

量子计算的技术原理与发展历史

201220115 杨青云

2022/10/25

- 量子计算是一种快速崛起的技术，它利用量子力学定律来解决问题

- 量子计算是一种快速崛起的技术，它利用量子力学定律来解决问题



第一台基于电路的商用量子计算机（IBM于2019年推出）

- 量子计算是一种快速崛起的技术，它利用量子力学定律来解决问题
- 我们为什么需要量子计算机？
 - 传统计算机的表现并不总是那么出色
 - 蛋白质的折叠方式问题 🤔
 - 大数分解问题 😞
 -



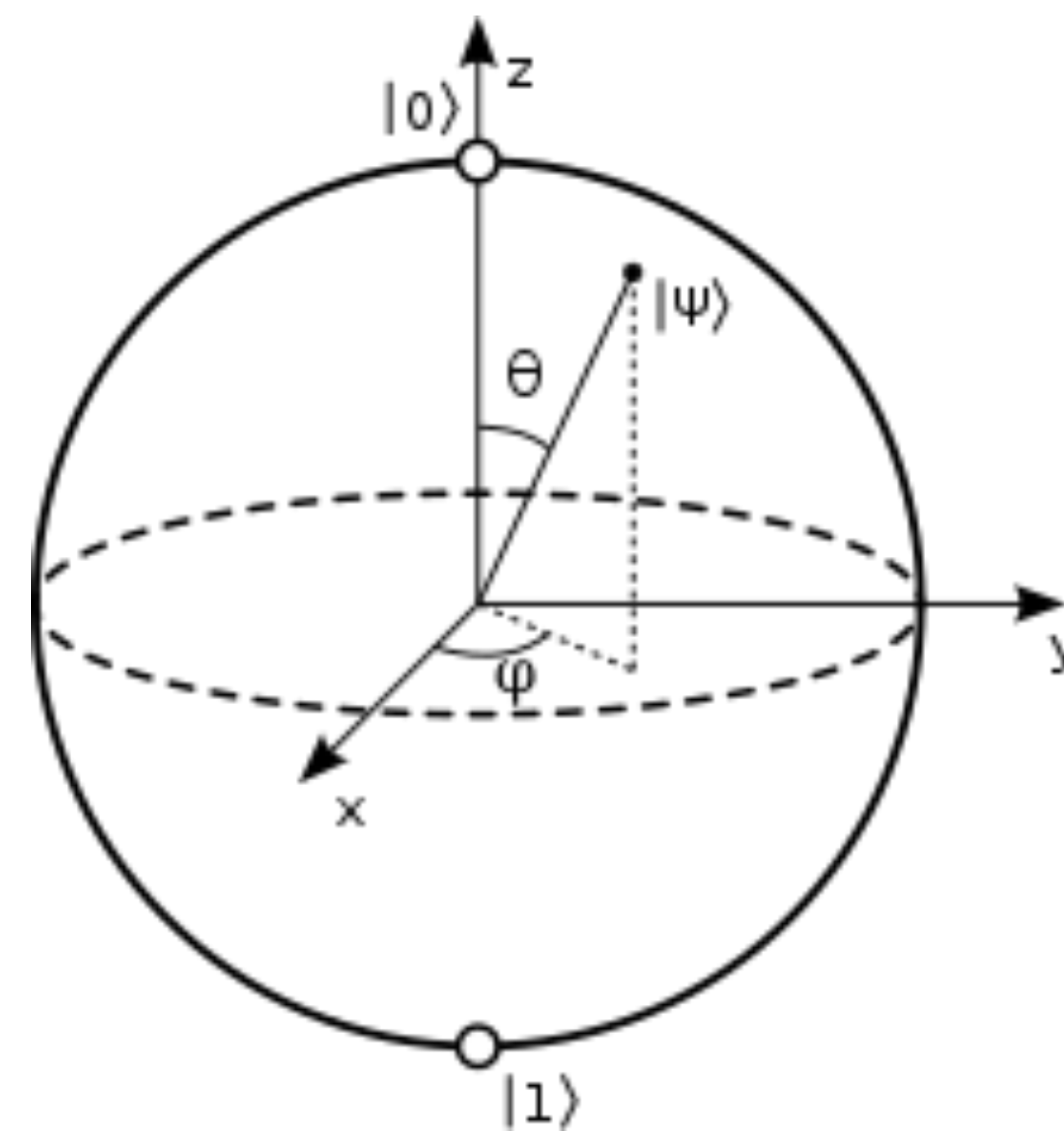
第一台基于电路的商用量子计算机（IBM于2019年推出）

- 量子计算是一种快速崛起的技术，它利用量子力学定律来解决问题
- 我们为什么需要量子计算机？
 - 传统计算机的表现并不总是那么出色
 - 蛋白质的折叠方式问题 🤔
 - 大数分解问题 😞
 -
- 量子计算机不是万能的
 - 在可计算性上并不优于传统计算机 😞



