

1. Эффект Джозефсона в ультрахолодном газе

Обычно стационарный и нестационарный эффект Джозефсона реализуется на туннельном контакте двух сверхпроводников, а только нестационарный эффект Джозефсона наблюдался также в сосуде со сверхтекучим ^3He , разделенным мембраной на две части. J. Steinhauer и его коллеги из Израильского технологического института наблюдали эффект Джозефсона в существенно иных условиях — в бозе-эйнштейновском конденсате атомов рубидия в магнитной ловушке. Потенциальный барьер между двумя частями конденсата создавался лучом лазера: с помощью несферической линзы луч вытягивался в форме плоскости и разделял цилиндрическую атомную ловушку на две части параллельно ее оси. Посредством дополнительного магнитного поля потенциал ловушки несимметрично деформировался, что вызывает появление разности химических потенциалов между частями ловушки, а также осцилляции атомов через ловушку в прямом и обратном направлении — нестационарный эффект Джозефсона. Когда потенциал ловушки приводился в движение относительно барьера с малой скоростью, наблюдалось туннелирование атомов только в одну сторону — стационарный эффект Джозефсона.

Источник: *Nature* **449** 579 (2007); www.nature.com

2. Электронные свойства графена

C.N. Lau и его коллеги из Калифорнийского университета изучили электропроводность однослойных и двухслойных микроскопических листов графена при низкой температуре в зависимости от приложенного напряжения и отношения длин сторон образца. Обнаружено, что теоретическая минимальная величина проводимости $4e^2/\pi h$ достигается лишь тогда, когда длины сторон листа графена различаются более чем в четыре раза. При меньшем отношении сторон проводимость в несколько раз больше. В условиях низкой температуры волны электронов и дырок перемещаются вдоль листа графена практически свободно, но испытывают множественные отражения на краях образца, что ведет к квантовой интерференции волновых функций зарядов и периодическим осцилляциям проводимости в зависимости от приложенного напряжения. Систему с такими отражениями и интерференцией называют "квантовым бильярдом". Кроме того, в экспериментах C.N. Lau и его коллег исследована проводимость графена, когда к образцу были подведены сверхпроводящие электроды. Наблюдался как индуцированный рост проводимости при малых энергиях электронов, так и уменьшение проводимости при энергии, значительно превосходящей энергетическую щель сверхпроводников.

Источник: *Science* **317** 1530 (2007); www.sciencemag.org
<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0703052>

3. Квантовый спиновый эффект Холла

Квантовый спиновый эффект Холла впервые был экспериментально обнаружен D. Awschalom (Калифорнийский университет) и его сотрудниками в тонких полупроводниковых пленках. Эффект выражается в дискретности проводимости и в появлении на боковых гранях образца спин-поляризованных электронов даже в отсутствие магнитного поля. В 2006 г. B.A. Barnevig, T.L. Hughes и S.C. Zhang предсказали теоретически возможность квантового спинового эффекта Холла в квантовой стенке — полупроводниковой структуре, которая является макроскопической в одном направлении, но в поперечном направлении имеет толщину всего в несколько атомов. Это предсказание нашло подтверждение в новом эксперименте M. König и его коллег из Германии и США, изучавших соединение $\text{HgTe}/\text{Hg}_{0.3}\text{Cd}_{0.7}\text{Te}$. При толщине стенки более 6,3 нм было заметно плато остаточной проводимости, которая не зависит от толщины образца, поскольку она обусловлена свойствами электронов только у его границ. Также было отмечено, что остаточная проводимость разрушается магнитным полем малой величины, что свидетельствует о наличии поляризации по механизму квантового спинового

эффекта Холла. Для будущих практических применений спиновый эффект Холла важен тем, что он позволяет управлять спиновыми токами в спинтронных устройствах с помощью одних только электрических полей без участия магнитного поля.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0710.0582>

4. Компенсация шумов в лазерном интерферометре

Чувствительность оптических интерферометров, которые планируется применять в детекторах гравитационных волн, ограничена рядом эффектов (см. В.Б. Брагинский "Гравитационно-волновая астрономия: новые методы измерений" *УФН* **170** 743 (2000)) и в частности — квантовыми шумами, действующими через обратное влияние светового давления на зеркала прибора. Был найден способ, помогающий в значительной степени скомпенсировать шумы обратного влияния. Резонансные механические частоты двух зеркал детектора всегда слегка различаются, и компенсация происходит в том случае, когда на промежуточных частотах механические отклики зеркал на флуктуации светового давления не совпадают друг с другом по фазе. T. Caniard и его коллеги из Франции выполнили эксперимент, в котором был продемонстрирован данный механизм. Применялись зеркала очень высокого качества обработки, помещенные в вакуум, между которыми распространялся луч стабилизированного лазера. Квантовые флуктуации радиационного давления имитировались с помощью дополнительного акустически модулированного луча. По спектру шумов был отмечен эффект компенсации обратного влияния, причем в результате этой компенсации чувствительность детектора увеличилась в 25 раз. Экспериментальная установка может служить прообразом детектора, в котором будет реализован механизм компенсации реальных квантовых шумов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **99** 110801 (2007)
<http://prl.aps.org>

5. Всплеск космического радиоизлучения

Исследуя архивные данные наблюдений, выполненных 64-метровым радиотелескопом Паркса (Австралия) на частотах вблизи 1,4 ГГц, астрономы обнаружили необычный всплеск радиоизлучения, принятый 24 августа 2001 г. Этот всплеск не удалось выявить ранее, поскольку основной целью радиобзора был поиск повторяющихся сигналов, таких как периодическое излучение пульсаров. Единичный всплеск длительностью менее 5 мс пришел из области неба в 3° южнее центра Малого Магелланова Облака — спутника нашей Галактики. Спектральная плотность потока излучения всплеска составляет примерно 30 Ян, что в 100 раз больше порога регистрации сигналов телескопом Паркса. Хотя на небесной сфере всплеск расположен вблизи Малого Магелланова Облака, источник всплеска, вероятно, находится гораздо дальше — на расстоянии до нескольких сотен Мпк. Эта вывод сделан на основании характерной дисперсии сигнала (квадратичная зависимость задержки по времени от частоты), которая соответствует взаимодействию радиоволн с космической плазмой. Такая форма дисперсии практически исключает земное происхождение всплеска. На других телескопах в других диапазонах волн не было замечено одновременных событий (взрывов сверхновых, гамма-всплесков и др.) из той же области неба. Кроме того, не найдены повторные радиовсплески и в последующих наблюдениях телескопа Паркса. Судя по всему, обнаруженный всплеск относится к новому классу космических радиосигналов, происхождение которых пока неизвестно. Согласно оценке вероятности регистрации сигнала, со всех направлений должно приходиться более 200 подобных всплесков в день, однако они не наблюдались, потому что поиск столь коротких единичных всплесков ранее специально не проводился.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0709.4301>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко