

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

1. Регистрация геонейтрино

Нейтринным детектором KamLAND (Kamioka Liquid scintillator antineutrino detector, Япония) впервые зарегистрированы антинейтрино, образовавшиеся при распадах радиоактивных элементов внутри Земли. KamLAND представляет собой баллон диаметром 13 метров, заполненный 1000 тоннами жидкого сцинтиллятора. Регистрируемые в сцинтилляторе фотоны испускались позитронами, рождавшимися в реакции $\bar{\nu}_e + p \rightarrow e^+ + n$ с энергетическим порогом 1,8 МэВ. Основным источником геонейтрино являются распады элементов ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th и ^{40}K , но лишь ^{238}U и ^{232}Th дают антинейтрино с энергиями выше порога. В эксперименте в течение двух лет регистрировалось примерно по одному геонейтрино в месяц. Основной трудностью предшествующих экспериментов являлось выделение сигнала над фоном, производимым, преимущественно, атомными реакторами, поэтому ранее удавалось получить лишь верхний предел на темп генерации геонейтрино. Теоретические предсказания также были не вполне точны из-за неопределенности модели внутреннего строения Земли. Поскольку распады радиоактивных элементов приводят к выделению тепловой энергии, то наблюдение геонейтрино поможет уточнить историю разогрева недр Земли после ее формирования. Тем самым изучение нейтрино впервые получило практическое применение в геофизике.

Источник: *Nature* **436** 499 (2005); www.nature.com

2. Сверхтонкие кристаллы

Исследователи из Манчестерского университета и Института микронанотехнологий (Черноголовка, Россия) разработали методику получения двумерных кристаллов толщиной всего в один слой атомов. Методика позволяет получить слой атомов практически любого кристалла, у которого в объемном образце связь между слоями мала. Отщепление единичных слоев производилось путем трения грани кристалла о другую поверхность. Таким путем были, например, получены двумерные кристаллы нитрида бора, графита и различных сложных оксидов. При трении грани кристалла о поверхность получались слои различной толщины и формы. С помощью оптического, электронного и атомного силового микроскопа отбирались наиболее правильные образцы, состоящие из одного слоя атомов. Дальнейшее изучение этих слоев показало, что даже в обычных условиях (при комнатной температуре в воздушной среде) они остаются стабильными несколько недель, сохраняя свою структуру и электронные свойства. Новая технология позволит проверить теоретические модели двумерных кристаллов и может найти ряд практических применений в микронанотехнологии.

Источник: *Proc. Natl. Acad. Sci.* **102** 10451 (2005)

<http://physicsweb.org/articles/news/9/7/13/1>

3. Микроволновод

Дифракционный предел ограничивает сечение оптических волноводов величиной $\lambda/2n$, где λ — длина волны света в вакууме, а n — показатель преломления вещества волновода. Недавно были выполнены эксперименты, в которых свет преобразовывался в поверхностные плазмоны и лишь затем передавался по волноводу. Поскольку для плазмонов эффективная величина n очень велика, то сечение волновода могло быть гораздо меньше, чем в случае фотонов. В этих экспериментах волноводами служили микроскопические щели в фотонных кристаллах, металлические ленты, либо цепочки металлических наночастиц. Однако эти волноводы имели ряд недостатков, таких как сложность их производства и потери в них энергии волны. Значительно более эффективный диэлектрический волновод для плазмонов создали И.И. Смолянинов, Yu.J. Hung и С.С. Davis в Мэрилендском

университете. Литографическим методом на металлическую пленку наносились микроскопические участки из диэлектрика с периодом 500 нм в двух направлениях. Этот двумерный массив служил преобразователем световой волны в поляритоны, которые затем фокусировались параболическим зеркалом в тонкий луч, способный распространяться вдоль диэлектрических волноводов изогнутой формы. Ввиду большой величины n вблизи плазмонного резонанса таким путем можно изготавливать волноводы толщиной до десятых долей нанометра. По сравнению с другими типами плазмонных волноводов частота колебаний сигнала, передаваемая через диэлектрический волновод, может быть сделана существенно меньше и, соответственно, значительно уменьшены потери энергии сигнала. Описываемые эксперименты показали, что с помощью диэлектрических волноводов размер оптоэлектронных приборов может быть уменьшен, как минимум, на порядок.

Источник: <http://arXiv.org/abs/cond-mat/0508070>

4. Ускоритель на основе фотонного кристалла

Е.И. Смирнова и ее коллеги из Массачусетского технологического института показали, что метаматериалы, имеющие структуру фотонных кристаллов, могут применяться для улучшения качества электронных пучков в ускорителях и для дополнительного ускорения электронов в пучках. Созданный ими фотонный кристалл представлял собой массив металлических стержней треугольного сечения, в котором отсутствовал один центральный стержень. Такой фотонный кристалл может пропускать электромагнитные волны с частотой 17 ГГц. Пучок электронов с энергиями 16,5 МэВ от ускорителя направлялся вдоль оси массива и подвергался воздействию микроволновых импульсов. В результате энергия пучка возрастала на 1,4 МэВ, причем ускорительный градиент составлял значительную величину — 35 МэВ на метр. Фотонный кристалл усиливал и пропускал лишь одну основную моду пучка, что существенно уменьшало нестабильности, связанные с генерацией овертонов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **95** 074801 (2005)

<http://prl.aps.org>

5. Плазменные струи

Активность многих астрофизических объектов, например квазаров и молодых звезд, сопровождается выбросами тонких плазменных струй (джетов). Предполагается, что основную роль в образовании струй играет мощное магнитное поле, однако достоверно механизм ускорения и коллимации плазменных струй пока не установлен. Р.М. Bellan и его коллеги выполнили лабораторный эксперимент, в котором подобные струи наблюдались в малом масштабе. Авторы эксперимента полагают, что наблюдаемые ими струи в общих чертах схожи и могут служить моделью астрофизических струй. Вокруг металлического диска (катода) располагалось плоское металлическое кольцо (анод). Диск и кольцо моделировали, соответственно, центральный объект, например, черную дыру и аккреционный диск. Вдоль обших радиусов в диске и в кольце были проделаны сопла, через которые в установку впрыскивалась плазма. Между диском и кольцом создавалась разность потенциалов, вызывающая в плазме электрический ток, а внешним магнитом создавалось поперечное магнитное поле. Сначала плазма образовывала между парами сопел арки, затем арки сливались и происходила коллимация плазмы в тонкую струю вдоль оси диска. Струя существовала в течение нескольких десятков микросекунд и затем разрушалась в результате неустойчивостей.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **95** 045002 (2005)

<http://prl.aps.org>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко