



Квантова заплутаність

Атомний каскад спростовує ілюзію «🤖 Моторошної дії на відстані»

Космічна Філософія

Пізнання Космосу через Філософію

Безкоштовний доступ до філософських книг.

Доступна **42 мовами** з високою лінгвістичною якістю
завдяки перекладу ШІ.

Доступ до книги



Читати онлайн



Завантажити PDF/ePub

ua.cosmicphilosophy.org/quantum-entanglement/

Професійне видання книг

Для авторів філософських чи наукових праць: ми пропонуємо професійне видання електронних книг.

[Дізнатись про послуги видавництва →](#)

Надруковано 1 лютого 2026 р.

 CosmicPhilosophy.org

Зміст

1. Квантова запутаність

1.1. Експеримент з атомним каскадом

1.2. Реальність: одна подія, а не дві частинки

1.3. Необхідність математичної ізоляції

1.4. "Вищий порядок": Нескінченне зовні та всередині

1.5. Невизначеність та фундаментальне питання "Чому"

1.6. Сучасні експерименти та кристал

1.6.1. Спонтанна параметрична нисхідна конверсія (SPDC)

1.7. Запутаність електронів і молекул

1.7.1. Електрони

1.7.2. Фотони у вакуумі

1.7.3. Молекули (захоплені іони)

2. Ілюзія ефекту спостерігача

2.1. Штучна булевізація неперервної реальності

2.2. Докази: Нескінченний спектр значень

2.3. Парадокс трьох поляризаторів

2.4. Колапс хвильової функції як епістемічне оновлення

3. Висновок

Квантова заплутаність

Атомний каскад спростовує ілюзію

« Моторошної дії на відстані»

Експеримент з атомним каскадом універсально визнаний фундаментальним доказом квантової заплутаності. Саме завдяки цьому методу — розробленому Клаузером та Фрідманом у 1970-х і вдосконаленому Аспером у 1980-х — фізики вперше підтвердили теорему Белла й отримали вирішальні докази проти локального реалізму.

Тести виявили кореляції між випроміненими фотонами, що ніби вимагали пояснення через «моторошну дію на відстані». Проте філософський погляд на експеримент показує, що він доводить протилежне своїй славі: це не доказ магії, а доказ того, що математика абстрагувала невизначений корінь кореляції.

РОЗДІЛ 1.1.

Експеримент з атомним каскадом

У стандартній установці атом (зазвичай кальцій або ртуть) збуджується до високоенергетичного стану з нульовим кутовим моментом ($J=0$). Потім він «радіоактивно розпадається» у два окремі етапи (каскад) назад до основного стану, випромінюючи два фотони послідовно:

- ▶ **Фотон 1:** Випромінюється, коли атом переходить зі збудженого стану ($J=0$) до проміжного стану ($J=1$).
- ▶ **Фотон 2:** Випромінюється миттєво потому, коли атом переходить з проміжного стану ($J=1$) до основного стану ($J=0$).

Згідно зі стандартною квантовою теорією, ці два фотони залишають джерело з поляризаціями, які ідеально корельовані (ортогональні), але повністю невизначені до вимірювання. Коли фізики вимірюють їх у різних місцях, вони знаходять кореляції, які не можна пояснити локальними «прихованими змінними» — що призводить до відомого висновку про «моторошну дію на відстані»

Однак прискіпливий погляд на цей експеримент показує, що це не доказ магії. Це доказ того, що математика абстрагувала невизначений корінь кореляції.

РОЗДІЛ 1.2.

Реальність: одна подія, а не дві частинки

Фундаментальна помилка в « моторошній» інтерпретації полягає в припущенні, що оскільки виявляються два окремі фотони, то існують два незалежні фізичні об'єкти.

Це ілюзія методу виявлення. В атомному каскаді ($J=0 \rightarrow 1 \rightarrow 0$) атом починається як ідеальна сфера (симетрична) і закінчується як ідеальна сфера. Виявлені «частинки» — це лише пульсації, що поширюються назовні через електромагнітне поле, коли структура атома деформується, а потім відновлюється.

Розглянемо механіку:

- ▶ **Етап 1 (Деформація):** Щоб випромінити перший фотон, атом повинен «штовхнути» проти електромагнітної структури. Цей поштовх передає віддачу. Атом фізично спотворюється. Він розтягується з кулі у дипольну форму (як регбійний м'яч), орієнтовану вздовж певної осі. Цю вісь обирає космічна структура.
- ▶ **Етап 2 (Відновлення):** Атом тепер нестабільний. Він прагне повернутися до сферичного основного стану. Для цього «регбійний м'яч» ривком повертається до кулі. Цей ривковий рух випромінює другий фотон.

Структурна необхідність протилежності: Другий фотон не є «випадково» протилежним до першого. Він псевдомеханічно протилежний, оскільки представляє скасування деформації, спричиненої першим. Ви не можете зупинити обертове колесо, штовхаючи його в напрямку обертання; ви повинні штовхати проти нього. Так само атом не може ривком повернутися до кулі, не генеруючи структурну пульсацію (Фотон 2), яка є оберненою до деформації (Фотон 1).

Це відновлення є псевдомеханічним, оскільки його фундаментально забезпечують електрони атома. Коли атомна структура спотворюється у диполь, електронна хмара прагне відновити стабільність сферичного основного стану. Отже, «ривок назад» виконується електронами, що спішають виправити структурний дисбаланс.

Кореляція — це не зв'язок між Фотоном А та Фотоном Б. Кореляція — це структурна цілісність єдиної атомної події.

РОЗДІЛ 1.3.

Необхідність математичної ізоляції

Якщо кореляція — це просто спільна історія, чому це вважається загадковим?

Тому що математика вимагає абсолютної ізоляції (в межах математичного контролю). Щоб написати формулу для фотона, розрахувати його траєкторію чи ймовірність,

математика повинна провести межу навколо системи. Математика визначає «систему» як фотон (або атом), а все інше визначає як «оточення».

Щоб зробити рівняння розв'язним, математика фактично видаляє оточення з розрахунку. Математика припускає, що межа є абсолютною, і ставиться до фотона так, ніби він не має історії, структурного контексту та зв'язку з «зовнішнім» світом, окрім того, що явно включено у змінні.

Це не «дурна помилка» фізиків. Це фундаментальна необхідність математичного контролю. Квантифікувати означає ізолювати. Але ця необхідність створює сліпу пляму: «нескінченне зовні», з якого система фактично виникла.

РОЗДІЛ 1.4.

"Вищий порядок": Нескінченне зовні та всередині

Це приводить нас до концепції «вищого порядку» космічної структури.

Зі строгої, внутрішньої перспективи математичного рівняння світ поділяється на «систему» та «шум». Однак «шум» — це не просто випадкові перешкоди. Це одночасно «нескінченне зовні» та «нескінченне всередині» — сукупність граничних умов, історичний корінь ізолюваної системи та структурний контекст, що поширюється невизначено далеко за межі математичної ізоляції як назад, так і вперед у часі ∞ .

В Атомному каскаді конкретна вісь деформації атома не була визначена самим атомом. Вона була визначена в цьому «вищому порядку» контексті — вакуумі, магнітних полях та космічній структурі, що призвели до експерименту.

РОЗДІЛ 1.5.

Невизначеність та фундаментальне питання "Чому"

Ось де лежить корінь «моторошної» поведінки. Космічна структура «вищого порядку» є невизначеною.

Це не означає, що структура хаотична чи містична. Це означає, що вона невирішена перед філософським фундаментальним питанням «Чому» існування.

Космос демонструє чітку закономірність — закономірність, що в кінцевому рахунку забезпечує основу для життя, логіки та математики. Але остаточна причина Чому ця закономірність існує, і Чому вона проявляється певним чином у певний момент (наприклад, «чому атом розтягнувся ліворуч замість праворуч»), залишається відкритим питанням.

Доки фундаментальне «Чому» існування не буде відповідене, конкретні умови, що виникають з цієї космічної структури, залишаються невизначеними. Вони виявляються

як псевдовипадковість.

Математика стикається тут з жорстким обмеженням:

- ▶ Їй потрібно передбачити результат.
- ▶ Але результат залежить від «нескінченного зовні» (космічної структури).
- ▶ І «нескінченне зовні» походить від невідповіденої фундаментальної питання.

Отже, математика не може визначити результат. Вона мусить відступити у ймовірність та суперпозицію. Вона називає стан «суперпозиційним», бо математиці буквально бракує інформації для визначення осі — але цей брак інформації є характеристикою ізоляції, а не характеристикою частинки.

РОЗДІЛ 1.6.

Сучасні експерименти та кристал

Фундаментальні експерименти, які вперше підтвердили теорему Белла — такі як ті, що були проведені Клаузером і Фрідманом у 1970-х роках та Аспером у 1980-х — повністю базувалися на методі атомного каскаду. Однак принцип, що розкриває ілюзію «моторошної дії», однаково застосовується до спонтанного параметричного перетворення вниз (SPDC), основного методу, що використовується в сучасних тестах Белла без лазівок. Цей сучасний метод просто переносить структурний контекст зсередини окремого атома до кристалічної ґратки, використовуючи властивість електронів зберігати структуру при порушенні лазером.

У цих тестах високоенергетичний «накачувальний» лазер спрямовується в нелінійний кристал (наприклад, ВВО). Атомна ґратка кристала діє як жорстка сітка електромагнітних пружин. Коли фотон накачування проходить крізь цю сітку, його електричне поле відтягує електронні хмари кристала від їхніх ядер. Це порушує рівновагу кристала, створюючи стан високоенергетичної напруги, при якому сітка фізично спотворюється.

Оскільки структура кристала є «нелінійною» — тобто її «пружини» опираються по-різному залежно від напрямку тяги — електрони не можуть просто «відскочити» назад до початкового положення, випромінюючи один фотон. Структурна геометрія сітки забороняє це. Натомість, щоб усунути спотворення та повернутися до стабільності, ґратка має розділити енергію на дві окремі хвилі: сигнальний фотон та холостий фотон.

Ці два фотони не є незалежними сутностями, які згодом вирішують скоординуватися. Вони є одночасним «вихлопом» єдиної події структурного відновлення. Так само, як фотон атомного каскаду визначався атомом, що відскакує від форми «регбійного м'яча» назад до сфери, фотони SPDC визначаються електронною хмарою, що відскакує в межах обмежень кристалічної сітки. «Заплутаність» — ідеальна кореляція між їх

поляризаціями — це просто структурна пам'ять початкового «поштовху» від лазера, збережена в обох гілках розділення.

Це показує, що навіть найточніші сучасні тести Белла не виявляють телепатичного зв'язку між віддаленими частинками. Вони виявляють збереження структурної цілісності. Порухення нерівності Белла не є порушенням локальності; це математичний доказ того, що два детектори вимірюють два кінці єдиної події, яка почалася в момент, коли лазер порушив кристал.

РОЗДІЛ 1.7.

Заплутаність електронів і молекул

Цей принцип однаково застосовується до заплутаності електронів, цілих атомів і навіть складних молекул. У кожному випадку виявляється, що «заплутані» об'єкти не є незалежними агентами, які миттєво спілкуються, а є розгалуженими продуктами структурної адаптації.

РОЗДІЛ 1.7.1.

Електрони

Розглянемо заплутаність електронів. «Структура» тут — це надпровідне ґратка та море електронів. Два заплутані електрони не є незалежними; вони є ефективним розщепленням єдиного «композитного бозона» (пари Купера). Вони мають спільне походження (механізм парування), так само як фотони в атомному каскаді.

Зі структурної перспективи, «корінь» заплутаності — це сама кристалічна ґратка надпровідника.

- ▶ **Порушення:** Коли електрон рухається крізь ґратку, його негативний заряд притягує позитивно заряджені атомні ядра. Це створює локальну структурну деформацію — область вищої густини позитивного заряду, що слідує за електроном.
- ▶ **Відскок:** Ґратка «прагне» відскочити, щоб відновити свою структуру. Вона притягує другий електрон із протилежним імпульсом і спіном, щоб заповнити «дірку» в густині заряду.
- ▶ **Пара:** Два електрони стають заплутаними, оскільки вони ефективно йдуть двома сторонами однієї структурної хвилі в ґратці. Вони не магічно пов'язані; вони механічно зв'язані через спробу кристалічної ґратки збалансувати електричний стрес, введений першим електроном.

РОЗДІЛ 1.7.2.

Фотони у вакуумі

Механічний корінь також знайдено у створенні заплутаних фотонів без фізичного середовища, наприклад, через високоенергетичні взаємодії в електромагнітному вакуумі. Тут «кристал» замінюється самим електромагнітним вакуумним полем.

- ▶ **Структура:** Вакуум — це не порожній простір; це киплячий потенціал енергії — фундаментальна «сітка» електромагнітних силових ліній, яку можна вважати кристалічною за природою.
- ▶ **Порушення:** Коли інтенсивне зовнішнє поле (наприклад, сильне магнітне поле або високоенергетична зіткнення частинок) порушує цю сітку, воно створює область екстремальної напруги або «кривизни» у вакуумному потенціалі.
- ▶ **Відновлення:** Так само, як кристалічна ґратка розщеплює енергію для вирішення нелінійного спотворення, вакуумне поле вирішує свою напругу шляхом розгалуження збудження. Воно створює пару частинка-античастинка або «заплутану пару фотонів».
- ▶ **Походження:** Результуючі частинки не є незалежними творіннями. Кореляція — це пам'ять про специфічну геометричну цілісність електромагнітної вакуумної структури, що їх породила.

РОЗДІЛ 1.7.3.

Молекули (захоплені іони)

Ця логіка, мабуть, найбільш видима в експериментах із заплутуванням цілих атомів або іонів. У цих тестах іони утримуються у вакуумі за допомогою електромагнітних пасток. Заплутаність створюється за допомогою спільного «рухового режиму» — вібрації, що поширюється по всій групі іонів, як хвиля на гітарній струні.

- ▶ **Структура:** Колективна потенційна яма пастки утримує іони в лінії.
- ▶ **Порушення:** Лазерний імпульс використовується для «щипка» цієї колективної хвилі, зв'язуючи внутрішній стан іонів із їхнім спільним рухом.
- ▶ **Відновлення:** Коли хвиля затихає, внутрішні стани іонів перевертаються або корелюються способами, що залежать від колективної вібрації.

Окремі іони не сигналізують один одному. Вони всі з'єднані з тією самою «структурною струною» — спільним вібраційним режимом. Кореляція — це просто факт, що всі вони похитуються однією й тією ж структурною подією.

Чи йдеться про фотони з кристала, електрони в надпровіднику чи атоми в пастці, висновок ідентичний. «Заплутаність» — це збереження спільної історії структурної цілісності.

РОЗДІЛ 2.

Ілюзія ефекту спостерігача

Вимірювання та колапс хвильової функції

Попередні розділи показали, як ілюзія «моторошної дії на відстані» виникає через нехтування математикою спільною історією структурної цілісності частинок. Цей розділ розкриває, що ця ілюзія взаємопов'язана з другою ілюзією щодо акту вимірювання: «Ефектом Спостерігача».

«Ефект Спостерігача» — одна з найвідоміших концепцій квантової механіки. Це ідея, що вимірювання не лише спостерігає реальність, а й активно визначає чи створює її. У цій концепції частинка є примарною хвилею квантової ймовірності, яка лише «зколапсує» у певний стан (наприклад, «Догори» чи «Донизу»), коли свідомий спостерігач чи детектор на неї дивиться.

“ Альберт Ейнштейн відомо запитав: «Ви справді вірите, що місяця немає, коли ніхто не дивиться?» і незадовго до своєї смерті в Принстоні у 1955 році він запитав: «Якщо миша подивиться на Всесвіт, чи змінює це стан Всесвіту?».

Наратив «ефекту спостерігача» надає спостерігачу магічну, творчу силу для маніфестації реальності. Однак при ближчому розгляді виявляється, що це ілюзія.

Докази чітко виявляють, що вимірювання не визначає природу частинки; воно лише булевізує притаманний динамічний зв'язок із «нескінченим зовнішнім» космічної структури (вказаним у розділі 1.4.) у контексті математичної абстракції.

РОЗДІЛ 2.1.

Штучна булевізація неперервної реальності

Стандартна історія стверджує, що перед вимірюванням фотон чи електрон не має специфічної поляризації чи значення квантового спіну — він існує у суперпозиції всіх

можливостей. Кажуть, що вимірювання «змушує» Всесвіт обрати один варіант, тим самим викликаючи цю властивість до існування.

Насправді фотон чи електрон ніколи не перебуває у суперпозиції. Він завжди існує як когерентна динамічна орієнтація відносно «нескінченного зовнішнього» космічної структури. Цей «притаманний динамічний контекст» включає неперервний спектр потенційних значень. У контексті математичної системи цей спектр представляє потенційну нескінченність можливих значень, які не можуть бути повністю охоплені чи ізольовані в математичній перспективі.

