

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0183.201309c.0934

1. Осцилляции нейтрино в эксперименте T2K

Первые события превращений (осцилляций) мюонных нейтрино в электронные в эксперименте T2K (Япония) были зарегистрированы в 2011 г. путём сравнения состава пучка мюонных нейтрино вблизи выхода из ускорителя в Токаи и на расстоянии 295 км в детекторе Супер-Камиоканде. К настоящему времени наблюдалось уже 28 событий, и достоверность регистрации осцилляций достигла 7.5σ . Важно, что T2K является экспериментом "на появление" нового типа нейтрино в пучке. Эксперименты на появление, как правило, более однозначны, чем эксперименты "на исчезновение", в которых фиксируется дефицит частиц. Осцилляции $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ тесно связаны с нарушением CP -инвариантности в слабых взаимодействиях, и ожидается, что по мере накопления статистических данных можно будет исследовать CP -нарушение в лептонном секторе по нейтринным осцилляциям. Несколько событий другого типа осцилляций ($\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$) наблюдалось недавно в эксперименте OPERA (Италия). В экспериментах T2K и OPERA активное участие принимают российские исследователи.

Источник: <http://t2k-experiment.org/2013/07/new-results-from-t2k-conclusively-show-muon-neutrinos-transform-to-electron-neutrinos/>

2. Фотонный аналог "кота Шрёдингера"

А.И. Львовский (Университет Калгари, Канада и Российский квантовый центр в Сколково) и его коллеги получили в эксперименте квантовое запутанное состояние единичного фотона и макроскопического ансамбля из более чем 10^8 фотонов, т.е. создали фотонный аналог "кота Шрёдингера". Квантовая запутанность между микро- и макрообъектами уже была реализована в ряде систем, например, в атомных ансамблях, но для чисто фотонных систем она получена впервые. Эксперимент начинался с пары фотонов в запутанных состояниях, получаемых методом параметрической вниз-конверсии. Один из фотонов пары подвергался затем многократному усилению методом смещения в фазовом пространстве. Измерения состояний выполнялись с помощью квантовой томографии, а обратное смещение позволило проверить, что действительно имеет место квантовая когерентность. Состояние единичного фотона благодаря квантовой запутанности влияло на состояние большой системы, которая могла находиться в суперпозиции состояний, отличающихся по числу фотонов на десятки тысяч.

Источник: *Nature Physics*,
онлайн-публикация от 21 июля 2013 г.
<http://dx.doi.org/10.1038/nphys2682>

3. Управляемые скирмионы

Скирмионы — стабильные спиновые структуры, несущие топологический заряд, были предложены теоретически в 1962 г. в полевой модели Т. Скирма и к настоящему времени наблюдались уже в нескольких различных системах. Исследователи из Института прикладной физики Гамбургского университета (Германия) впервые сумели избирательно создавать и уничтожать отдельные скирмионы путём локального воздействия спин-поляризованного тока, создаваемого сканирующим туннельным микроскопом, на ультратонкие магнитные плёнки, состоящие из бислой PdFe на поверхности кристалла иридия. Вблизи значения внешнего магнитного поля $1 - 1.4$ Тл имелись метастабильные топологические конфигурации, близкие по энергии, но разделённые энергетическим барьером. Потенциал туннельного микроскопа (порядка $0.1 - 1$ В) вызывал обратимые переходы через барьер между уровнями энергии и соответственно образование или уничтожение скирмионов. Обратимость переходов означает, что в этом режиме скирмионами можно легко управлять с целью записи и хранения информации. Таким методом было последовательно независимо создано несколько скирмионов на локальном участке плёнки, а затем, так же по-одному, скирмионы были уничтожены. Скирмионы регистрировались по характерным особенностям изменения туннельного тока. Каждый скирмион, в области которого магнитный момент делал полный оборот, своей

площадью охватывал примерно 270 поверхностных атомов плёнки. Эксперимент выполнялся при низких температурах ≤ 8 К, когда мала вероятность перехода между топологическими состояниями под влиянием тепловых флуктуаций. Перспектива практического применения скирмионов основана, в частности, на том, что их магнитное состояние более устойчиво, чем у обычных магнитных доменов.

Источник: *Science* **341** 636 (2013)
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1240573>

4. Вращательный эффект Доплера

Исследователи из университетов Глазго и Стратклайда (Великобритания) впервые реализовали в эксперименте метод измерения скорости углового вращения тел по их взаимодействию с лучом света, фотоны которого обладают орбитальным угловым моментом. Если угловой размер вращающегося тела невелик, то обычный доплер-эффект для измерения скоростей движения частей тела неприменим, однако для этой цели подходит "закрученный" свет. В отражённом от вращающегося тела луче возникает сдвиг частоты, пропорциональный произведению частоты вращения тела и орбитального углового момента фотонов. В эксперименте М.Р.Д. Лавери и др. вращающийся кусочек алюминиевой фольги освещался двумя лучами полупроводникового лазера с равными по величине, но противоположными по направлению угловыми моментами $\pm 18\hbar$, создаваемыми программируемыми пространственными модуляторами. Ось вращения была параллельна лучу зрения, но из-за неровности поверхности отражение происходило под некоторыми малыми углами. Как и ожидалось, отражённый свет в двух пучках получил сдвиги частоты противоположного знака — красное и синее смещения. В эксперименте регистрировались биения, возникающие при интерференции этих лучей, и по характеру биений можно было вычислить скорость вращения диска. Полученные при различных скоростях вращения результаты находятся в согласии с теоретическими расчётами данного эффекта.

Источник: *Science* **341** 537 (2013)
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1239936>

5. В-мода поляризации реликтового излучения

С помощью 10-метрового радиотелескопа South Pole Telescope, расположенного в Антарктиде на Южном полюсе, впервые зарегистрирована В-мода поляризации микроволнового фонового (реликтового) излучения, связанная с вихревой частью тензора поляризации. Поляризация реликтового излучения может генерироваться при его рассеянии на неоднородностях плазмы и метрики (гравитационных волнах) в эпоху рекомбинации, либо возникать позже в результате гравитационного линзирования излучения на космологических неоднородностях плотности. Безвихревая Е-мода уже наблюдалась телескопом-интерферометром DASI в 2002 г. В новых данных, полученных за первый сезон работы чувствительных к поляризации болометрических приёмников телескопа South Pole Telescope, впервые достоверно зарегистрирована В-мода. Расчёт 4-точечных корреляционных функций для мультиполей $l \geq 150$ показал, что измеренная В-мода на уровне достоверности 7.7σ коррелирует с картой распределения вещества, полученной в ИК-обзоре телескопа Гершель, и с измерениями Е-моды. Как известно из других наблюдений, ИК-обзоры хорошо воспроизводят распределение гравитационного потенциала, который и ответственен за гравитационное линзирование и происходящее при этом преобразование Е-моды в В-моду поляризации. Очень ценную информацию о ранних стадиях эволюции Вселенной, в том числе о стадии инфляции, в будущем может дать регистрация поляризации реликтового излучения, вызванной реликтовыми гравитационными волнами. Полученные South Pole Telescope данные представляют фон, над уровнем которого можно будет выполнять поиск поляризационных сигналов, обусловленных гравитационными волнами.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1307.5830>

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