

Реализация квантового компьютера на ионной ловушке

Вопрос по выбору к ГКЭ, январь 2022

Станислав Сидельников Б01-908, Егор Батарин Б01-906

Московский физико-технический институт

- Введение в квантовые вычисления
 - Классический бит и квантовый бит
 - Условия для квантового вычисления

- Введение в квантовые вычисления
 - Классический бит и квантовый бит
 - Условия для квантового вычисления
- Принцип работы ионной ловушки
 - Захват иона
 - Доплеровское охлаждение
 - Pro & Contra

- Введение в квантовые вычисления
- Классический бит и квантовый бит
- Условия для квантового вычисления
- Принцип работы ионной ловушки
- Захват иона
- Доплеровское охлаждение
- Pro & Contra
- Кубит на ионной ловушке
- Физическая реализация кубита

- Введение в квантовые вычисления
- Классический бит и квантовый бит
- Условия для квантового вычисления
- Принцип работы ионной ловушки
- Захват иона
- Доплеровское охлаждение
- Pro & Contra
- Кубит на ионной ловушке
- Физическая реализация кубита

Введение в квантовые вычисления

Классический бит и квантовый бит

Классический бит: 0 или 1 - два состояния.

Квантовый бит: $|\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$, $\alpha, \beta \in \mathbb{C}$, $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ - бесконечно много состояний?

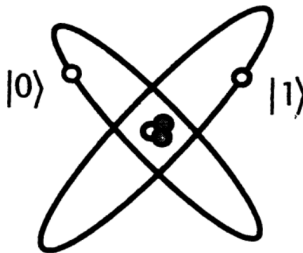
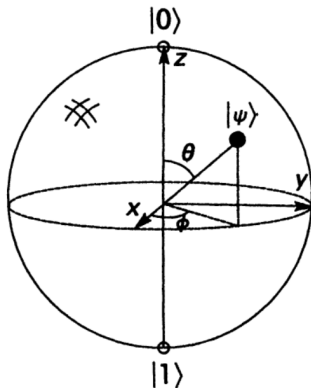
Представление на сфере Блоха:

$$|\psi\rangle = e^{i\gamma} \left(\cos \frac{\theta}{2} |0\rangle + e^{i\phi} \sin \frac{\theta}{2} |1\rangle \right) \sim \cos \frac{\theta}{2} |0\rangle + e^{i\phi} \sin \frac{\theta}{2} |1\rangle,$$

где γ, θ и ϕ - действительные числа.

Введение в квантовые вычисления

Классический бит и квантовый бит



Принцип работы ионной ловушки

Доплеровское охлаждение

1. Покоящийся атом, смещения по частоте нет, налетающий фотон не поглощается

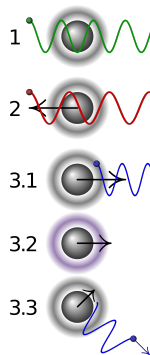


Рис.: Иллюстрация доплеровского охлаждения

Принцип работы ионной ловушки

Доплеровское охлаждение

1. Покоящийся атом, смещения по частоте нет, налетающий фотон не поглощается
2. Атом движется. Смещение по частоте в область красного спектра, поглощение фотона не происходит

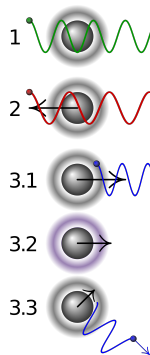


Рис.: Иллюстрация доплеровского охлаждения

Принцип работы ионной ловушки

Доплеровское охлаждение

1. Покоящийся атом, смещения по частоте нет, налетающий фотон не поглощается
2. Атом движется. Смещение по частоте в область красного спектра, поглощение фотона не происходит
- 3.1 Атом движется. Смещение по частоте в область синего спектра, происходит поглощение фотона.

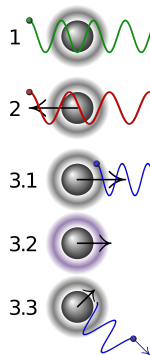


Рис.: Иллюстрация доплеровского охлаждения

Принцип работы ионной ловушки

Доплеровское охлаждение

3.2 Атом возбуждается

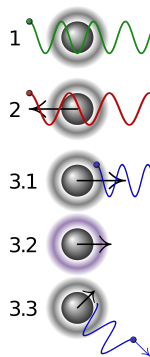


Рис.: Иллюстрация доплеровского охлаждения

Принцип работы ионной ловушки

Доплеровское охлаждение

3.2 Атом возбуждается

3.3 Атом излучает в случайном направлении

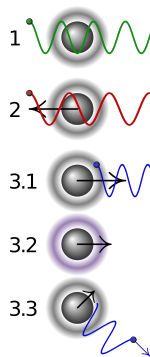


Рис.: Иллюстрация доплеровского охлаждения

Реализация свойств квантового компьютера

Представление кубита

- Кубит представляет собой атомные состояния сверхтонкой структуры удерживаемых в ловушке атомов

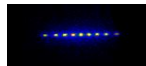


Рис.: Девять атома кальция в ловушке