

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: 10.3367/UFNr.0178.200805h.0557

1. Сверхпроводник в контакте с ферромагнетиком

Разрушение сверхпроводимости электрическим током обусловлено диссипацией энергии при движении магнитных вихрей. Величина критического тока возрастает при наличии факторов, удерживающих вихри, например, дефектов в кристаллической структуре. Теоретически было предсказано, что критический ток можно повысить также путем приведения сверхпроводника в контакт со слоем ферромагнетика. При этом локальные магнитные поля будут удерживать вихри в границах магнитных доменов у поверхности ферромагнетика. Некоторые свидетельства такого механизма уже были ранее обнаружены экспериментально. В новом эксперименте В. Власко-Власова (Аргонская национальная лаборатория) и его коллег этот эффект был исследован детально, и найден способ управления критическим током путем изменения характера намагниченности ферромагнетика. Пленка ферромагнетика $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ толщиной 0,8 мкм была нанесена на сверхпроводящий кристалл NbSe_2 толщиной 20 мкм. С помощью магнитного поля, параллельного пленке, в ферромагнетике создан массив вытянутых магнитных доменов с чередующимся направлением намагниченности. Дополнительное магнитное поле вызывало появление в сверхпроводнике магнитных вихрей. Структура магнитных доменов в $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ изучалась с помощью сверхпроводящего магнетометра и магнитного силового микроскопа, а расположение магнитных вихрей наблюдалось по изменению поляризации света. Установлено, что удержание вихрей в пределах магнитных доменов примерно в три раза повышает критический ток, текущий параллельно поверхности пленки поперек магнитных доменов, по сравнению с критическим током в перпендикулярном направлении.

Источники: *Phys. Rev. B* (в печати),
<http://focus.aps.org/story/v21/st13>,
<http://arxiv.org/abs/0705.0555>

2. Графеновый транзистор

К настоящему времени в производстве электронных компонентов на основе кремния достигнут масштаб $\simeq 45$ нм, близкий к предельной величине $\simeq 10$ нм, на которой кремний уже не способен образовывать устойчивых структур. Перспективу дальнейшей миниатюризации электроники связывают с использованием углерода в форме нанотрубок или графена, на основе которых уже были созданы экспериментальные образцы транзисторов. А.К. Гейм, К.С. Новоселов (Манчестерский университет) и их коллеги создали графеновый транзистор рекордно малого размера — шириной всего в 10 атомов углерода. Кроме того, в отличие от созданных ранее графеновых транзисторов, работающих при сверхниз-

ких температурах, новый транзистор может функционировать при комнатной температуре. Транзистор представляет собой квантовую точку, состоящую из пяти углеродных колец, с глубиной потенциальной ямы около 0,5 эВ. Эффективность захвата электронов квантовой точкой и, соответственно, управление текущим через транзистор током производится с помощью магнитного поля.

Источник: *Science* **320** 356 (2008),
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1154663>

3. Протоны в переохлажденной воде

А. Pietropaolo и его коллеги из Италии с помощью методики глубоководного рассеяния нейтронов исследовали распределение по энергиям протонов (ядер водорода) в молекулах переохлажденной воды. По сравнению с водой в обычном состоянии отмечен существенный избыток высокоэнергетичных протонов, причем измеренные величины не следуют закону простой линейной экстраполяции по температуре. Обнаруженное явление может объясняться эффектом квантовой делокализации протонов между атомами кислорода двух соседних молекул воды. В переохлажденной воде расстояние между соседними атомами кислорода меньше, чем у воды в обычном состоянии, и в результате изменяется потенциал взаимодействия протонов с окружающими атомами.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **100** 127802 (2008),
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.127802>

4. Ультракороткий световой импульс из одного фотона

P.J. Mosley (Оксфордский университет) и его коллеги получили рекордно короткий импульс света, состоящий из одного фотона. Фотоны в чистых квантовых состояниях получались методом параметрической конверсии — расщепления фотонов в нелинейном двоякопреломляющем кристалле на пары фотонов с удвоенной длиной волны. Высокая чистота (более $\approx 95\%$) состояний фотонов в парах была достигнута путем специального выбора дисперсионных свойств кристалла, угла падения луча и длины волны света, когда групповая скорость начального фотона равна групповой скорости одного из фотонов, образовавшихся при его расщеплении. Это позволило исключить квантовые корреляции фотонов в паре. Волна, которой соответствовали полученные фотоны, имела длительность 65 фс, что в 15 раз меньше прежних результатов. Ранее были получены импульсы еще меньшей длительности (см. *УФН* **175** 314 (2005)), но только в волновых пакетах, состоящих из многих фотонов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **100** 133601 (2008),
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.133601>

