

1. Спиновый эффект Холла при комнатной температуре

D. Awschalom и его коллеги из Калифорнийского и Пенсильванского университетов впервые зарегистрировали спиновый эффект Холла при комнатной температуре. Эффект наблюдался в немагнитном материале в отсутствии внешнего магнитного поля и заключался в появлении потока спинового углового момента электронов в направлении, перпендикулярном направлению электрического тока. В результате на боковых гранях образца возникал избыток электронов с преобладанием одного из двух направлений спина. Данное явление возникает по причине зависимости направления рассеяния электронов от направления спина при спин-орбитальном взаимодействии. Спиновый эффект Холла был предсказан М.И. Дьяконовым и В.И. Перелем в 1971 г. и впервые обнаружен D. Awschalom и его коллегами в 2004 г. в соединении GaAs при температуре 20 К. В новом эксперименте исследовались пленки полупроводника ZnSe, допированного атомами хлора, толщиной 1,5 мкм. Наблюдения производились методом спектроскопии Керровского вращения. С возрастанием температуры от 10 до 295 К величина спинового эффекта Холла (спиновая поляризация на боковых гранях) уменьшалась примерно в 10 раз, но эффект оставался измеримым. Основной задачей будущих исследований является увеличение времени спиновой когерентности и доли поляризованных электронов при высоких температурах. Спиновый эффект Холла может найти техническое применение в спинтронных устройствах для создания источников спинового тока.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **97** 126603 (2006); [prl.aps.org
http://arxiv.org/abs/cond-mat/0607288](http://arxiv.org/abs/cond-mat/0607288)

2. Квантовое охлаждение

Измерение квантового состояния системы всегда оказывает на эту систему возмущающее воздействие. В Мэрилендском университете выполнен эксперимент по практическому использованию данного эффекта для охлаждения микроскопического стержня. Амплитуде механических мод колебаний стержня можно поставить в соответствие некоторую эффективную температуру. Рядом со стержнем был размещен сверхпроводящий одноэлектронный транзистор. Колебания стержня влияли на электромагнитное поле в транзисторе, и таким путем измерялся уровень колебаний. Подобное квантовое измерение в некоторых случаях приводило к уменьшению амплитуды колебаний и, соответственно, к охлаждению стержня. В эксперименте удалось произвести охлаждение от 550 до 300 мК. Охлаждение обусловлено несимметрией спектра квантовых шумов транзистора, оказывающих обратное влияние на стержень при измерениях. Возможно, данный способ охлаждения в будущем найдет полезные применения в нанoeлектронных устройствах.

Источники: *Nature* **443** 123 (2006); [www.nature.com
http://arxiv.org/abs/cond-mat/0607288](http://arxiv.org/abs/cond-mat/0607288)

3. Сверхпроводящие кубиты

M. Steffen и его коллеги из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре впервые получили квантово-коррелированное запутанное (entangled) состояние двух сверхпроводящих джозефсоновских туннельных контактов. Определение квантового состояния системы, подтвердившее возникновение запутанного состояния, было произведено методом "квантовой томографии". Сверхпроводящие элементы могут

хранить квантовые биты (кубиты) информации, поэтому создание когерентных систем, состоящих из сверхпроводящих элементов, является перспективным направлением в разработке квантовых компьютеров. В одном из альтернативных подходов в запутанное квантовое состояние удалось перевести восемь ионов в атомной ловушке. Пока неизвестны какие-либо принципиальные трудности для создания подобных же запутанных состояний в системах, состоящих из более чем двух сверхпроводящих элементов.

Источник: <http://physicsweb.org/articles/news/10/9/3/1>

4. Сверхвысокочастотный резонатор из нанотрубки

Исследователи из Берклевской национальной лаборатории и Калифорнийского университета создали микроскопический электромеханический резонатор на основе углеродной нанотрубки. Нанотрубка прикреплена к двум металлическим контактам, расположенным на расстоянии 300 нм друг от друга. По этим контактам через нанотрубку пропускается переменный ток высокой частоты. На расстоянии 200 нм от нанотрубки находится третий контакт (затвор), к которому подведен сигнал с другой частотой. Затвор своим электрическим полем оказывает силовое воздействие на нанотрубку и, наоборот, колебания нанотрубки изменяют емкость конденсатора, образуемого затвором и нанотрубкой. Контакты подключены к радиосхеме, позволяющей измерять амплитуду и фазу колебаний. При комнатной температуре и давлении воздуха величиной в 1 атм механические колебания нанотрубки вступают в резонанс с электромагнитными колебаниями при частоте около 1,3 ГГц. Эта частота несколько меньше, чем в вакууме, что объясняется осаждением молекул воздуха на поверхность нанотрубки. Зависимость резонансной частоты от массы осажденного вещества позволяет измерять сверхмалые массы $\sim 10^{-18}$ г. Эффективная добротность резонатора достигала величины $Q = 440$.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **97** 087203 (2006); [prl.aps.org](http://arxiv.org/abs/cond-mat/0607288)

5. Проверка общей теории относительности

Двойной пульсар PSR J0737-3039A/B по ряду причин является наиболее перспективной из известных на сегодняшний день систем для проверки эффектов общей теории относительности. Обе нейтронные звезды (А и В) наблюдаются как радиопульсары, пара находится на относительно близком расстоянии от Солнца — 500 пк, орбитальный период составляет всего 2,4 ч, и поэтому пульсары имеют большие орбитальные скорости и ускорения и, кроме того, доступно независимое определение отношения масс нейтронных звезд. PSR J0737-3039A/B изучался с помощью нескольких радиотелескопов в течение последних 2,5 лет, начиная с момента его обнаружения. По форме и интервалам в следовании радиоимпульсов удалось исследовать несколько эффектов: сжатие орбиты за счет излучения системой гравитационных волн, поправки к кеплеровскому движению под влиянием искривления пространства-времени и влияние гравитационного поля на распространение радиосигналов. Таким образом был выполнен тест теории гравитации при величине гравитационного поля, в 10^5 раз большего, чем поля в Солнечной системе. С рекордной в области сильных полей точностью — 0,05 % были подтверждены предсказания эйнштейновской общей теории относительности.

Источник: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0609417>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко