

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UfNr.0180.201007f.0758

1. Осцилляции нейтрино

В ряде экспериментов по изучению нейтринных осцилляций наблюдалось уменьшение числа мюонных нейтрино в пучках, что лишь косвенно свидетельствовало о появлении другого сорта нейтрино. Качественно новый результат получен в эксперименте OPERA, в котором зарегистрировано первое событие появления тау-нейтрино в пучке мюонных нейтрино. Детектор OPERA находится в туннеле под горным массивом в Национальной лаборатории Гран Сассо (Италия). Рабочим веществом детектора являются плёнки эмульсии, чередующиеся с пластинами из низкофонового свинца. В 2008 и 2009 гг. велась регистрация пучка ν_μ с энергиями около 17 ГэВ, направляемого в детектор OPERA с расстояния 730 км сквозь толщу Земли от ускорителя в ЦЕРНе. Событие-кандидат с участием ν_τ отмечено по характерной топологии распада t -лептона, который родился при взаимодействии ν_τ с ядром свинца. Регистрация первого события-кандидата ν_τ с вероятностью 98% свидетельствует о наличии эффекта нейтринных осцилляций $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$. Достоверно утверждать о реальности нейтринных осцилляций можно будет только после регистрации нескольких подобных событий. Нейтринные осцилляции предполагают наличие у нейтрино массы, т.е. выход за границы Стандартной модели элементарных частиц. Эксперимент OPERA проводится международным коллективом исследователей из 12 стран с участием учёных из пяти российских научных организаций. В другом эксперименте MINOS, ведущемся в Национальной лаборатории им. Э. Ферми с 2005 г., выполнено очень точное сравнение эффектов осцилляций нейтрино и антинейтрино. Детектор MINOS расположен на расстоянии 735 км от ускорителя, производящего пучки ν_μ и $\bar{\nu}_\mu$. В детекторе происходит магнитное разделение и регистрация мюонов и антимюонов, рождающихся при взаимодействии ν_μ и $\bar{\nu}_\mu$ с веществом детектора. Был получен неожиданный результат, согласно которому квадрат разности масс $(\Delta m)^2$ у нейтрино на 40% меньше, чем у соответствующих сортов антинейтрино. Однако статистическая значимость этого результата составляет лишь примерно 2σ , и поэтому он нуждается в дальнейших проверках. Для объяснения подобного фундаментального различия нейтрино и антинейтрино, если оно действительно имеет место, требуется разработка новых теоретических подходов.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1006.1623><http://www.physorg.com/news195733444.html>**2. Квантовая телепортация на расстояние 16 км**

Х.-М. Jin и его коллеги из Китая выполнили эксперимент по квантовой телепортации состояний фотонов на расстояние 16 км по воздушной среде. Ранее удавалось осуществить телепортацию лишь на расстояние в несколько десятков метров для фотонов, передаваемых по оптоволокну. Квантовая телепортация подразумевает, что изменение состояния одной из частиц пары мгновенно изменяет состояние второй удалённой частицы, находящейся с первой в запутанном квантовом состоянии, т.е. происходит телепортация квантового состояния. Квантовая запутанность между состоянием движения одного фотона и состоянием поляризации второго фотона создавалась в нелинейном кристалле, после чего один из фотонов пары направлялся в детектор, находящийся на расстоянии 16 км. Два фотона оставались запутанными с вероятностью 89% (fidelity=89%), что значительно превышает классический предел, равный 2/3. В эксперименте реализованы все основные компоненты схемы квантовой телепортации за исключением локальной унитарной операции. Успешная квантовая телепортация у поверхности Земли на расстояние 16 км, превышающее эффективную толщину атмосферы (≈ 10 км), демонстрирует возможность использования данного эффекта в оптических каналах связи между наземными станциями и спутниками.