5. Проверка общей теории относительности

Квazar OJ287 известен тем, что примерно каждые 12 лет он генерирует по две мощных оптических вспышки. Подобная квазипериодическая активность объясняется наличием в ядре квазара пары сверхмассивных черных дыр. Черная дыра с массой $1,8 \times 10^8$ масс Солнца вращается с периодом ≈ 12 лет по вытянутой орбите вокруг в 200 раз более массивной черной дыры. Вспышки происходят при пролете меньшей черной дыры через газовый аккреционный диск, которым окружена большая черная дыра. Ввиду значительной массы и компактности двойной системы в движении черных дыр должны существенно проявляться эффекты общей теории относительности (ОТО): быстрая прецессия орбиты и излучение гравитационных волн. Теоретические расчеты, выполненные под руководством М. Valtonen (Финляндия), и очередное наблюдение вспышек 13 сентября 2007 г. позволило выполнить новую успешную проверку предсказаний ОТО в области сильных гравитационных полей. С учетом прецессии и гравитационного излучения было предсказано, что вспышки произойдут в указанную дату с точностью 1–2 дня. К этому сроку начались наблюдения квазара OJ287 с помощью нескольких телескопов, и пара вспышек, как и ожидалось, зарегистрирована 13 сентября 2007 г. Тем самым, подтвердилось, что в OJ287 действительно имеется система двух сверхмассивных черных дыр. Предсказания ОТО по гравитационному излучению проверены с точностью 10 %. Причем без излучения гравитационных волн дата очередных вспышек сдвинулась бы примерно на 20 дней. Темп прецессии орбиты черных дыр составляет 39° за период. Во время сближения черных дыр эта двойная система является самым мощным среди известных источников гравитационного излучения во Вселенной. Таким образом, через 12 лет существует перспектива наблюдения гравитационных волн от системы OJ287 на планируемом к запуску космическом лазерном интерферометре LISA.

Источник: *Nature* **452** 851 (2008)

<http://dx.doi.org/10.1038/nature06896>

6. Поиск частиц темной материи

В 2000 году сообщалось о возможном обнаружении в эксперименте DAMA (Национальная лаборатория Гран Сассо, Италия) частиц темной материи (скрытой массы). В детекторе были отмечены сезонные вариации числа ядер отдачи, что можно интерпретировать как периодическое изменение скорости Земли по отношению к гало Галактики (подробнее см. *УФН* **170** 446 (2000)). Однако этот результат не был подтвержден в независимых экспериментах, и высказывались предположения о наличии систематических экспериментальных ошибок, например, связанных с сезонными изменениями температуры. За последние годы эксперимент DAMA был существенно модифицирован. В усовершенствованном эксперименте DAMA/LIBRA в качестве рабочего вещества детектора применяется около 250 кг соединения NaI(Tl) с высокой степенью очистки от радиоактивных включений, создающих фоновые помехи. В измерениях уже достигнута экспозиция примерно $530 \text{ кг} \times \text{год}$. Первые результаты

DAMA/LIBRA полностью подтвердили данные предшествующего эксперимента DAMA. Отчетливо наблюдаются сезонные вариации ядер отдачи, не объяснимые какими-либо известными источниками систематических ошибок. Утверждается, что с учетом данных предшествующего эксперимента достоверность регистрации частиц темной материи составляет $8,2\sigma$. В настоящее время необходимо выяснить, почему другие эксперименты дали отрицательный результат для той же области параметров частиц темной материи, а также детально исследовать иные возможные причины наблюдаемых сезонных вариаций. Вывод об успешной регистрации частиц темной материи может быть сделан только тогда, когда появятся подтверждения со стороны независимых экспериментов.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0804.2741>

7. "Эхо" рентгеновских вспышек

По данным космических рентгеновских телескопов Suzaku, XMM-Newton, Chandra и ASCA в течение последних лет происходит уменьшение рентгеновской светимости в линии железа $\text{Fe K-}\alpha$ большого газового облака Sgr B2, находящегося на расстоянии 300 световых лет от сверхмассивной черной дыры в центре нашей Галактики. Причиной рентгеновского свечения является, вероятнее всего, вспышка, произошедшая вблизи центральной черной дыры при падении на нее газового сгустка. Излучение самой вспышки достигло Земли 300 лет назад, и тогда центральная область Галактики в течение нескольких лет светила в рентгеновском диапазоне в 10^6 раз ярче, чем сейчас. Через 300 лет после вспышки излучение достигло объекта Sgr B2 и возбудило атомы железа, которые переизлучили наблюдаемое сейчас рентгеновское "эхо". Рентгеновская вспышка свидетельствует о том, что спокойное состояние центральной черной дыры иногда сменяется активной фазой, связанной с аккрецией вещества. Похожая, но менее мощная вспышка из центра Галактики наблюдалась в 2001 г. (см. см. *УФН* **171** 576 (2001)). "Эхо" вспышек наблюдается и в других галактиках. S. Komossa (Институт внеземной физики им. М. Планка, Германия) и его коллеги выполнили подробные наблюдения влияния, которое оказала рентгеновская вспышка на вещество в центре галактики SDSSJ0952+2143. Вспышка произошла в результате приливного разрушения звезды около черной дыры и аккреции возникшего газового облака (остатка звезды) на черную дыру. Рентгеновское и УФ-излучение и в этом случае вызвало ионизацию газа и последующее "эхо". В процессе наблюдений эмиссионных линий железа, по степени ионизации и распределению скоростей газа удалось детально исследовать структуру молекулярного тора, окружающего черную дыру и аккреционный диск. Также наблюдалось излучение в линиях водорода, которое возникло в аккреционном диске.

Источники: <http://arxiv.org/abs/0803.1528>,

Astrophys. J. Letters **678** 13 (2008),

<http://arxiv.org/abs/0804.2670>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко