

## НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

**1. Заряд t-кварка**

Тяжелые кварки, открытые в 1995 г. на протон-антипротонном коллайдере Тэватрон в Лаборатории им. Э. Ферми, были ассоциированы с t-кварками Стандартной модели элементарных частиц, согласно которой они имеют электрический заряд  $+2e/3$ . Однако сам заряд в экспериментах определен не был, поэтому все еще оставалась допустимой альтернативная теоретическая возможность, что новый кварк имеет на самом деле заряд  $-4e/3$ , составляя дублет с другим неизвестным кварком, несущим заряд  $-1e/3$ . В этом случае предсказываемый Стандартной моделью t-кварк мог до сих пор оставаться не обнаруженным. Коллаборацией D0 на Тэватроне выполнен новый эксперимент, который исключает эту гипотетическую возможность на уровне достоверности 92 %. Исследовались распады частиц, открытых в 1995 г., на W-бозоны и b-кварки. Установлено, что они имеют заряды  $+2e/3$  и поэтому, действительно, являются t-кварками Стандартной модели.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **98** 041801 (2007); [prl.aps.org](http://prl.aps.org)

**2. Эксперимент "с отложенным выбором" Джона Уилера**

В знаменитом эксперименте с двумя щелями наличие или отсутствие интерференционной картины зависит от того, выполняются или нет измерения, способные определить, через какую именно щель пролетел фотон. Для прояснения концептуальных основ квантовой механики Дж. Уилер предложил в 1984 г. эксперимент "с отложенным выбором", в котором решение об измерении принимается уже после пролета фотона через щели, но до того момента, когда информация о решении могла бы со световой скоростью достичь фотона. В таком случае характер прохождения фотона через щели (одновременно через обе щели как волна, либо через одну щель как частица) и принятие решения об измерении причинно не связаны: эти события разделены пространственноподобным релятивистским интервалом и, значит, какие-либо "скрытые параметры" не могли передаться фотону заранее. Образно говоря, фотон "не знает", будет ли проводиться измерение его траектории. V. Jacques и его коллеги из Франции и Китая выполнили эксперимент с отложенным выбором по схеме, наиболее близко соответствующей оригинальной схеме Дж. Уилера. Пройдя через сплиттер на входе, фотоны могли распространяться по двум различным путям в интерферометре Маха–Цендера длиной 48 м. В качестве источника единичных фотонов использовались атомы примеси в нанокристалле алмаза, возбуждаемые лазерными импульсами. На другом конце интерферометра был установлен электрооптический модулятор, управляемый квантовым генератором случайных чисел. При наличии сигнала на модуляторе происходил поворот плоскости поляризации фотона. В зависимости от состояния модулятора, фотон, пройдя по любому из двух плеч интерферометра, либо имел одну и ту же поляризацию и затем испытывал интерференцию на призме, либо фотон имел разную поляризацию и без интерференции попадал в детекторы на выходе из плеч. В последнем случае можно установить, по какой именно траектории прошел фотон, т.е. выполнялось измерение. Источник фотонов и модулятор были синхронизированы с задержкой во времени так, что прохождение фотона через сплиттер на входе интерферометра и случайный выбор состояния модулятора были причинно не связаны. Таким образом, в отличие от предшествующих экспериментов "с отложенным выбором", были полностью выполнены все условия эксперимента Дж. Уилера. В тех случаях, когда измерения траектории не проводились, наблюдалась интерференционная картина с четкостью 94 % (отличие от 100 % обусловлено погрешностями эксперимента), а при наличии измерений интерференция отсутствовала с точностью 1 %. Тем самым, эксперимент еще раз подтвердил предсказания квантовой механики и показал, что дуализм волна – частица — это глубокое фундаментальное свойство теории, не сводимое к "скрытым параметрам".

Источник: *Science* **315** 966 (2007); [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

**3. Зависимость силы Казимира – Полдера от температуры**

Силой Казимира – Полдера называют взаимодействие атомов с поверхностью за счет электромагнитных квантовых флуктуаций. Это явление представляет собой разновидность эффекта Казимира — притяжения двух поверхностей. Зависимость силы Казимира от температуры была предсказана Е.М. Лифшицем в 1955 г., и связана она с тем, что температура влияет на тепловые флуктуации и состав электромагнитных колебаний между телами. J.M. Obrecht и его коллеги в Объединенном институте JILA (шт. Колорадо) впервые экспериментально исследовали влияние температуры на силу Казимира – Полдера. Измерялась частота механических колебаний облачка бозе-эйнштейновского конденсата атомов  $^{87}\text{Rb}$  на расстоянии нескольких микрон от диэлектрической пластины, а по частоте колебаний определялась сила притяжения. Температура теплового фона вне пластины со стороны конденсата поддерживалась постоянной — 310 К, а температура пластины и, соответственно, температура теплового излучения внутри пластины могла варьироваться путем нагрева противоположной от конденсата стороны пластины лазерным светом. Теоретическое обоснование данного эксперимента было дано Р. Antezza, Л.П. Питаевским и S. Stringari в 2004–2005 годах, и результаты измерений хорошо соответствуют их расчетам. В частности, при нагреве пластины от 310 до 605 К сила Казимира – Полдера возрастала в три раза. Данный температурный эффект следует учитывать при создании устройств нанометрового масштаба.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **98** 063201 (2007); [prl.aps.org](http://prl.aps.org)

**4. Эффект Брауна – Твисса для бозонов и фермионов**

Эффект Брауна – Твисса, изначально открытый применительно к фотонам, заключается в тенденции фотонов попадать в детектор группами, что обусловлено статистикой Бозе – Эйнштейна, которой подчиняются фотоны. Фермионы в похожем эксперименте должны, наоборот, испытывать антикорреляцию. T. Jelte и его коллеги из Нидерландов и Франции впервые изучили эффект Брауна – Твисса для бозонов и фермионов в одной и той же экспериментальной установке, что позволило напрямую сравнить результаты. Ультрахолодные атомы-бозоны  $^4\text{He}$  и атомы-фермионы  $^3\text{He}$  под действием силы гравитации падали из атомной ловушки в детектор. В ловушке температура и размеры облачков обоих типов частиц были одинаковы. Измерялись пространственно-временные корреляции регистрируемых атомов. Как и ожидалось, для бозонов наблюдается корреляция, а для фермионов — антикорреляция. Измеренное отношение корреляционных длин, определяемое отношением масс частиц, составляет  $1,3 \pm 0,2$ , что согласуется с теоретическим значением  $4/3$ .

Источник: *Nature* **445** 402 (2007); [www.nature.com](http://www.nature.com)

**5. Нанополимеры**

В Массачусетском технологическом институте создан новый класс материалов, названных "нанополимерами". К противоположным сторонам сферических наночастиц металла прикреплялись лиганды — молекулы тиолы, содержащие сульфгидрильную группу SH, которые способны создавать связи друг с другом, тем самым скрепляя наночастицы в цепочки, а цепочки — в пленки. Структура пленок напоминала строение обычных полимеров из нитевидных органических молекул. Процесс формирования нанополимера также очень похож на обычную реакцию полимеризации. В одну цепочку удавалось объединить до 50000 наночастиц, а площадь пленок достигала  $1 \text{ см}^2$ . Нанополимеры могут найти полезные практические применения, например, для создания материалов с требуемой пористостью на наноуровне.

Источник: *Science* **315** 358 (2007); [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)

Подготовил Ю.Н. Ерошенко