

О возможности создания квантового логического вентиля на ионных ловушках

Кудин В.И., Мартинович В.А., Неумержицкая Е.Ю.
Белорусский национальный технический университет

Принцип работы квантового компьютера связан с квантовыми свойствами атомов и элементарных частиц. В настоящее время существует несколько подходов для создания прототипов квантовых компьютеров. Одним из таких подходов является обработка информации с помощью однозарядных положительных ионов, удерживаемых электрическим полем (так называемая «ионная ловушка»). В такой ситуации ионы начинают вести себя как микроскопические магниты, а их ориентация, которую условно можно называть «верх» и «низ», соответствует кубитовым состояниям 1 и 0. Используя лазер, с помощью потока рассеянных фотонов можно охладить ионы, отведя от них кинетическую энергию, что в свою очередь приведет к их стабилизации в ловушке. Поскольку ионы находятся в вакуумной камере и полностью изолированы от окружения, электрическое отталкивание между ними обеспечивает необходимое взаимодействие для создания квантового перепутывания. Для обработки и считывания данных, хранимых в кубитах, можно также использовать лазеры, направляя их на отдельные атомы. Одно из основных требований для создания эффективного квантового компьютера — это возможность создания по крайней мере одного типа логических вентилях. Для создания условного логического вентиля между двумя ионными кубитами необходимо в определенном смысле обеспечить связь между ними. В силу того, что оба заряжены положительно, их движение жестко связано кулоновским отталкиванием. Пара кубитов в ионной ловушке совершает беспорядочные колебания. Используя лазерные лучи, модулированные в естественной частоте ионной ловушки, можно контролировать движения ионов. Необходимо отметить, что лазерный луч может быть использован для возбуждения одного из этих ионов только в том случае, если он магнитно ориентирован «вверх», что соответствует значению 1 для кубита. В процессе колебаний ионы могут изменить свою магнитную ориентацию. Число таких поворотов зависит от того, находятся ли изначально один или оба иона в состоянии 1. Используя эти свойства построенной системы, а также воздействуя на нее лазерным лучом в течение строго определенного времени, оказалось возможным создать вентиль.

Возможность построения логического вентиля для квантового компьютера показывает, что квантовая физика открывает огромные возможности для поиска новых путей создания квантовых компьютеров.