第一台基于电路的商用量子计算机（IBM于2019年推出）

技术原理



什么是量子 🤔

什么是量子 🤔

- 在物理学中，量子是所有物理特性的最小离散单元。它通常指原子或亚原子粒子(例如电子、中微子和光子)的属性

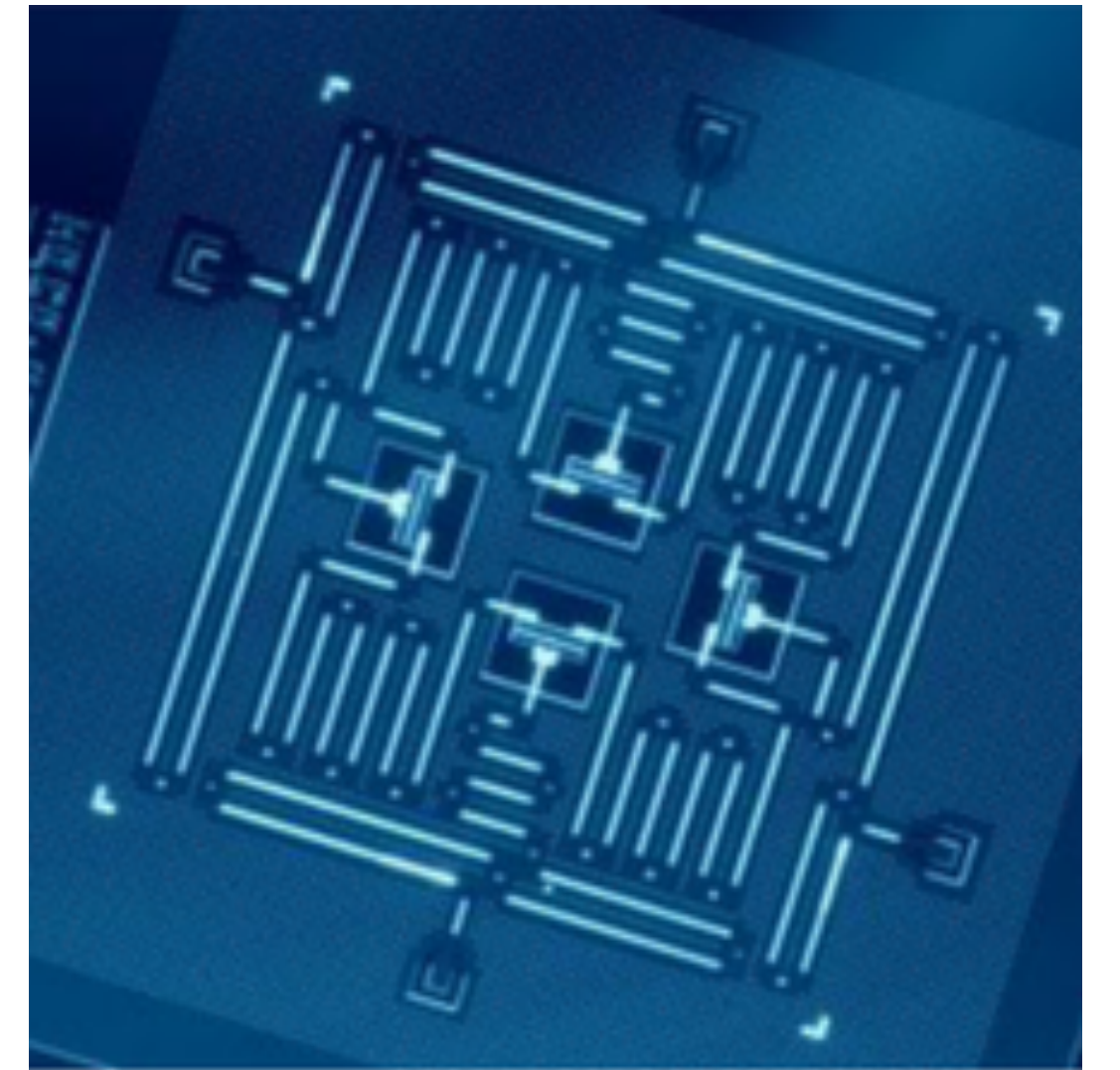
什么是量子 🤔

- 在物理学中，量子是所有物理特性的最小离散单元。它通常指原子或亚原子粒子(例如电子、中微子和光子)的属性
- 在“量子计算”概念中，“量子”是指利用量子力学原理来进行计算

什么是量子比特 🤖

什么是量子比特 🤖

- 量子比特是量子计算中的基本信息单位。量子比特在量子计算中发挥的作用与比特在传统计算中发挥的作用相似，但它们的行为方式却大相径庭。经典比特是二进制，只能存放 0 或 1 位，但量子比特可以存放所有可能状态的叠加
- 一个量子位可以处于 1 或 0 量子态，或者处于 1 和 0 态的叠加态。然而，当它被测量时，它总是 0 或 1；任一结果的概率取决于测量前量子比特的量子状态



什么是量子计算 🤔

什么是量子计算 🤔



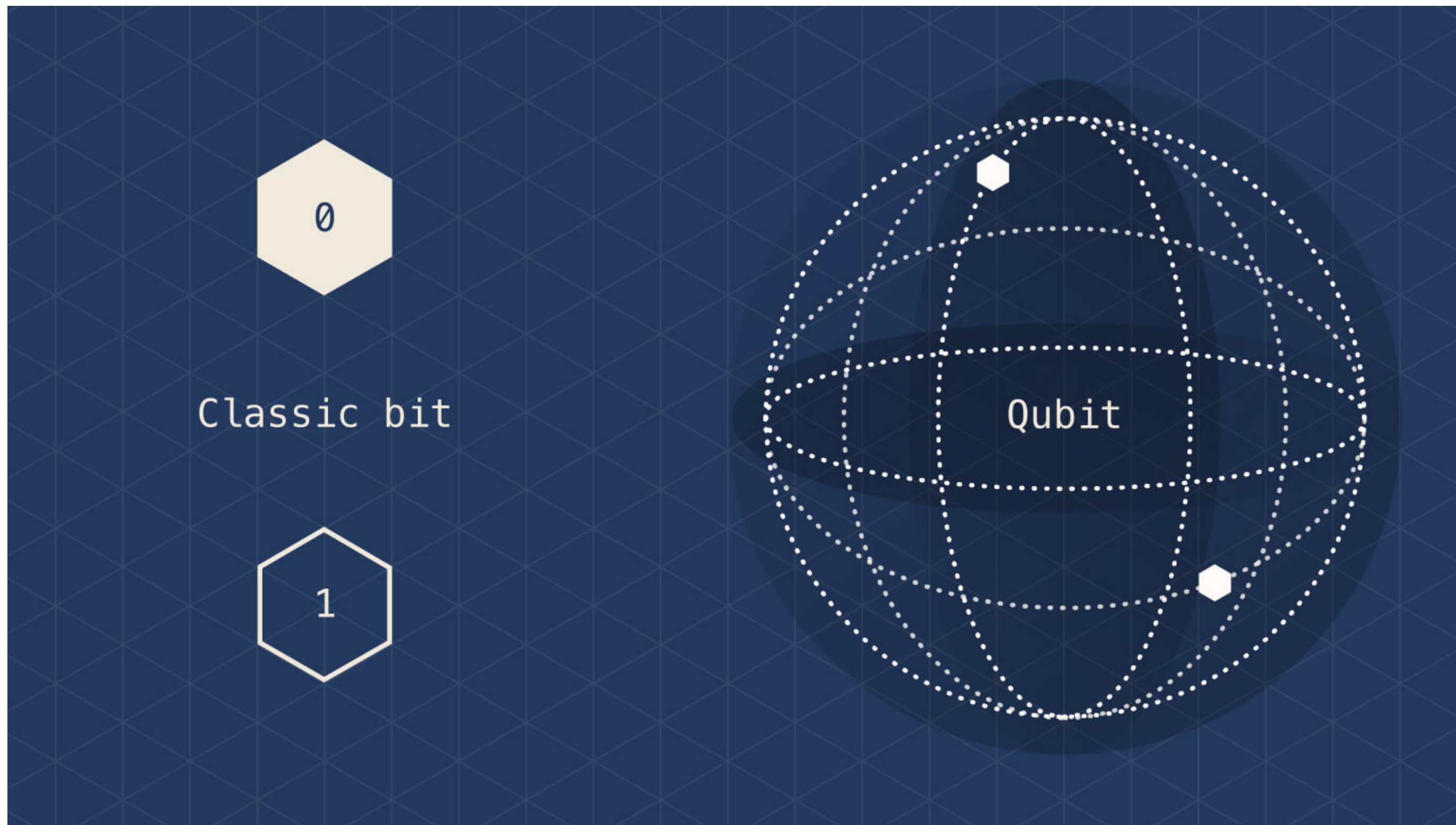
- 利用量子力学的独特现象(例如叠加、纠缠和量子干涉)进行计算的一种计算方式

量子叠加、量子纠缠和量子干涉



量子疊加 🌀

量子叠加 🌌

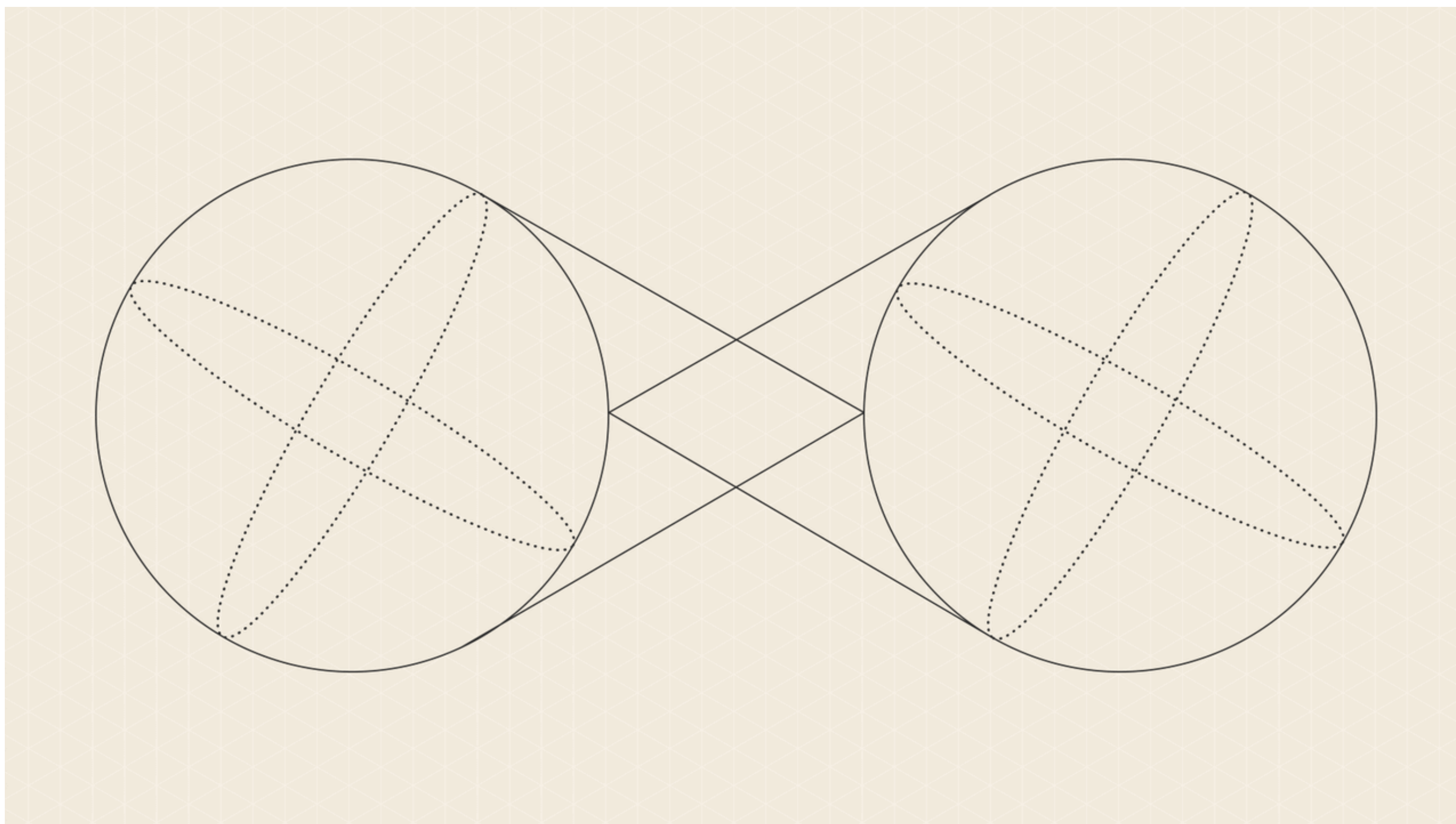


处于叠加态时，量子粒子是所有可能状态的组合。它们会不断波动，直到被观察和测量。

以硬币来作比，经典比特通过“抛硬币”得到“正面”和“反面”来度量。但如果你能同时看到一枚硬币的正反面，以及正反交替时的每个状态，硬币就处于叠加态。

量子纠缠 🧑🏻🧑🏻

量子纠缠 🧑🧑

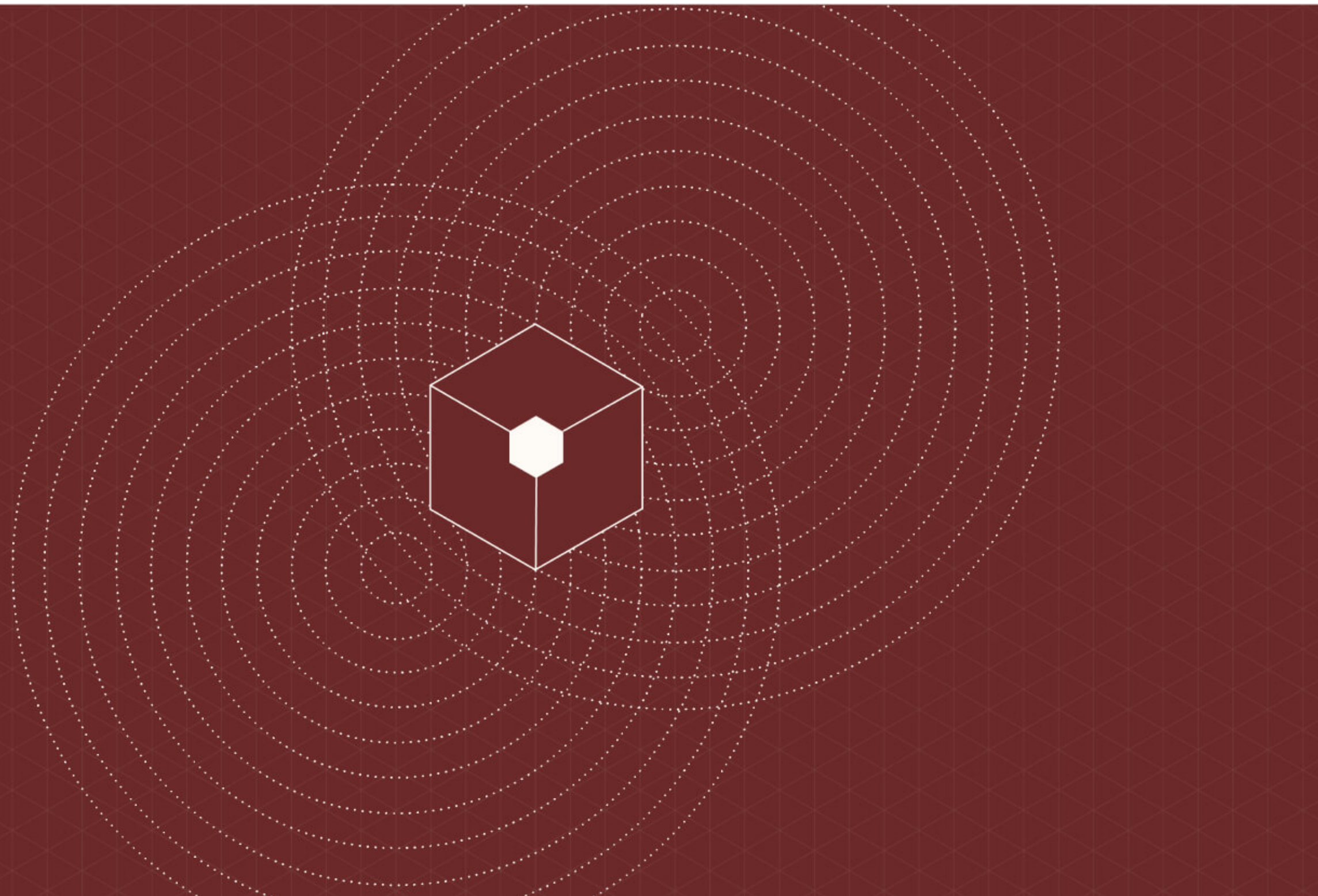


纠缠是量子粒子将其测量结果相互关联的能力。当量子比特相互纠缠时，它们构成一个系统并相互影响。

我们可以使用一个量子比特的度量来作出关于其他量子比特的结论。通过在系统中添加和纠缠更多的量子比特，量子计算机可计算指数级的更多信息并解决更复杂的问题。

量子干涉 🙌

量子干涉 🙌



量子干涉是量子比特固有的行为，量子干涉会影响叠加态量子比特坍缩方式的概率。

量子计算机是怎么工作的



基本组成

基本组成

- 承载量子比特的区域
- 用于将信号传输到量子比特的方法
- 用于运行程序和发送指令的经典计算机

基本组成

- 承载量子比特的区域
- 用于将信号传输到量子比特的方法
- 用于运行程序和发送指令的经典计算机
- 对于某些量子比特存储方法，存储量子比特的装置保持在稍高于绝对值零的温度，以最大程度提高其相干性并减少干扰
- 可以使用多种方法(包括微波、激光和电压)将信号发送到量子比特。

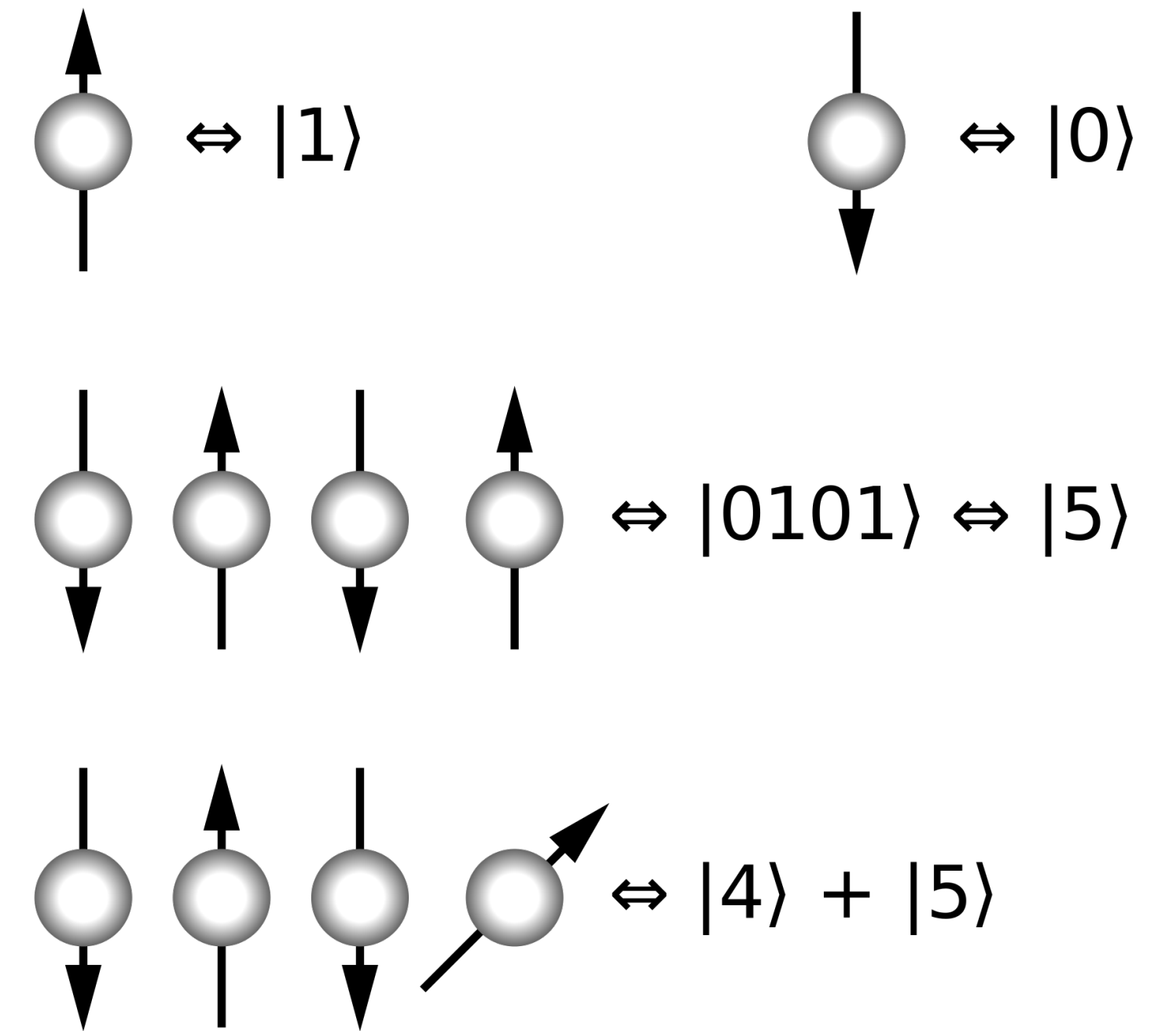


基本原理

- 量子计算机扩展了传统计算机原有的限制。流行的量子计算模型以量子门(量子逻辑门)网络描述计算
- 量子计算机的输入用一个具有有限能级的量子系统来描述，如二能级系统（称为量子比特（qubits）），量子计算机的变换（即量子计算）包括所有可能的正变换
- 量子计算机的输入态和输出态为一般的叠加态，其相互之间通常不正交
- 得出输出态之后，量子计算机对输出态进行一定的测量，从而得到计算结果

量子计算与传统计算的关系

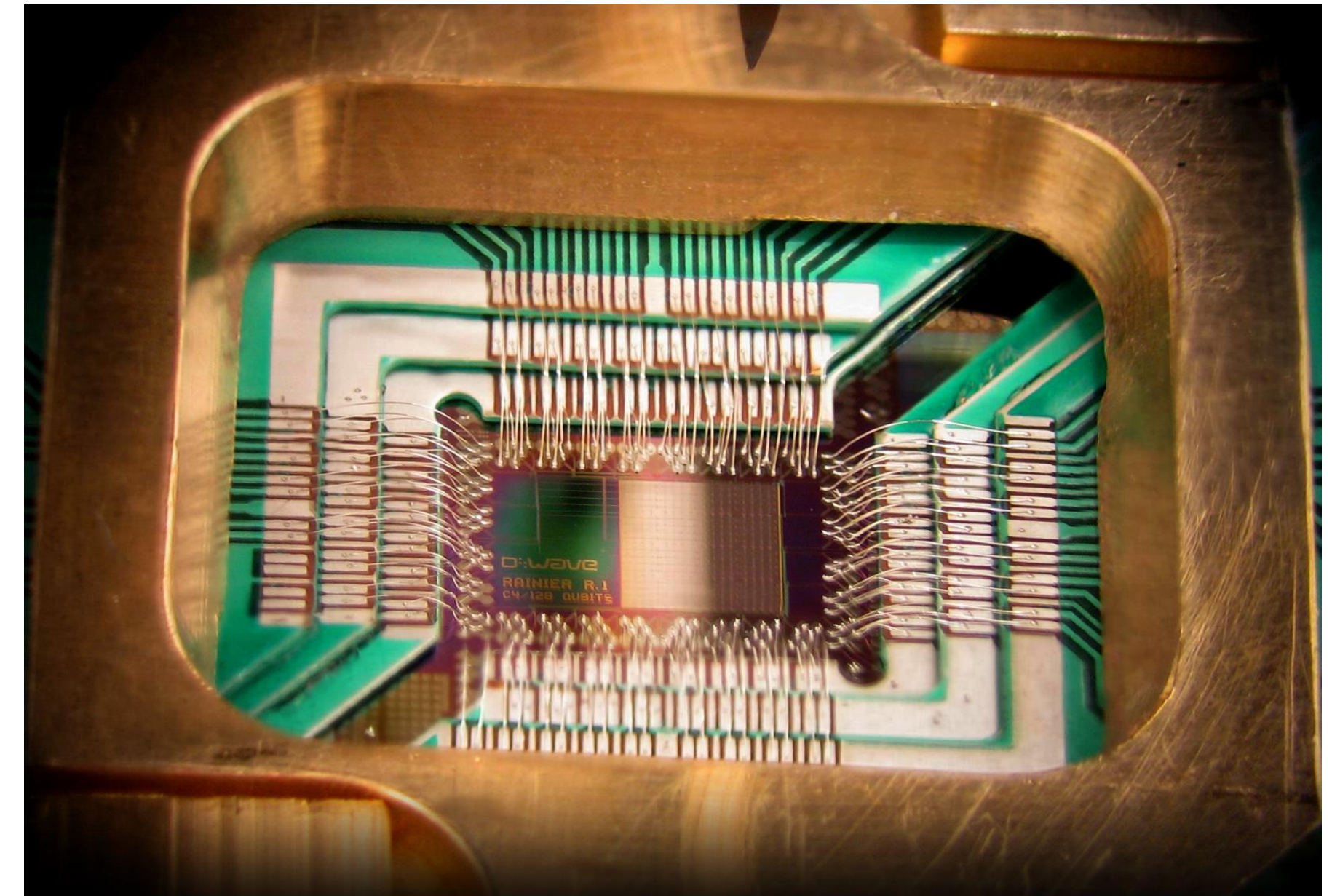
- 传统计算是一类特殊的量子计算，量子计算对传统计算作了极大的扩充，其最本质的特征为量子叠加性和量子相干性。
- 量子计算机对每一个叠加分量实现的变换相当于一种经典计算，所有这些传统计算同时完成，并按一定的概率振幅叠加起来，给出量子计算机的输出结果。这种计算称为量子并行计算



qubits can be in a superposition of all the classically allowed states

量子计算模型

- 量子电路（目前最广泛使用的量子计算模型）
- 量子图灵机
- 量子退火
- 绝热量子计算
- 连续变量量子计算
-



发展历史



- 1980年 保罗·贝尼奥夫提出量子计算的概念
- 1985年 大卫·多伊奇给出了量子计算的抽象模型
- 1994年 贝尔实验室的休尔提出分解大数的质因数的量子算法
- 2001年 IBM利用核磁共振技术激活7枚核自旋体使其成为量子比特，成功地将15质数分解为 3×5 ，量子计算机第一次使得量子计算变成了现实
- 2011年 D-Wave 推出了全球第一款商用型量子计算机
- 2016年 世界上第一颗量子卫星“墨子号”升空
- 量子计算应用市场在2035年的规模，保守估计将达20亿美元；乐观估计将达600亿美元

感谢观看