

# НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

## 1. Стерильное нейтрино

В 1995 г. в эксперименте LSND по изучению осцилляций анти-нейтрино  $\bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_e$  был получен масштаб массы осциллирующих состояний:  $\Delta m^2 \sim 1 \text{ эВ}^2$ . Этот результат не согласуется с данными других экспериментов по изучению солнечных, реакторных и атмосферных нейтрино, согласно которым  $\Delta m^2$  на 3–4 порядка меньше. Была выдвинута гипотеза, что в наблюдавшихся на LSND осцилляциях принимает участие дополнительный тип нейтрино — стерильные нейтрино, которые сами являются своими античастицами. С целью проверки данных LSND в Лаборатории им. Э. Ферми выполнен новый более точный эксперимент MiniBooNE по поиску осцилляций  $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ . Мюонные нейтрино с энергиями 475–3000 МэВ производились на ускорителе в процессе распадов пионов и каонов, рождавшихся при столкновении протонов с мишенью. На расстоянии 500 м от ускорителя с помощью черенковских детекторов выполнялся поиск  $\nu_e$ . По данным эксперимента MiniBooNE уровень осцилляций не превышает числа фоновых событий, т.е. соответствует предсказанию Стандартной модели элементарных частиц, а участие гипотетического стерильного нейтрино исключается. Таким образом, результат эксперимента LSND не подтвердился. Строго говоря, в MiniBooNE изучались осцилляции нейтрино, а в LSND — антинейтрино, однако ожидаемое совпадение результатов основано на CPT-теореме. Также в эксперименте MiniBooNE обнаружен новый интересный эффект: при малых энергиях  $E < 475 \text{ МэВ}$  наблюдаемое число  $\nu_e$  существенно больше рассчитанного. Избыток  $\nu_e$  скорее всего не связан с нейтринными осцилляциями, но пока он не имеет объяснения и нуждается в дальнейших исследованиях.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0704.1500>

## 2. Проверка общей теории относительности

Представлены первые предварительные результаты измерений эффектов общей теории относительности, выполненных космической обсерваторией Gravity Probe B, обращающейся вокруг Земли по полярной орбите. Этот спутник предназначен для изучения двух эффектов: геодезической прецессии (geodetic effect) и увлечения системы отсчета (frame-dragging). Gravity Probe B является одним из самых сложных и точных космических приборов. Идея подобного эксперимента возникла еще в 1959 г., а конкретные его детали прорабатывались на протяжении многих лет. Эксперимент проводился в течение 17 месяцев и в октябре 2005 г. был завершен, но обработка большого объема полученных данных пока продолжается. Изучалась прецессия гироскопов — почти идеальных кварцевых шариков с гладкой (на уровне толщины нескольких слоев атомов) поверхностью, покрытой тонким слоем сверхпроводящего ниобия. Постоянная ориентация спутника в пространстве поддерживалась с помощью телескопа, наведенного на одну из звезд. Микрокопические смещения осей гироскопов регистрировались сверхпроводящими устройствами — сквидами. Было также решено и множество других сложных технических проблем. Измеренный эффект геодезической прецессии гироскопов в плоскости орбиты равен  $6,6''$  в год, что с точностью 1 % соответствует предсказанию ОТО. Исследователи надеются, что дальнейшая фильтрация шумов и искажений повысит точность результата до 0,01 %. Геодезическая прецессия обусловлена искривлением пространства-времени массой Земли. Прецессия проявляется в изменении направления вектора, в данном случае — оси гироскопа, при его обнесении по замкнутому контуру — по орбите вокруг Земли. Второй эффект — увлечение системы отсчета вращением Земли — в 170 раз слабее, и анализ данных по его измерению планируется завершить к концу этого года.

Источник: <http://einstein.stanford.edu/>

## 3. Второй закон Ньютона при очень малых ускорениях

J. Gundlach и его коллеги выполнили в Вашингтонском университете проверку второго закона Ньютона  $F = ma$  при очень малых ускорениях. Изучались колебания крутильного маятника массой 70 г, подвешенного на упругой нити и совершающего колебания с периодом 13 мин. Вплоть до ускорений  $a = 5 \times 10^{-12} \text{ см с}^{-2}$  получено полное согласие с законом Ньютона, причем точность эксперимента в 1000 раз превосходит точность предшествующих опытов. Результаты подобных измерений важны, в частности, для астрофизики. Видимой (барионной) массы галактик и скоплений галактик недостаточно для объяснения больших скоростей движения звезд и высокой температуры газа. В связи с этим предлагались модификации ньютоновской динамики при малых ускорениях. Высокая точность, с которой выполняется закон Ньютона, отвергает эту возможность и говорит в пользу наличия темной материи (скрытой массы), создающей дополнительное поле притяжения (о прямом доказательстве существования темной материи при столкновении скоплений галактик см. в УФН 176 964 (2006)). Также имеется проблема аномального ускорения космических аппаратов Pioneer-10 и 11 на уровне  $10^{-7} - 10^{-8} \text{ см с}^{-2}$ . Новые лабораторные измерения исключают объяснение этой аномалии нарушением закона Ньютона. Для дальнейшей проверки закона Ньютона при малых ускорениях необходимо выполнить эксперименты, в которых сила  $F$  будет являться силой гравитационного притяжения.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **98** 150801 (2007); [prl.aps.org](http://prl.aps.org)

## 4. Электронное плавление кристаллов

В Стэнфордской лаборатории синхротронного излучения исследовано электронное плавление кристаллов полупроводника под влиянием мощных ультракоротких рентгеновских импульсов, генерируемых лазером на свободных электронах. Электронное плавление начинается с нагрева электронов в процессе рассеяния на них рентгеновских фотонов. Фотоны выбивают электроны с внешних атомных оболочек, разрушая химические связи, после чего кристалл быстро распадается на атомы без сообщения ядрам атомов теплового движения. В отличие от описанного механизма, обычное плавление кристаллов обусловлено постепенным ростом амплитуды колебаний атомов в узлах кристаллической решетки. В этом эксперименте также опробован новый перспективный метод изучения динамики атомов в кристаллах с помощью ультракоротких рентгеновских импульсов, по рассеянию которых исследовалось поведение атомов кристалла.

<http://www.physorg.com/news96220225.html>

## 5. Затмение черной дыры

Космическим телескопом Чандра наблюдалось редкое событие — затмение черной дыры и ее аккреционного диска облаком газа. Изучалось рентгеновское излучение из ядра галактики NGC 1365, находящейся на расстоянии 60 млн световых лет от Земли. Под влиянием турбулентного трения газ в аккреционном диске вокруг черной дыры теряет угловой момент, нагревается и падает по спирали в черную дыру. В условиях сильного нагрева в центральной части диска генерируется рентгеновское, УФ- и оптическое излучение. В течение всего лишь двух суток рентгеновская светимость ядра галактики NGC 1365 сильно уменьшилась. Это событие астрономы объясняют пролетом облака газа по лучу зрения. Облако вращается вокруг черной дыры на расстоянии около 0,01 светового года. Из характеристик затмения установлено, что размер излучающей области аккреционного диска составляет примерно семь астрономических единиц — всего в 10 раз больше горизонта черной дыры.

Источник: [http://chandra.harvard.edu/press/07\\_releases/press\\_041207.html](http://chandra.harvard.edu/press/07_releases/press_041207.html)