Поляризатор чи магніт діє як булевізатор — фільтр, що змушує булевий результат. Він відкидає неперервний «потенціал орієнтації» фотона та видає штучно створене бінарне значення. Нібито «колапс хвильової функції» не є творенням реальності; це творення булевого значення, що є відносним до реальності лише наближено.

РОЗДІЛ 2.2.

Докази: Нескінченний спектр значень

Коли поляризатор повертається на частку градуса, ймовірність проходження фотона змінюється плавно та передбачувано, відповідно до закону Малюса ($P = \cos^2 \theta$). Ця плавність виявляє нескінченну роздільну здатність фізичної реальності, якою нехтує вимірювальний пристрій.

У контексті математичної системи це обертання виявляє нескінченність можливих значень. Детектор можна повернути на 30° , 30.001° чи 30.00000001° . Теоретично кут можна вказати з нескінченною кількістю десяткових знаків. Це має на увазі неперервний спектр потенційних значень орієнтації, між якими фотон розрізняє з досконалою точністю. Однак математична система не може охопити цю нескінченність можливостей. Отже, булевий вимірювальний пристрій змушує цей динамічний стан у булеве значення.

РОЗДІЛ 2.3.

Парадокс трьох поляризаторів

«Ефект спостерігача» припускає, що після вимірювання фотон зберігає значення своєї поляризації. Це означає, що фотон, виміряний як «вертикальний», тепер є принципово вертикальною частинкою. Парадокс трьох поляризаторів руйнує це припущення.

- ▶ Якщо ви виміряєте фотон і виявите його «вертикальним», стандартна логіка припускає, що тепер це вертикальна частинка.
- ▶ Однак, якщо ви пропустите цей «вертикальний» фотон крізь діагональний поляризатор (під 45°), він часто проходить.

- ▶ Після цього цей фотон може навіть пройти крізь горизонтальний поляризатор — що має бути неможливим для частинки, яка «стала» вертикальною на першому етапі.

Це доводить, що «вертикальний» стан не був внутрішньою реальністю, відбитою на фотоні через вимірювання. Це була тимчасова динамічна орієнтація відносно першого фільтра. Значення поляризації фотона не є статичною величиною, визначеною спостерігачем; це внутрішньо динамічний потенціал, який безперервно орієнтується на «нескінченне зовнішнє» космічної структури. Властивість не знаходиться всередині об'єкта; це відношення, визначене структурним контекстом.

РОЗДІЛ 2.4.

Колапс хвильової функції як епістемічне оновлення

«Колапс хвильової функції» не є фізичною подією, де всесвіт раптово змінює свою природу (онтична зміна). Це епістемічна подія — перетворення безперервного потенціалу структурної орієнтації всесвіту та його *специфічної* орієнтації в бінарне значення на основі наближення, яке математика класифікує як суперпозицію та ймовірність.

Отже, тести на квантову заплутаність принципово базуються на штучно створених булевих значеннях, які пов'язані з космічною структурою лише наближено.

Помилково приймаючи дискретні епістемічні оновлення за онтичну фізичну реальність, квантова фізика створює ілюзію «моторошної дії на відстані».

РОЗДІЛ 3.

Висновок

Експеримент з атомним каскадом доводить протилежне тому, через що він відомий.

Математика вимагає, щоб частинки були ізольованими змінними для функціонування. Але реальність не поважає цю ізоляцію. Частинки залишаються математично прив'язаними до початку свого сліду в космічній структурі.

« Моторошна дія» таким чином є примарою, створеною математичною ізоляцією змінних. Математично відокремлюючи частинки від їхнього походження та середовища, математика створює модель, в якій дві змінні (А та В) мають кореляцію без сполучного механізму. Потім математика вигадує «моторошну дію», щоб заповнити цю прогалину. Насправді «мостом» є структурна історія, яку зберегла ізоляція.

«Таємниця» квантової заплутаності — це помилка спроби описати зв'язаний структурний процес мовою незалежних частин. Математика описує не структуру; вона описує ізоляцію структури, і цим створює ілюзію магії.

Космічна Філософія

Пізнання Космосу через Філософію

Надруковано 1 лютого 2026 р.

Ця книга доступна 42 мовами на  CosmicPhilosophy.org.

Онлайн eReader

PDF

ePub

Джерело: ua.cosmicphilosophy.org/quantum-entanglement/

Послуга видавництва книг

Опублікуйте ультрасучасний е-бук, що зберігатиметься в інтернеті тисячі років.

Дізнайтеся про наші професійні послуги видавництва.