

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

1. Квантование магнитного потока в сверхпроводнике

Измерение величины кванта магнитного потока $\Phi_0 = hc/2e$ явилось в свое время прямым доказательством того, что сверхпроводящий ток переносится парами электронов (куперовскими парами). До последнего времени считалось, что внешнее магнитное поле проникает в сверхпроводник 2-го рода в виде отдельных вихрей, каждый из которых несет в себе ровно один квант магнитного потока. Однако еще в начале 60-х годов Дж. Бардин и В.Л. Гинзбург указали на то, что величина потока в вихре должна зависеть от расстояния между вихрем и поверхностью сверхпроводника и может не равняться целому числу Φ_0 . Причиной является изменение структуры вихря и электрического тока в нем вблизи поверхности. Теоретическое предсказание Дж. Бардина и В.Л. Гинзбурга подтвердили эксперименты, выполненные группой исследователей из Нидерландов, России, Бельгии и Великобритании. Измерения проводились с помощью баллистического магнитометра, действующего на основе эффекта Холла. Исследовалась алюминиевая пленка толщиной 0,1 мкм (в тонких пленках изменение потока в вихре наиболее заметно) при температуре 0,5 К. Зарегистрированы вихри с потоками меньше Φ_0 , вплоть до $10^{-3}\Phi_0$. Дискретность магнитного потока в вихрях восстанавливалась лишь при углублении в толщу сверхпроводящего материала. По мнению авторов эксперимента, именно с изменением магнитного потока в вихрях связаны многие оставшиеся необъясненными результаты опытов со сверхпроводящими пленками.

Источник: *Nature* **407** 55 (2000)
<http://www.nature.com>

2. Теплопроводность нанотрубок

Согласно проведенным в Пенсильванском университете исследованиям, углеродные нанотрубки, возможно, являются лучшими среди известных проводников тепла. Нанотрубки и их уникальные свойства были открыты в последнее десятилетие. Они представляют собой микроскопические полые цилиндры, стенки которых состоят из одного слоя атомов углерода. Как известно, тепло переносится звуковыми волнами (фононами). Ранее считалось, что звуковые волны в нанотрубках рассеиваются во всех направлениях и поэтому теплопроводность нанотрубок невелика. Однако J.E. Fischer и A.T. Johnson обнаружили, что звук распространяется строго вдоль нанотрубок со скоростью 10 км с⁻¹ и очень эффективно переносит тепло. Особенно замечательно то, что тепло хорошо передается даже вдоль многих соединенных между собой нанотрубок. Данное свойство можно использовать для эффективного отвода тепла от элементов микросхем.

Источники: <http://unisci.com/>,
<http://science-mag.aaas.org/science>

3. Атомарный азот

Тройные валентные связи в молекуле N₂ делают ее одной из наиболее устойчивых простых молекул. Несмотря на

это, А.Ф. Гончаров, Е. Григорянц и их коллеги из института им. Карнеги (Вашингтон) при давлении 150 ГПа сумели впервые получить атомарный азот. Сжатие азота производилось в "алмазной пяте" (anvil cell), а наблюдение его свойств осуществлялось методом рамановского рассеяния в оптическом и УФ диапазонах. Сначала с увеличением давления проявилось расщепление молекулярных колебательных мод, что связано с возрастанием относительной роли межмолекулярных взаимодействий по сравнению со взаимодействием атомов в молекуле. А при давлении 140–160 ГПа молекулярные колебательные моды полностью затухли и в энергетическом спектре возникла щель шириной 0,6–0,7 эВ. Это свидетельствовало о переходе азота в атомарную полупроводящую фазу. Возможность диссоциации молекул N₂ при высоких давлениях предсказывалась ранее теоретически. Как оказалось, фаза атомарного азота является аморфной (некристаллической) и квазиоднородной, в противоположность предсказывавшимся в ряде моделей неоднородным структурам. При еще более высоких давлениях, порядка 275 ГПа, азот, как ожидается, может перейти в металлическую фазу.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **85** 1262 (2000),
<http://prl.aps.org>

4. Молекулярный гелий и соединение аргона

В отличие от азота, гелий и аргон относятся к инертным газам и в молекулярной форме не встречаются, однако ученым все же удалось создать и исследовать соединения этих веществ. Поскольку энергия связи димера ⁴He₂ в 5×10^7 раз меньше энергии связи H₂, наблюдать ⁴He₂ обычными методами невозможно: электроны и даже фотоны микроволнового диапазона разрушают молекулы. Новую методику наблюдений разработали исследователи из института им. М. Планка и института теоретической физики (г. Геттинген, Германия). Исследовалась дифракция на решетке пучка атомов гелия, охлажденных до температуры 4,5 К. Около 5 % атомов объединялось в димеры, которым соответствовал свой дифракционный пик. В результате был найден размер молекулы ⁴He₂ — 52 Å и ее энергия связи — $9,5 \times 10^{-8}$ эВ.

В. Паули в 1933 г. предсказал, что тяжелые инертные газы, чьи валентные электроны экранируются от ядра внутренними электронами и соответственно слабо связаны с ядром, могут вступать в химические реакции. Первое соединение XePtF₆, содержащее благородный газ ксенон, было создано в 1962 г. Группа ученых из Хельсинкского университета недавно впервые получила соединение аргона HArF путем осаждения Ar и соединений, содержащих HF, на подложку при температуре 7,5 К. Спектроскопическими методами было выявлено наличие теоретически рассчитанных колебательных уровней, соответствующих соединению HArF.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **85** 2284 (2000),
<http://prl.aps.org>
Nature **406** 874 (2000), <http://www.nature.com>

5. Возбуждение электронов при ядерных переходах

Обычно энергия внутриядерных переходов значительно превышает энергию переходов электронов между электронными оболочками. Выражается это, в частности в том, что ядра, как правило, испускают гамма-фотоны, а при электронных переходах генерируется УФ и более мягкое излучение. Поэтому ядерные и атомные явления в значительной степени независимы. Однако энергия электронных переходов может существенно возрасти у многократно ионизованного тяжелого атома из-за сильного притяжения к ядру оставшихся электронов. В экспериментах на французском ионном ускорителе GANIL впервые наблюдались переходы электронов атома за счет энергии, высвобождающейся в его ядре. Исследовались столкновения ионов теллура, несущих заряд $+48$ с таллиевой мишенью. Энергия возбужденного соударением ядра передавалась одному из оставшихся у иона электронов и отбрасывала его на далекую "ридберговскую" орбиту. Как полагают исследователи, открытый ими дополнительный канал сброса энергии ядром может оказывать влияние на время распада некоторых ядер, например в оклозвездной среде. Эксперимент, в некотором смысле обратный описанному, выполнен S. Kishimoto и его коллегами из Японии. С помощью монохроматических рентгеновских импульсов возбуждались электроны в атоме золота-197. От электронов возбуждение передавалось ядрам, которые за счет этого быстро распадались. Распады сопровождалась вылетами электронов, регистрировавшихся специальными детекторами.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **85** 1831 (2000),
<http://publish.aps.org/FOCUS/>

6. Фазоны

Квазикристаллы — вещества, атомная решетка которых не строго периодична. По этой причине часть атомов квазикристалла может иметь по несколько устойчивых положений. Элементарные возбуждения, соответствующие переходам атомов из одного устойчивого положения в другое, называются фазонами. Японские физики K. Edagawa, K. Suzuki и S. Takeuchi (университет Токио) с помощью переходного электронного микроскопа впервые обнаружили фазоны в сплаве алюминия, меди и кобальта при температуре 1123 К. На снимках, сделанных с высоким разрешением, непосредственно видно, как группы атомов перестраиваются из одного положения в другое.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **85** 1262 (2000),
<http://publish.aps.org/FOCUS/>

7. Алмазная пленка

Новый метод производства алмазных пленок разработали M. Zaiser и его коллеги в Аргонской национальной лаборатории (США). Тонкая графитовая пленка с микроскопическими включениями алмаза облучалась потоком высокоэнергетичных электронов. При этом вблизи алмазных включений происходила трансформация кристаллической решетки из графитовой модификации в алмазную и обратно. В определенном интервале температур и энергий электронов первый процесс преобладает. К сожалению, формирование алмаза оказалось недостаточно быстрым для промышленного применения, однако M. Zaiser предполагает, что процесс можно ускорить, облучая графит пучком тяжелых ионов.

Источники: *Phys. Rev. B* **62** 3058 (2000),
<http://www.pnl.gov/energyscience/index.html>,
<http://www.nature.com>

8. Лазер на основе органики

В исследовательской лаборатории Bell Labs впервые создан полупроводниковый лазер на основе органического соединения — тетрацена, молекулы которого состоят из 4-х соединенных между собой колец углерода. Кристалл тетрацена помещался между двумя полевыми транзисторами и зеркалами резонатора. Один из транзисторов инжектировал в кристалл электроны, а второй — дырки. В процессе рекомбинации электронов и дырок возникал желто-зеленый свет, служащий для накачки лазера. В приборе использовался очень чистый кристалл тетрацена, в противном случае вместо света при рекомбинации производилось бы тепло.

Источники: *Science*, 28 July (2000),
<http://science-mag.aaas.org/science>
Physics News Update, Number 496,
<http://www.hep.net./documents/newsletters/pnu/pnu.html#RECENT>

9. Экранировка гравитационного поля

Qian-shen Wang и его коллеги (Китайская академия наук) зафиксировали ослабление притяжения Земли к Солнцу во время Солнечного затмения в марте 1997 г. По их утверждению, во время затмения относительное изменение ускорения свободного падения g составило 10^{-9} даже с учетом всех известных поправок, например, связанных с приливными силами. Экранировка притяжения двух тел помещенным между ними третьим телом (в данном случае Луной) не укладывается в рамки Общей теории относительности, поэтому вывод китайских ученых нуждается в тщательной проверке. Появившиеся неоднократно сообщения об аномальных гравитационных эффектах не подтверждались, а поиски гравитационной экранировки давали до сих пор отрицательный результат.

Источники: *Phys. Rev. D* **62** 041101 (R) (2000),
<http://www.nature.com>

10. Черная дыра промежуточной массы

С помощью космической рентгеновской обсерватории Чандра в галактике M82 обнаружен необычный рентгеновский источник. Он расположен вне динамического центра галактики и поэтому не может являться активным галактическим ядром. В то же время мощность излучения более чем в 500 раз превышает мощность, которую могла бы производить аккреция вещества на компактный объект звездной массы (нейтронную звезду или черную дыру). Наиболее интересным свойством источника является его периодичность с периодом T около 600 с, что исключает отождествление этого объекта со сверхновой или с остатком от ее взрыва. Величина T соответствует периоду обращения по последней устойчивой орбите вокруг черной дыры с массой $1,3 \times 10^6$ масс Солнца, данная масса служит, таким образом, верхним пределом на массу источника. Наиболее вероятно, что обнаруженный объект представляет собой черную дыру с массой $500 - 10^5$ масс Солнца. Черная дыра такой массы является в некотором смысле промежуточным звеном между черными дырами, которые могут образовываться на конечных стадиях эволюции звезд и сверхмассивными черными дырами в ядрах галактик. Остается загадкой, как подобная черная дыра могла возникнуть вне галактического центра.

Источник: <http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/0009211>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко