

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0181.201106i.0678

1. Результаты Gravity Prob B

Представлены итоговые результаты космического эксперимента Gravity Prob B по измерению двух релятивистских эффектов гравитации: геодезической прецессии и увлечения системы отсчёта вращающейся массой (эффект Лензе – Тирринга). Спутник находился на полярной орбите, и его общая ось вращения фиксировалась в направлении на звезду IM Пегаса. Основой измерительной системы служили четыре гироскопа — кварцевые шары со сверхпроводящим покрытием из ниобия. Вращение шаров создавало магнитное поле, измеряемое СКВИД-магнитометрами. Эта методика позволяла в течение почти года с высокой точностью определять угловые смещения осей гироскопов. Результаты измерений находятся в согласии с расчётами в рамках общей теории относительности: на уровне достигнутой точности 0,28 % подтверждены предсказания для геодезической прецессии, а на уровне 19 % — для эффекта Лензе – Тирринга. Ранее эти эффекты уже были измерены со сравнимой точностью в экспериментах по лазерной локации. Таким образом, Gravity Prob B представил независимое надёжное подтверждение прежних результатов. В процессе проектирования и реализации проекта Gravity Prob B, направленного на изучение фундаментальных научных проблем, было найдено множество инновационных решений и созданы технологии, нашедшие важные практические применения.

Источники: http://www.nasa.gov/mission_pages/gpb/gpb_results.html
<http://arxiv.org/abs/1105.3456v1>

2. Осцилляции нейтрино в эксперименте MINOS

В эксперименте MINOS мюонные нейтрино ν_μ регистрируются у основания нейтринного пучка, производимого на ускорителе, и на расстоянии 735 км. По недостатку (исчезновению из пучка) ν_μ во втором детекторе можно сделать вывод о том, что ν_μ превратились (осциллировали) в иные типы нейтрино, которые в данном эксперименте непосредственно не наблюдаются. Согласно последним данным MINOS, разность квадратов масс различных массовых состояний нейтрино составляет $|\Delta m^2| = (2,32^{+0,12}_{-0,08}) \times 10^{-3} \text{ эВ}^2$, а угол смешивания $\sin^2(2\theta) > 0,90$ на уровне достоверности 90%. При этом гипотеза о распаде ν_μ и гипотеза о квантовой декогеренции были исключены на уровне 7σ и 9σ соответственно. В эксперименте MINOS также были получены новые данные об осцилляциях антинейтрино $\bar{\nu}_\mu$. С точностью 2,0 % эксперименты с ν_μ и $\bar{\nu}_\mu$ дают согласующиеся результаты, если осцилляционные параметры в обоих случаях одинаковы. Кроме того, получено ограничение $< 22\%$ на долю ν_μ , которые могли бы осциллировать в гипотетическое стерильное нейтрино.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1103.0340>
<http://arxiv.org/abs/1104.0344>, <http://arxiv.org/abs/1104.3922>

3. Периодичность в полосатой фазе квантового эффекта Холла

И.В. Кукушкин (Институт исследований твёрдого тела Общества им. М. Планка, Германия и Институт физики твёрдого тела РАН, Черноголовка, Россия) и его коллеги из Германии и Израиля исследовали состояние, называемое полосатой фазой квантового эффекта Холла (quantum Hall stripe phase), в квазидвумерной гетероструктуре GaAs/AlGaAs с фактором заполнения уровней Ландау $\nu = 9/2$. Эта фаза имеет вид массива линейных доменов с чередованием полного и нулевого заполнения на верхнем уровне Ландау, составляющих волну зарядовой плотности. Направление полос соответствует направлению [110] кристаллической решётки GaAs. Полосатая фаза наблюдалась и в ряде других систем, в том числе в высокотемпературных сверхпроводниках. Для измерений зависимости импульса квазичастиц-магнитофононов от энергии система подвергалась комбинированному воздействию поверхностных акустических волн, микроволнового радиоизлучения и лазерного света, вызывающего фотолюминесценцию. Когда воздействие первых двух факторов приходит в резонанс с дисперсионным соотношением, происходит нагрев двумерного электронного газа,

что влияет на спектр фотолюминесценции. Измерение этого спектра, таким образом, позволяет судить о дисперсионных свойствах. Если волновой вектор поверхностной акустической волны k_{SAW} параллелен полосам, то дисперсионные характеристики имеют предсказанную теоретически форму, в том числе, на кривой присутствует ротонный минимум. Неожданным результатом стало то, что в поперечном направлении дисперсионная кривая не плоская, а медленно возрастающая с увеличением k_{SAW} . Точный механизм этого поведения пока не выяснен. Также с увеличением k_{SAW} наблюдалось периодическое (по длине волны) изменение коэффициента поглощения поверхностных акустических волн с периодом $3,6R_c$, где R_c — циклотронный радиус. Обнаруженный геометрический резонанс позволяет измерить период волны зарядовой плотности в полосатой фазе квантового эффекта Холла. Согласно расчётам, период должен был бы составлять $2,7R_c$; причина данного расхождения пока не найдена.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **106** 206804 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.206804>

4. Теоретический расчёт энергии уровня Хойла

В 1954 г. Ф. Хойл предсказал существование энергетического уровня у ядра ^{12}C вблизи порога реакции синтеза $^8\text{Be} + \alpha$ -частица. Наличие этого уровня необходимо для протекания ядерного цикла в звёздах, в котором объединяются три α -частицы с образованием углерода. Вскоре после предсказания данный уровень энергии был обнаружен экспериментально. Однако до последнего времени не удавалось получить уровень Хойла в расчётах "из первых принципов", т.е. исходя из основных положений квантовой хромодинамики. Е. Epelbaum (Рурский университет, Бохум, Германия) и его коллеги впервые смогли это осуществить в компьютерных вычислениях на решётке в рамках эффективной теории поля, в основе которой лежит разложение величин в ряд по характерному импульсу частицы Q , причём Е. Epelbaum и др. учитывали члены третьего порядка $O(Q^3)$. Расчёты хорошо воспроизвели энергию основного и возбуждённого состояния со спином 2, а также выявили наличие резонанса при энергии $-85 \pm 3 \text{ МэВ}$, свойства которого полностью соответствуют уровню Хойла. Уровень Хойла является примером "тонкой настройки" (fine-tuning) параметров — при малейшем сдвиге его энергии был бы невозможен синтез элементов, необходимых для органической жизни, поэтому уровень Хойла часто обсуждается в контексте антропного принципа.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **106** 192501 (2011)
<http://arxiv.org/abs/1101.2547v2>

5. Вращательное доплеровское уширение в фотоэлектронных спектрах молекул

Т.Д. Томас (Орегонский университет, США) и его коллеги впервые экспериментально исследовали влияние вращения молекул-димеров на спектр испускаемых ими фотоэлектронов. В случае нецентрального испускания электрон может получить дополнительную энергию, чем и обусловлен вращательный эффект Доплера. Вклад этого эффекта в уширение спектральных линий бывает сравним по величине со вкладом обычного эффекта Доплера, возникающего за счёт движений центров масс молекул. Методом электронной спектроскопии с высоким разрешением регистрировались фотоэлектроны, испускаемые смесью газов N_2 и Kf под действием рентгеновских лучей. Одноатомный газ криптон служил для калибровки: наблюдение его линий позволило исключить вклад обычного эффекта Доплера. Измеренная зависимость уширения линий от температуры газа и от энергии фотоэлектронов находится в согласии с теоретической моделью Y.-P. Sun и др., учитывающей квантово-механические эффекты, но также достаточно хорошо описывается и простой классической моделью.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **106** 193009 (2011)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.193009>

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