

# Реалізація кубитів для квантових комп'ютерів.

Мнацаканов Антон

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

12 ноября 2021 г.

- ① Визначення
- ② Порівняння
- ③ Надпровідні кубити
- ④ Ion Trap

① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

# Що таке кубіт?

Бит

0

Кубит

0

Кубіт — це дворівнева квантовомеханічна система, наприклад, поляризація окремого фотона, яка може бути вертикальною або горизонтальною. В класичній системі біт завжди прийматиме одне з двох значень, але квантова механіка дозволяє кубітові перебувати в стані суперпозиції. Ця властивість кубіта є базисом для всієї теорії квантових обчислень.  $\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$

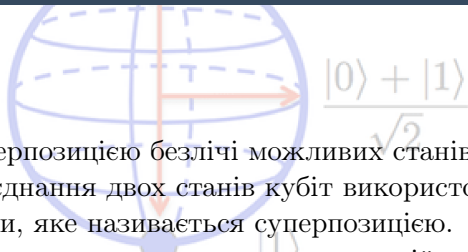
① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

# Різниця біта і кубіта

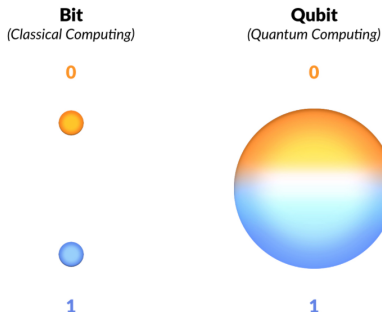


Кубіти представлені суперпозицією безлічі можливих станів. Для досягнення лінійного поєднання двох станів кубіт використовує явище квантової механіки, яке називається суперпозицією.

Класичний двійковий біт може становити лише одне двійкове значення, наприклад 0 або 1. Це означає, що біт може перебувати тільки в одному з двох можливих станів. Кубіт може представляти 0, 1 або будь-яку частку від 0 до 1 в суперпозиції обох станів з певною ймовірністю того, що він дорівнює 0, і певною ймовірністю того, що він дорівнює 1.

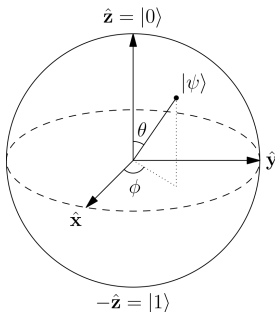
# Різниця біта і кубіта

У той час як для повного опису системи з  $n$  класичних бітів достатньо  $n$  нулів і одиниць, для опису системи з кубітів  $n$  необхідно  $(2^n - 1)$  комплексних чисел. Це з тим, що  $n$ -кубитну систему можна представити як вектор у  $2^n$ -мірному Гільбертовому просторі. Звідси випливає, що система з кубітів може вмістити експоненційно більше інформації, ніж система з бітів.



# Стан кубіту

Як і біт, кубіт допускає два власні стани, що позначаються  $|0\rangle$  і  $|1\rangle$  (позначення Дірака), але при цьому може знаходитися і в їх суперпозиції. У загальному випадку його хвильова функція має вигляд  $A|0\rangle + B|1\rangle$ , де  $A$  і  $B$  називаються амплітудами ймовірностей і є комплексними числами, що задовольняють умові  $|A|^2 + |B|^2 = 1$ . Стан кубіту зручно представляти як стрілку на сфері Блоха.





① Визначення

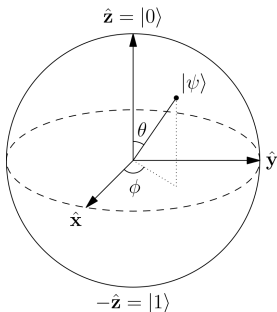
② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

# Надпровідні кубити

Надпровідні кубити - це саме ті кубити, на яких працює більша частина комерційно доступних квантових процесорів. Компанія Google і IBM зробили основну ставку саме на цю технологію, оскільки такі кубити можна робити як електричні схеми, практично на друкованій платі, тільки з надпровідних матеріалів. Отримані процесори охолоджуються до низьких температур так, що метал, з якого вони виготовлені (це, як правило, алюміній), переходить у стан надпровідності.



① Визначення

② Порівняння

③ Надпровідні кубити

④ Ion Trap

... Головною особливістю комп'ютерів Ion Trap є їх стабільність; кубіти мають набагато довший «час когерентності», ніж ті, що використовуються в надпровідних квантових комп'ютерах. Незважаючи на те, що комп'ютер із іонною пасткою може працювати при кімнатній температурі, для досягнення найкращої продуктивності іони потрібно охолоджувати, але не в тій мірі, в якій цього вимагає надпровідний квантовий комп'ютер. Зв'язки між кубітами іонної пастки можна переналаштувати, тобто кожен кубіт може взаємодіяти один з одним кубітом в комп'ютері, уникаючи деяких обчислювальних витрат, які виникають із надпровідними мікросхемами.

Нейтральні атоми – подібний підхід до іонних пасток, але замість використання іонізованих атомів і використання їх заряду для утримання кубітів на місці використовуються нейтральні атоми та лазерний пінцет.

Нейтральні атоми мають такий самий тривалий час когерентності, що й іони (використовуються в квантових комп'ютерах із іонною пасткою). Його унікальною особливістю в порівнянні з іонними пастками є його потенціал для створення багатовимірних масивів.

Дякую за увагу!