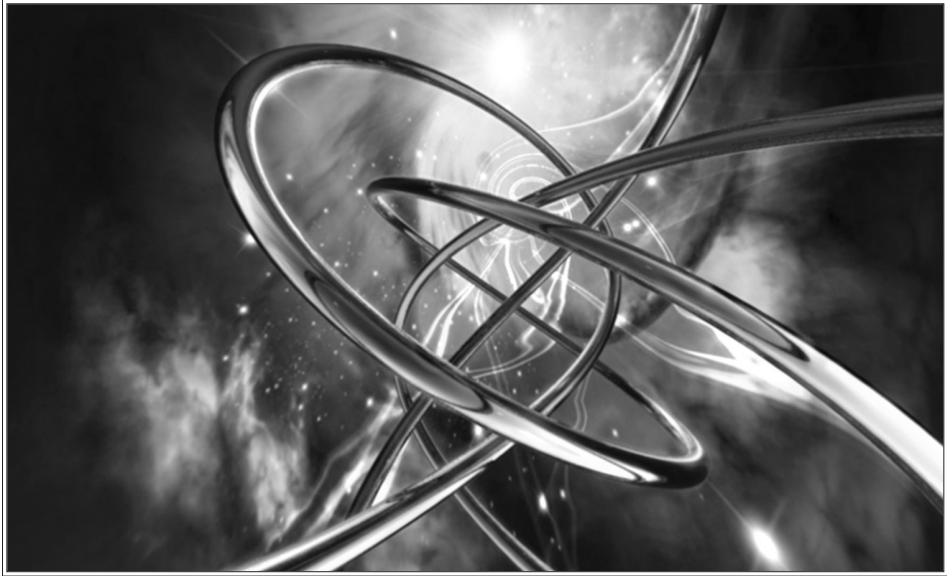


Рис. 2. Сингулярність точки Великого вибуху

Теорія струн усуває головний парадокс у космологічному сценарії Великого вибуху, пов'язаний із наявністю початкової сингулярності з нескінченними значеннями густини матерії та речовини.

Сучасна модель Великого вибуху ґрунтується на загальній теорії відносності, однак на самому початку Великого вибуху теорія відносності не діяла, бо всі процеси, що відбувалися в той момент, мали квантовий характер. У теорії струн, яка нині, очевидно, є найкращою спробою поєднати загальну теорію відносності та квантової механіки й претендує на звання квантової теорії гравітації, вводиться нова фундаментальна фізична стала — мінімальний квант довжини. У результаті старий сценарій Всесвіту, породженого у Великому вибуху, стає хибним. Симетрія теорії струн передбачає, що час не має ні початку, ні кінця. Всесвіт міг виникнути майже порожнім і сформуватися до моменту Великого вибуху або пройти кілька циклів загибелі і відродження (рис. 2).

Моделюючи історію Всесвіту до точки Великого вибуху, фізики сподіваються за допомогою суперструнних уявлень сформулювати основні принципи, що визначають історію Всесвіту й пояснюють природу початкової сингулярності. Можливо, теорія струн дозволить якось згладити сингулярність точки Великого вибуху й зафіксувати початкові умови в ній або, як передбачають учені, міркуючи про можливі сценарії розвитку теорії струн, показати, що Всесвіт вічно пульсує.



□ Рис. 3. Модель струн (див. вклейку)

«Основними об'єктами струнних теорій є не частинки, що займають усього лише точку в просторі, а такі собі структури на зразок нескінченно тонких шматочків струни, що не мають ніяких вимірів, окрім довжини. Кінці цих струн можуть бути або вільні (так звані відкриті струни), або з'єднані між собою (замкнені струни)» (С. Хокінг. Від Великого вибуху до чорних дір).

Чи зможуть суперструнні побудови прояснити питання про народження нашого світу, покаже майбутнє. Поки що з двох різних галузей науки, розділених прірвою масштабів, — фізичної космології та фізики елементарних частинок — не надходили підтвердження або спростування цієї дуже дивної теорії, де виникнення Всесвіту чимсь нагадує розкручування неймовірно малої суперструнної пружини, захованої до часу в досингулярній епосі еволюції світобудови (рис. 3).

Як же в дійсності розвивався всесвітній катаклізм Великого вибуху? Це нерозв'язане питання науки вже понад півстоліття інтенсивно досліджується, у результаті чого виникло багато уможлижених побудов, що описують гіпотетичний процес народження нашого світу. Основою для опису цього явища послуговували загальна теорія відносності Ейнштейна і добре вивчений розділ теоретичної фізики — квантова теорія поля.



□ Рис. 4. Інфляційний сценарій народження Всесвіту

Важливу роль в інфляційних сценаріях народження нашого світу відіграє загадкове гіпотетичне поле — «інфлятон» (від слова «інфляція»). Завдяки якимось випадковим коливанням — флуктуаціям — у ньому утворюються «енергетичні згущення», які дуже швидко починають збільшуватись у розмірах, так що процес набуває лавиноподібного характеру і вся енергія інфлятону буквально розриває метрику протопростору, породжуючи найграндіозніший із катаклізмів світобудови — Великий вибух.

На самому початку не було нічого, лише порожнеча псевдовакууму, наповненого енергією та віртуальними частинками. На цьому етапі існував тільки фізичний вакуум, параметри якого сильно змінювалися через квантові сплески — флуктуації (цей загадковий процес образно називають квантовим просторово-часовим спінюванням). Але ось один з вакуумних енергетичних сплесків випадково перевищив певну грань, і підпростір вибухнув простором, що став неймовірно стрімко рости вздовж і впоперек. Так розвиток однієї з флуктуацій привів до внутрішнього стрибка енергії з переходом в інфляційний режим розширення (рис. 4).

Тим часом космологи дотепер не беруться впевнено стверджувати, які фізичні чинники запустили експонентне розширення і через що воно закінчилось. У літературі зустрічається понад п'ятдесят пояснень цього процесу, і до консенсусу, судячи з усього, ще далеко. Але саме тому, що теоретики поки