Источники: *Nature Photonics* 4 376 (2010)<http://dx.doi.org/10.1038/nphoton.2010.87>**3. Органическое соединение со свойствами металла**

Исследователи из Института проблем химической физики РАН и Института физики твёрдого тела РАН вместе с их коллегами из Японии

синтезировали органический материал N-метил-этилдиазобисциклооктан-триптицен- C_{60} , не содержащий атомов металла, но обладающий металлическими свойствами. Новый кристаллический материал был получен диффузионным методом, а его структура исследована с помощью рентгеновской дифракции. Материал состоит из плоских слоёв, в которых анионы фуллерена C_{60} расположены в форме мёдовых сот, и слоёв фуллерена чередуются со слоями молекул, имеющих в своём составе только атомы лёгких элементов: водорода, углерода и азота. Структура плотной упаковки в расположении молекул фуллерена поддерживается кольцевыми молекулами ароматического углеводорода триптицена $C_{20}H_{14}$. Прямые измерения посредством укреплённых на образце электрических контактов показали, что при температурах более 1,9 К материал обладает проводимостью на уровне проводимости металлов.

Источники: *Angewandte Chemie* 49 4829 (2010)<http://dx.doi.org/10.1002/anie.201001463>**4. Мгновенная скорость броуновской частицы**

Т. Li (Техасский университет в Остине, США) и его коллеги исследовали броуновское движение в воздухе кусочков кремнезёма SiO_2 с размерами около 3 мкм и впервые измерили их мгновенную скорость. Обычно в экспериментах наблюдается диффузионный режим броуновского движения на относительно больших временах, когда $\langle(\Delta x)^2\rangle \propto t$. Однако на очень коротких интервалах времени, меньших времени релаксации частиц по импульсам, частица движется по инерции в баллистическом режиме. Частица SiO_2 была захвачена в оптическую ловушку, создаваемую двумя сфокусированными лазерными лучами. Движение частицы, которое описывается уравнением Ланжевена в гармоническом потенциале, наблюдалось в отражённом свете лазера с высоким разрешением по времени. Как и ожидалось, на малых интервалах времени $\langle(\Delta x)^2\rangle \propto t^2$. Кроме того, было установлено, что распределение броуновских частиц соответствует распределению Максвелла–Больцмана, и для частиц выполняется теорема о равнораспределении энергии.

Источники: *Science* 328 1673 (2010)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1189403>**5. Анизотропия космических лучей в южном полушарии**

В ряде экспериментов, проводившихся в северном полушарии, была обнаружена небольшая анизотропия (величиной $\sim 10^{-4} - 10^{-3}$) в распределении космических лучей с энергиями до нескольких ТэВ. В южном полушарии аналогичные измерения анизотропии в ТэВ-ной области впервые выполнены в эксперименте IceCube, который проводится в Антарктиде на Южном полюсе. Эксперимент IceCube, основной целью которого является регистрация нейтрино, способен также измерять потоки космических лучей. Эффективного объёма в 1 км^3 и полную функциональность IceCube достигнет в 2011 году, к тому времени планируется установить 5160 оптических модулей на 86 струнах в толще льда на глубинах 1450–2450 м. Описываемые измерения проводились в 2007–2008 гг., когда были смонтированы только 22 струны. Среди полученных данных отобраны $4,3 \times 10^9$ надёжных событий регистрации частиц космических лучей с энергиями до 20 ТэВ, направление которых измерено с угловым разрешением 3° . Была проведена тщательная работа по исключению из экспериментальных данных эффектов несимметричности детектора, сезонных вариаций и других факторов, которые могли бы исказить результат. Распределение изменённой интенсивности космических лучей по южной небесной полусфере гладко сшивается с распределением, которое ранее было получено в северном полушарии. Возможным объяснением анизотропии являются особенности в распределении межзвездных магнитных полей в окрестности Солнца на масштабе менее парсека. Вероятно, прояснить природу анизотропии помогут планируемые на IceCube измерения зависимости величины анизотропии от энергии частиц.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1005.2960>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)