

Экспериментально подтверждена квантовая телепортация на расстояние в один метр

Явление квантовой телепортации — передачи квантовой информации (например, направления спина частицы или поляризации фотона) на расстояние от одного носителя другому — уже наблюдалось на практике в случае двух фотонов, фотонов и группы атомов, а также двух атомов, посредником между которыми служил третий. Однако ни один из предложенных способов не годился для практического использования.

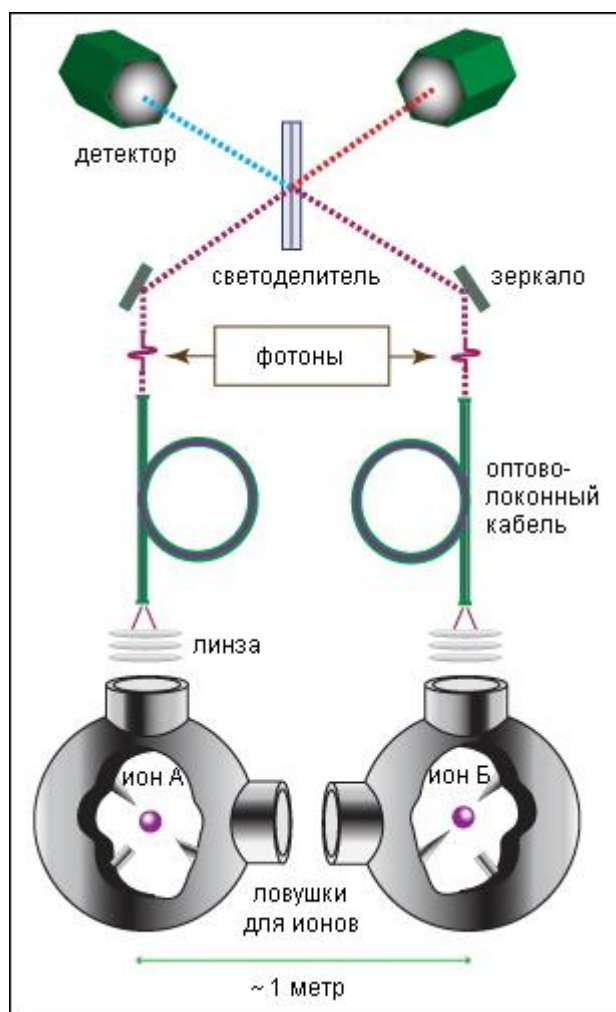


Схема экспериментальной установки (изображение взято с сайта Umd.Edu)

Наиболее реалистичной и легко реализуемой на этом фоне выглядит схема, предложенная специалистами из Университета Мэриленда (США). Ученым удалось осуществить перемещение квантовой информации между двумя атомами, расположенными в метре друг от друга, причем показатель надежности доставки превысил 90 процентов. «На основе нашей системы можно сконструировать крупномасштабный «квантовый повторитель», который будет использоваться для передачи информации на большие

расстояния», — представляет новую разработку Кристофер Монро (Christopher Monroe), возглавивший исследования.

Физическую реализуемость квантовой телепортации обеспечивает свойство [квантовой запутанности](#), выражающееся в том, что состояния (а следовательно, и некоторые физические свойства) двух связанных объектов — даже разнесенных в пространстве — оказываются взаимозависимыми. В эксперименте американских ученых связанными оказались два иона [иттербия](#), помещенные в вакуумные ловушки и окруженные металлическими электродами (см. рисунок). Непосредственно перед проведением опыта исследователи определили два основных состояния ионов, которые использовались в качестве элементов хранения квантовой информации — [кубитов](#).

В начале эксперимента ионы (назовем их А и Б) находились в одном из основных состояний. Затем на ион А направлялось микроволновое излучение, испускаемое одним из электродов; в результате кубит оказывался в некоторой суперпозиции своих собственных состояний (происходила запись информации для передачи). Сразу после этого оба иона возбуждались лазерным импульсом пикосекундной длительности. Возврат в одно из основных состояний — «значений» кубита — проходил с испусканием фотонов, «цвет» которых (красный или синий), соответствовавший разным длинам волн, однозначно определял конкретное значение. Затем фотоны с помощью линз направлялись по оптоволоконному кабелю к светоделительному элементу; при попадании на него каждая частица могла либо отразиться, либо пройти напрямую (вероятности этих событий одинаковы). По обеим сторонам светоделителя располагались детекторы.

До попадания на светоделитель каждый из фотонов находился в неизвестной суперпозиции состояний, однако в детекторе могли быть зарегистрированы уже только четыре различных вида частиц, соответствующих цветовым комбинациям «синий-синий», «синий-красный», «красный-синий» и «красный-красный», и лишь в одном из указанных вариантов фотоны одновременно достигают обоих детекторов. В этом случае определить, какому иону «принадлежит» данный квант света, становится невозможно (не хватает информации о том, отразился фотон от светоделителя или прошел насквозь). Такая неопределенность и сигнализирует о том, что квантовые состояния ионов оказались связаны.

Достигнув этого результата, ученые определили состояние иона А. В полном соответствии с законами квантовой механики, измерение вывело его из суперпозиции в некоторое определенное состояние, причем ион Б при этом принял противоположное «значение». Зная выходное состояние кубита А, исследователи установили параметры микроволнового импульса, при воздействии которым на кубит Б из него извлекалась информация, записанная на первой стадии эксперимента. На этом процесс телепортации завершился.

Заметим, что исходное состояние иона А в процессе передачи разрушается; именно это отличает данный процесс от копирования и позволяет применять термин «телепортация».

Полная версия отчета ученых опубликована в текущем выпуске журнала [Science](#).

Дмитрий Сафин

Подготовлено по материалам [Science Daily](#).