

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: 10.3367/UFNr.0181.201111q.1240

1. Скорость нейтрино

В эксперименте OPERA (Лаборатория Гран Сассо, Италия) выполнены прямые измерения скорости мюонных нейтрино ν_μ в пучке, который был получен на ускорителе в ЦЕРНе и преодолел под землёй расстояние 730 км. За 2009–2011 гг. детектором OPERA было зарегистрировано 16111 нейтрино с энергиями 17 ГэВ. Для определения расстояния между источником ν_μ и детектором с точностью 20 см и для сверки атомных часов в ЦЕРНе и Гран Сассо с точностью ≈ 1 нс применялись сигналы спутниковой навигации GPS. Были учтены все известные задержки сигналов в кабелях и аппаратуре и найдены возможные погрешности. Отсчёт времени пролёта производился по фронтам импульсов, что с учётом большой статистики позволило достичь хорошей точности. Оказалось, что ν_μ регистрируются на ≈ 60 нс раньше, чем расчётное время, за которое этот же путь преодолел бы свет в вакууме. То есть полученная скорость ν_μ превысила скорость света на относительную величину $(v - c)/c = (2,48 \pm 0,28(\text{стат.}) \pm 0,30(\text{сист.})) \times 10^{-5}$. Сразу после обнародования данного результата вышло множество работ с попытками обосновать сверхсветовые скорости с привлечением различных гипотетических механизмов. В то же время прилагаются усилия объяснить результат OPERA в рамках обычных физических подходов. Прежде всего, весьма вероятны какие-то не выявленные пока измерительные погрешности. Например, согласно расчётам R. van Elburg (Университет Гронингена, Нидерланды) в методе GPS не учитывается релятивистский эффект относительного движения спутника и пучка, и полученная R. van Elburg поправка — 64 нс — как раз близка к необходимой. Д.В. Наумов и В.А. Наумов (ОИЯИ, Дубна, Россия) объясняют кажущиеся сверхсветовые скорости уплощённой формой волнового пакета ν_μ и смещением оси пучка на небольшой угол от детектора. В другом эксперименте MINOS ранее также была получена сверхсветовая скорость ν_μ , но с малой статистической значимостью $(v - c)/c = (5,1 \pm 2,9) \times 10^{-5}$. При обычной зависимости $(v - c)/c$ от энергии нейтрино, результат OPERA, помимо прочего, противоречит наблюдениям нейтрино от сверхновой SN 1987A. Для прояснения данной ситуации необходим дополнительный тщательный анализ и могут потребоваться независимые эксперименты.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1109.4897>

2. Наблюдение рер-нейтрино

В эксперименте Bogexino (Гран Сассо, Италия) впервые зарегистрированы солнечные нейтрино, родившиеся в реакции $p + e^- + p \rightarrow {}^2\text{H} + \nu_e$ с энергиями 1,442 МэВ. Нейтрино регистрировались по их упругим рассеяниям на электронах в жидком органическом сцинтилляторе массой ≈ 278 т. Детальный анализ фонов и использование метода антисовпадений позволили максимально исключить фон от космогенных ${}^{11}\text{C}$. Эти ядра образуются при взаимодействии мюонов из состава космических лучей с ядрами ${}^{12}\text{C}$ детектора, и их β -распады являются доминирующим источником фона в диапазоне 1–2 МэВ. С учётом эффекта Михеева–Смирнова–Вольфенштейна с большим углом смешивания, измеренный поток рер-нейтрино $(1,6 \pm 0,3) \times 10^8 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ хорошо соответствует стандартной модели строения Солнца (отношение измеренного потока к рассчитанному составляет $1,1 \pm 0,2$), которая для данного типа нейтрино дает предсказания с точностью 1,2 %.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1110.3230>

3. Новая аллотропная форма углерода

Yu Lin (Стэнфордский университет, США) и его коллеги получили новую аллотропную форму углерода, обладающую, как и алмаз, sp^3 -структурой электронных орбиталей, но в отличие от алмаза имеющую аморфную структуру и изотропную жёсткость. Известно несколько аллотропных форм углерода. Новая модификация полу-

чена путём сжатия стекловидного углерода между двумя алмазными наковальнями до давления более 40 ГПа. Свою аморфную структуру новая модификация унаследовала от стекловидного углерода, имеющего вид массива криволинейных графеноподобных фрагментов. Трансформация sp^2 -связей в sp^3 при сжатии образца была выявлена методами рентгеновской рамановской спектроскопии с разрешением ≈ 1 эВ по характерным особенностям спектра, отвечающим каждому виду связей, а отсутствие кристаллической структуры (аморфность) была дополнительно подтверждена методом рентгеновской дифракции. Переход является обратимым: углерод возвращался к исходной структуре при снятии давления. В испытаниях шарик из углерода новой аморфной модификации выдерживал одностороннее давление 127 ГПа при поперечном удерживающем давлении 57 ГПа, т.е. разность давлений составила величину 70 ГПа, ранее достигавшуюся только с алмазными образцами.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **107** 175504 (2011)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.107.175504>

4. Броуновское движение с памятью

Обычно предполагается, что удары молекул оказывают на броуновскую частицу случайное воздействие в виде белого шума. В более точном подходе предсказывалось, что движение частицы возмущает жидкость, благодаря чему должны возникать корреляции во времени между перемещениями частицы (гидродинамическая память). S. Jeney (Федеральная политехническая школа Лозанны — EPFL, Швейцария) и её коллеги из Германии и Швейцарии впервые осуществили наблюдение этого эффекта в опыте с единичными меламинами сферами микронного размера в "оптическом пинцете", образуемом сфокусированными лучами ИК-лазера. С помощью микроскопа регистрировались смещения микросферы в растворе ацетона с разрешением по времени ≈ 1 мкс. В спектре смещений микросферы наблюдалось отклонение от кривой белого шума, соответствующее гидродинамической памяти. Авторы эксперимента предполагают, что их методика может найти применение для создания новых типов биосенсоров.

Источник: *Nature* **478** 85 (2011)

<http://arxiv.org/abs/1106.6161>

5. Гравитационное красное смещение в скоплениях галактик

Свет галактики, покидая массивное скопление галактик, испытывает гравитационное красное смещение. Это смещение является дополнительным к космологическому красному смещению и доплеровскому смещению за счёт пекулярных и вириальных скоростей. Исследователи из Института им. Н. Бора (Дания) R. Wojtak, S.H. Hansen и J. Hjørth впервые статистически выявили данный эффект по 7800 скоплениям из обзора SDSS Data Release 7. Вириальные движения галактик в скоплении вызывают симметричное уширение линий, поэтому на достаточно большом статистическом материале можно выделить небольшой общий сдвиг спектра, обусловленный гравитационным потенциалом скоплений, который, в свою очередь, определялся по скоростям составляющих их галактик. На уровне достоверности 90 % результаты датских исследователей согласуются с предсказаниями общей теории относительности и $f(R)$ -теорий гравитации, но противоречат альтернативным тензорно-векторно-скалярным (TeVeS) теориям и модифицированной ньютоновской динамике (MOND).

Источник: *Nature* **477** 567 (2011)

<http://arxiv.org/abs/1109.6571>

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