

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UfNr.0183.201312f.1366

1. Недеструктивная регистрация фотонов

В ряде экспериментов была реализована методика так называемых "слабых квантовых измерений", в которых квантовое состояние исследуемой системы при измерении не разрушается, благодаря тому что извлекается только часть квантовой информации. В частности, S. Haroche и др. в 1990-х годах путём "слабых измерений" регистрировали фотоны микроволнового излучения в резонаторе. Исследователи из Института квантовой оптики Общества им. М. Планка (Германия) A. Reiserer, S. Ritter и G. Rempe впервые реализовали подобный недеструктивный метод регистрации по отношению к фотонам оптического диапазона. В эксперименте использовался атом ^{87}Rb , помещённый в оптический резонатор между двумя полупрозрачными зеркалами. Атом находился в состоянии суперпозиции двух состояний, одно из которых было связано с резонатором, а второе — нет. Когда атом находился в первом состоянии, фотоны не могли проникнуть в резонатор, сразу отражаясь. При нахождении атома во втором состоянии фотоны проникали в резонатор и отражались от второго зеркала, при этом разность фаз указанных двух состояний атома менялась на 180° . Разность фаз у атома, находящегося в предварительно подготовленной суперпозиции состояний, измерялась по свойствам излучаемых им флуоресцентных фотонов, и делался вывод о том, испытал ли атом сдвиг фаз от прохождения фотона. Важно, что установление факта пролёта фотона через резонатор не разрушало квантовое состояние кубита (квантового бита), которое этот фотон мог бы кодировать, например, своим состоянием поляризации.

Источник: *Science*, онлайн-публикация от 14 ноября 2013 г.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1246164>

2. Левитоны

D.C. Glattli (Институт вещества и излучения в г. Сакле, Франция) и его коллеги впервые получили в своём эксперименте квазичастицы, предсказанные почти 20 лет назад Л.С. Левитовым, Д.А. Ивановым, Г.Б. Лесовиком и Н.В. Лее (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН (РФ), Институт физики твёрдого тела РАН (РФ) и Массачусетский технологический институт (США)). Квазичастицы, названные авторами эксперимента левитонами (солитоны Левитова), переносят волну электронной плотности, причём важно, что одновременно с электронным возбуждением не возникает дырка (электронная вакансия). В эксперименте левитоны перемещались по проводящей гетероструктуре между двумя электродами, рождаась под действием зависящего от времени потенциала. Как и предсказывает теория, если изменение потенциала имеет форму распределения Лоренца, то левитоны рождаются наиболее эффективно, так как лоренцева кривая соответствует целочисленной величине переносимого возбуждением заряда. Проверка показала, что в случае иной формы потенциального импульса (прямоугольной или синусоидальной) левитоны рождались менее эффективно, и был велик вклад от дырок. Левитоны регистрировались двумя способами. В первом из них измерялся электронный шум в образце. В случае с левитонами шум был значительно слабее, чем при рождении пар электронов и дырок. Второй способ был основан на генерации двух левитонов сдвинутыми по времени импульсами потенциала и измерении их антикорреляции (эффект Хонга – У – Мандела) в центре проводника. Данные измерения показали, что левитоны действительно являются квантовыми квазичастицами, подчиняющимися статистике Ферми. Левитоны могут найти применение в качестве переносчиков квантовой информации в твердотельных квантовых компьютерах.

Источник: *Nature* **502** 659 (2013)
<http://dx.doi.org/10.1038/nature12713>

3. Диссоциация молекул водорода

J. Robert (Университет Париж-юг, Франция) и его коллеги из Франции и Бразилии впервые наблюдали канал диссоциации молекул H_2 на пару атомов водорода в метастабильных состояниях 2^2S . Хотя ранее диссоциация H_2 на $\text{H}(2^2\text{S})$ уже подробно изучалась, в экспериментах не регистрировались напрямую два атома $\text{H}(2^2\text{S})$,

происходящие из одной молекулы. Причиной является малое сечение диссоциации по указанному каналу. В новом эксперименте пучок молекул H_2 пересекал пучок электронов, и их столкновения вызывали диссоциацию молекул. На расстояниях в несколько сантиметров от точки пересечения располагались два фотодетектора над и под плоскостью, в которой лежат пучки. Эти детекторы регистрировали Ly_α -фотоны, испускаемые при переходах атомов на нижний энергетический уровень. Исследование методом совпадений позволило обнаружить несколько тысяч $\text{H}(2^2\text{S}) - \text{H}(2^2\text{S})$ пар атомов. Когда детекторы располагались на различных расстояниях от точки столкновений, наблюдался временной сдвиг между сигналами, объясняемый пролётом атомом дополнительного расстояния до распада метастабильного уровня.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **111** 183203 (2013)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.183203>

4. Броуновское движение несимметричных частиц

A. Chakrabarty (Университет Кента, США) и др. исследовали броуновское движение коллоидных микрочастиц, имеющих форму бумеранга, и установили, что в начале наблюдения частицы движутся преимущественно вдоль линии симметрии в направлении расхождения плеч бумеранга, а позже движение частиц становится хаотичным. Это поведение отличается от поведения круглых или эллипсоидальных частиц, которые с самого начала движутся хаотично. Частицы в форме бумеранга с длинами плеч 2,1 мкм, расположенных под прямым углом, были изготовлены методом фотолитографии из полимерного материала. В воде между двумя листами стекла они образовывали суспензию, и их квазидвумерное движение можно было наблюдать через стекло с помощью микроскопа и видеокамеры. Если начать следить за частицей, то сначала, как и ожидалось теоретически, она двигалась вдоль оси симметрии с ненулевым средним перемещением $\langle \Delta x \rangle$ по направлению суммарной силы, оказываемой на неё молекулами. Однако на больших временах движение выглядит хаотичным, $\langle \Delta x \rangle = 0$ и $\langle (\Delta x)^2 \rangle \propto t$ — как у броуновского движения симметричных частиц. Это объясняется тем, что с течением времени частица поворачивается и её преимущественное направление движения меняется. Выяснение свойств броуновского движения несимметричных частиц может найти применение для сортировки или упорядочивания больших органических молекул.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **111** 160603 (2013)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.111.160603>

5. Далёкая галактика

С помощью ИК-спектрографа MOSFIRE на 10-метровом телескопе Keck I обнаружена галактика с высоким темпом звездообразования на красном смещении $z = 7,5078 \pm 0,0004$. Галактика наблюдается в ту эпоху, когда возраст Вселенной составлял 700 млн лет, и является рекордно далёкой из тех галактик, для которых в настоящее время имеется спектроскопическое подтверждение величины z . S.L. Finkelstein (Техасский университет в Остине, США) и др. изучили 43 галактики на $z > 6,5$ среди отобранных ранее телескопом Хаббла галактик-кандидатов. Спектральную линию, которую с хорошей достоверностью можно интерпретировать как Ly_α , удалось обнаружить только в случае одной указанной выше галактики. По-видимому, при $z > 6,5$ какие-то эффекты затрудняют регистрацию Ly_α . Это может быть высокая доля нейтрального водорода в межгалактической среде или большое количество газа в самих галактиках. Цвет указанной галактики соответствует относительно высокому содержанию в ней тяжёлых элементов. Ввиду большого z обогащение металлами должно было произойти очень быстро — оценка темпа образования звёзд составляет $\sim 330 M_\odot \text{ год}^{-1}$, что на два порядка превышает современный темп звездообразования в нашей Галактике.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1310.6031>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)