

1. Средние траектории фотонов в эксперименте с двумя щелями

A. Steinberg (Университет Торонто, Канада) и его коллеги путём слабых квантовых измерений определили средние траектории фотонов в интерференционном эксперименте, аналогичном опыту Юнга с двумя щелями. Слабыми называются измерения, в результате которых получается лишь частичная информация о квантовом состоянии системы так, что это состояние не разрушается. В качестве источника света применялась квантовая точка с малой светимостью, и в каждый момент времени в луче находился лишь один фотон. Через оптический сплиттер фотоны попадали в два плеча интерферометра Брауна–Твисса. Кристалл кальцита, помещённый на пути лучей, создавал сдвиг фазы и вращение вектора поляризации на величину, зависящую от направления импульса фотона. Таким образом посредством отбора фотонов с определённой поляризацией производились слабые квантовые измерения их поперечных импульсов на различных расстояниях от экрана (CCD-матрицы). После большого числа измерений по информации об усреднённых импульсах и координатах взаимодействий фотонов с экраном был рассчитан набор средних траекторий фотонов. Понятие средних траекторий фотонов введено операционно, они не являются реальными траекториями, имеющими в квантовой механике лишь ограниченный смысл. Сгущения и разряжения пучка средних траекторий соответствовали максимумам и минимумам интерференционной картины на экране, которая не разрушалась слабыми квантовыми измерениями импульсов. Результаты эксперимента полностью соответствуют стандартной копенгагенской интерпретации квантовой механики.

Источник: *Science* **332** 1170 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1202218>

2. Динамический эффект Казимира

В Техническом университете Чалмерса (г. Гётеборг, Швеция) выполнен эксперимент, в котором впервые наблюдался динамический эффект Казимира, теоретически предсказанный Г. Муром в 1970 г. Динамический эффект Казимира, в отличие от обычного статического эффекта Казимира с двумя пластинами, имеет место для движущегося с релятивистской скоростью единичного зеркала. Оно изменяет вблизи себя спектральный состав нулевых квантовых флуктуаций, и возникающие из вакуума пары виртуальных частиц при достаточной скорости могут разделяться и превращаться в реальные частицы за счёт полученной от зеркала энергии. С.М. Wilson и его коллеги изготовили алюминиевый волновод длиной около 100 мкм, замыкаемый сверхпроводящим контактом — СКВИДом. Индуктивность СКВИДа модулировалась на 10% с помощью микроволнового поля частотой ~ 11 ГГц. Это вызывало периодическое изменение граничных условий на конце волновода, и соответственно, с амплитудой ~ 1 нм осциллировала его эффективная электрическая длина. Тем самым был получен аналог зеркала, колеблющегося со скоростью $\sim 5\%$ от скорости света. Было отмечено появление дополнительных микроволновых фотонов. Это излучение состояло из двух коррелированных мод с разными частотами, что свидетельствовало об его квантовом происхождении из расщепившихся пар виртуальных фотонов — в согласии с теоретическими расчётами для динамического эффекта Казимира.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1105.4714v1>

3. "Трение" между дырками и электронами в полупроводнике

Группа исследователей из Калифорнийского университета и Национальных лабораторий Сандия и Берклеевской исследовала движение электрон-дырочных возбуждений в единичной квантовой стенке. В отличие от случая с невзаимодействующими электронами и дырками, обмен импульсами между ними изменяет направление потока зарядовых волн на противоположное, а именно, поток электронов увлекает дырки в направлении своего движения. Ранее подобный, но более слабый эффект уже наблюдался в многослойных системах, в

которых взаимодействовали электроны и дырки из соседних слоёв (параллельных квантовых стенок). Квантовая стенка в данном эксперименте представляла собой структуру GaAs/AlGaAs шириной 9 нм с п-допированием. Волна электрон-дырочной плотности возбуждалась с помощью лазерных импульсов и создавала вариации показателя преломления в двумерном газе, которые фиксировались в оптических измерениях. Таким образом методом переходной спектроскопии были измерены коэффициент амбиполярной диффузии и подвижность зарядов, а из этих данных была найдена характерная величина взаимодействия ("трения") между потоками электронов и дырок в зарядовых волнах.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **106** 247401 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.247401>

4. Спиральные структуры в замагниченной плазме

M. Schwabe (Институт внеземной физики Общества им. М. Планка, Германия) и его коллеги обнаружили новые упорядоченные структуры в плазме в сильном магнитном поле. Исследовалась плазма из неона, аргона, криптона, а также из воздуха при низком давлении и комнатной температуре. Плазма с уровнем ионизации 10^{-7} – 10^{-6} создавалась радиочастотным разрядом в центре сверхпроводящего соленоида, где магнитное поле было однородно с точностью 0,65% и имело вертикальное направление. Для визуализации в плазме расплывались пылевые микрочастицы диаметром 2,55 мкм, подсвечиваемые горизонтальным лучом лазера, а наблюдения выполнялись через верхний прозрачный электрод и сбоку сосуда. При малой величине магнитного поля плазменно-пылевой кристалл во всём сосуде испытывал почти твердотельное вращение. При увеличении поля сверх $\sim 1,3$ Тл и давлении < 20 Па параллельно магнитному полю возникли плазменные нити, а общее вращение разбивалось на отдельные вихри радиусом ~ 1 мм вокруг осей нитей. При этом в поперечном направлении микрочастицы в плазме образовывали узоры в форме спиралей и концентрических кругов. Детальная теория вращения нитей и появления узоров пока не разработана. По предположениям авторов эксперимента этот эффект обязан, вероятно, движению положительных ионов. В отличие от электронов, они не захвачены в нитях и могут перемещаться по сосуду, отклоняясь магнитным полем и воздействуя на пылевые микрочастицы.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **106** 215004 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.215004>

5. Скопление галактик PLCK G266.6-27.3

С помощью космического радиотелескопа Planck (на основе эффекта Сюняева–Зельдовича) и рентгеновского телескопа XMM-Newton было обнаружено, что скопление галактик PLCK G266.6-27.3 относится к редкому типу далёких массивных скоплений с большой рентгеновской светимостью. По линии железа в спектре излучения найдено его красное смещение $z = 0,94 \pm 0,02$, а на основе рентгеновской светимости $\approx 1,4 \times 10^{45}$ эрг с^{-1} в диапазоне 0,5–2 кэВ и динамических моделей найдена масса скопления — $(7,8 \pm 0,8) \times 10^{14} M_{\odot}$. Таким образом, это скопление вошло в тройку известных скоплений на красном смещении $z > 0,5$, имеющих самую большую рентгеновскую светимость, и стало одним из двух наиболее массивных скоплений на $z \approx 1$. Уникальной особенностью скопления PLCK G266.6-27.3 является то, что оно выглядит очень регулярным: сферически симметричным со степенным каспом плотности в центре и холодным ядром. То есть, несмотря на то, что PLCK G266.6-27.3 наблюдается в достаточно раннюю космологическую эпоху, когда большинство скоплений только начинает формироваться, скопление PLCK G266.6-27.3 уже испытало динамическую релаксацию. Возможным объяснением этих свойств может быть то, что данное скопление возникло из очень редкого большого возмущения плотности.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1106.1376>
 Подготовил Ю.Н. Ерошенко
 (e-mail: erosh@ufn.ru)