

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0181.201108c.0858

1. Осцилляции нейтрино: появление ν_e в пучке ν_μ

В эксперименте T2K (Tokai to Kamioka) зарегистрировано появление электронных нейтрино в пучке мюонных нейтрино, что свидетельствует об эффекте нейтринных осцилляций $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$. Отмечено шесть таких событий-кандидатов, в то время как ожидаемое число событий фона составляет $1,5 \pm 0,3$. По данным T2K угол смешивания θ_{13} (один из параметров, характеризующих осцилляции) не равен нулю, а именно, $0,03(0,04) < \sin^2(2\theta_{13}) < 0,28(0,32)$ для прямой (обратной) иерархии масс нейтрино. Пучок ν_μ производился на ускорительном комплексе J-PARC в г. Токай (Япония). Один из двух детекторов регистрировал нейтрино у основания пучка, а вторым детектором, который обнаружил появление в пучке ν_e , служил 22,5-килотонный черенковский детектор SuperKamiokande, расположенный на расстоянии 295 км от ускорителя. В эксперименте T2K принимают участие российские учёные из ИЯИ РАН. В другом эксперименте MINOS, проводимом на территории США, также недавно было отмечено появления ν_e в пучке ν_μ с достоверностью $2,7\sigma$. Угол смешивания по данным MINOS ограничен сверху $\sin^2(2\theta_{13}) < 0,12$, и эти значения согласуются с данными T2K. Подробнее об ускорительных экспериментах с длинной базой см. обзор Ю.Г. Куденко в УФН 181 569 (2011).

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **107** 041801 (2011)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.107.041801>http://www.kek.jp/intra-e/press/2011/J-PARC_T2Kneutrino.html**2. Охлаждение до основного квантового состояния**

J.D. Teufel (Национальный институт стандартов и технологий — NIST, США) и его коллеги охладили микроскопическую мембрану до энергии, меньшей одного кванта её механических колебаний. Алюминиевая мембрана, содержащая $\sim 10^{12}$ атомов, была помещена в сверхпроводящий микроволновый резонансный контур, благодаря чему создавалась сильная связь механических колебаний с электромагнитным полем. После предварительного охлаждения жидким гелием до температуры $T = 20$ мК мембрана содержала ≈ 30 фононов — квантов механических колебаний. Резонансная механическая частота мембраны $\Omega_m \approx 10$ МГц была немного ниже электромагнитной частоты резонатора, поэтому микроволновые фотоны уносили энергию преимущественно от мембраны, что позволило охладить её в итоге до $T = 400$ мК. Данная методика охлаждения называется охлаждением по боковой полосе частот (sideband cooling). Путём анализа спектра испускаемых резонатором фотонов удалось установить, что в охлаждённой мембране оставалось в среднем $0,34 \pm 0,05$ фононов, т.е. выполнялось условие $k_B T < \hbar \Omega_m$. Благодаря сильной концентрации электромагнитного поля вблизи механической системы, в данном эксперименте удалось достичь в 10^4 раз более длительного пребывания мембраны в основном квантовом состоянии, чем в предшествующем эксперименте, выполненном в Калифорнийском университете в 2010 г. по другой методике.

Источники: *Nature* **475** 359 (2011)<http://dx.doi.org/10.1038/nature10261>**3. Квантовая суперпозиция частотных состояний фотона**

Е. Zakka-Bajjani (NIST) и её коллеги впервые получили фотоны радиоизлучения в квантовой суперпозиции двух состояний, отвечающих различным частотам, или, по аналогии с оптикой, в состояниях с различным цветом. Использовались две гармоники четвертьволнового волновода, замкнутого сверхпроводящим СКВИДом, состояние которого задавало граничные условия на конце волновода. Сначала были подготовлены единичные микроволновые фотоны в состояниях Фока, затем они когерентно распределялись между двумя состояниями с различной частотой. Суперпозиция этих состояний создавалась методом параметрической частотной вниз-конверсии: индуктивность СКВИДа модулировалась с частотой около $7 - 12$ ГГц — разностью частот гармоник. Фотоны в эксперименте могли иметь различный вклад от двух частотных состояний,

например в пропорциях 1/1 или 1/3. Данная система в некотором отношении напоминает пару связанных гармонических осцилляторов, суперпозиция частотных состояний которых ранее уже была реализована для ионов и ряда других квантовых систем.

Источники: *Nature Physics* (2011), в печати<http://arxiv.org/abs/1106.2523>**4. Флуоресценция кластеров наночастиц**

Известно, что флуоресцентное свечение наночастиц полупроводника имеет прерывистый характер: тёмные и светлые периоды длятся от мкс до часов, а их распределение следует статистике Леви. Предполагается, что свечение "выключается", когда один из зарядов возбуждённого экситона захватывается в поверхностный слой или покидает наночастицу. В отличие от сферических частиц, вытянутые наностержни светятся меньшее время, т.к. в них заряды менее связаны. S. Wang (Университет Пенсильвании, США) и её коллеги обнаружили, что если наностержни собраны в компактный кластер, то свечение наночастиц становится более устойчивым: длительность светлых периодов отдельных стержней возрастает примерно пропорционально количеству наночастиц в кластере N , которое в эксперименте составляло $N = 2 - 110$. Наностержни длиной ~ 5 нм из селенида кадмия CdSe были нанесены на подложку и освещались голубым лазером. Их красное флуоресцентное свечение фиксировалось на видео с помощью оптического микроскопа, и затем производился подсчёт длительности свечения и тёмных интервалов. Предварительно с помощью электронного микроскопа была составлена карта расположения наностержней в кластерах. Вероятным объяснением наблюдаемой зависимости характера свечения от N является взаимодействие между электронами из различных наностержней. Данное исследование может помочь в создании флуоресцентных биомаркеров для исследования процессов внутри клеток, т.к. прерывистое излучение наночастиц сейчас является серьёзной помехой для данного метода.

Источники: *Nature Communications* **2** 364 (2011)<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms1357><http://www.sciencedaily.com/releases/2011/06/110623085957.htm>**5. Гравитационное линзирование реликтового излучения**

С помощью 6-метрового радиотелескопа Atacama Cosmology Telescope, расположенного в Чили на высоте 5200 м над уровнем моря, с хорошей точностью измерен эффект гравитационного линзирования реликтового излучения (РИ). Измерения велись на частоте 148 ГГц, и был исследован участок неба общей площадью 324 кв. град. Реликтовые фотоны, в среднем, отклонялись на три угловые секунды, соответственно, на меньших угловых масштабах сигнал был несколько сглажен. Наибольший вклад в эффект линзирования внесли неоднородности плотности вещества на красном смещении $z \sim 2$, имеющие характерные масштабы ~ 300 Мпк. Эффект гравитационного линзирования был выявлен на уровне 4σ как негауссов вклад в 4-точечную корреляционную функцию флуктуаций РИ. При этом фоновая гауссова компонента вычислялась путем рандомизации фаз измеренного сигнала в каждой точке. Слабые указания на гравитационное линзирование РИ ранее уже были получены путём наблюдений кросскорреляции данных WMAP и галактик и из затухания акустических пиков. Совокупность данных по поляризации телескопа Вилкинсона и данных по линзированию Atacama Cosmology Telescope позволила преодолеть известное геометрическое вырождение и представить независимое, основанное только на данных по РИ, подтверждение существования во Вселенной тёмной энергии с уравнением состояния $p \approx -\rho$.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **107** 021301, 021302 (2011)<http://arxiv.org/abs/1103.2124>, <http://arxiv.org/abs/1105.041900>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)