

1. Новое ограничение на безнейтринный двойной β -распад

После сообщений об обнаружении безнейтринного двойного β -распада ядер ^{76}Ge (см., например, *УФН* 172 334 (2002)) и последующей дискуссии о корректности этого результата возникла необходимость независимых экспериментальных исследований распадов как ^{76}Ge , так и других ядер. Обнаружение безнейтринного двойного β -распада, в котором не сохраняется лептонное число, означало бы открытие новой физики за пределами Стандартной модели элементарных частиц. Новый эксперимент CUORICINO по поиску безнейтринного двойного β -распада ядер ^{130}Te выполнен в Национальной лаборатории Гран-Сассо (Италия). Детектор распадов представляет собой массив из 62-х болометров, изготовленных из кристаллического оксида TeO_2 общей массой 40,7 кг (масса теллура — 11 кг). Теплоемкость TeO_2 при рабочей температуре детектора ~ 8 мК столь мала, что осколки распадающихся ядер вызывают нагрев, достаточный для регистрации редких событий распадов. Установка находится в подземной лаборатории и тщательно изолирована от внешних радиоактивных воздействий. Безнейтринных двойных β -распадов не обнаружено, и отсюда следует, что полупериод двойного β -распада (если он действительно имеет место) должен превышать $1,8 \times 10^{24}$ лет. Этот результат, являющийся новым жестким ограничением на вероятность распада, одновременно ограничивает массу нейтрино $\langle m_\nu \rangle < 0,2$ эВ в том случае, если нейтрино — майорановская частица. CUORICINO является первым шагом к реализации более масштабного эксперимента на основе 19 подобных детекторов, что позволит значительно улучшить точность измерений.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 95 142501 (2005); prl.aps.org

2. Бозе-эйнштейновская конденсация магнонов

Магнонами называют квазичастицы, соответствующие элементарным возбуждениям в системах взаимодействующих спинов. Магноны подчиняются статистике Бозе–Эйнштейна, и в ряде теоретических работ рассматривалась возможность бозе-эйнштейновской конденсации в газе магнонов. Группой исследователей из Германии, России (Объединенный институт ядерных исследований, Дубна), Великобритании и Польши экспериментально обнаружена подобная конденсация в кристалле антиферромагнетика Cs_2CuCl_4 . Измерялась теплоемкость кристалла во внешнем магнитном поле при низкой температуре. При величине магнитного поля $B_c = 8,51$ Тл наблюдается фазовый переход, причем зависимость критической температуры от магнитного поля имеет вид $T_c(B) \propto (B_c - B)^{1/\phi}$, где $\phi \approx 1,5$. Эта зависимость совпадает с предсказанной теоретически для бозе-эйнштейновского конденсата магнонов. При $B > B_c$ коррелированное упорядоченное состояние магнитных моментов, перпендикулярных полю, исчезает. При этой температуре в энергетическом спектре магнонов возникает щель. Существование щели было выявлено ранее в экспериментах по рассеянию нейтронов. Некоторые экспериментальные указания на бозе-эйнштейновский конденсат магнонов в другом соединении (TeCuCl_3) были получены еще несколько лет назад, однако величина критического индекса ϕ в этих экспериментах отличалась от 1,5, т.е. бозе-эйнштейновская конденсация в чистом виде не достигалась. Новый эксперимент T. Radu и его коллег практически однозначно доказал наличие конденсации в Cs_2CuCl_4 .

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 95 127202 (2005); prl.aps.org

3. Эффект Холла для фононов

Французские исследователи С. Strohm, G.L.J.A Rikken и Р. Wyder экспериментально обнаружили аналог эффекта Холла для потока фононов (квазичастицы — кванты колебаний кристаллической решетки) в магнитном поле. На концах небольшого диэлектрического стержня, изготовленного из соединения $\text{Tb}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$, поддерживалась разность температур величиной около 1 К. В результате, через стержень начинал течь поток фононов, переносивших тепло. Перпендикулярно этому потоку было приложено магнитное поле, изменяемое от нуля до 4 Тл. По мере увеличения магнитного поля на боковых поверхностях стержня (в направлении, перпендикулярном как потоку фононов, так и магнитному полю) возникала разность температур. Она зависела линейно от величины поля и составляла

1–3 мК. В том случае, когда магнитное поле было направлено параллельно потоку фононов, разность температур на боковых гранях не появлялась, что доказывает присутствие поперечного магнитного эффекта. Еще в XIX веке, через 8 лет после открытия эффекта Холла был обнаружен поперечный эффект для потока тепла через металлы, где он обусловлен вкладом электронов в теплопроводность. Влияние магнитного поля на электрически нейтральные фононы в диэлектрике имеет иную природу. Оно связано с анизотропией рассеяния диффузионно движущихся фононов в магнитном поле, хотя точная микроскопическая теория этого эффекта пока не построена.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 95 155901 (2005); prl.aps.org

4. Космические гамма-всплески

Послесвечение коротких всплесков

Космические гамма-всплески делятся на два класса: длинные (длительностью более 2 с) с относительно мягким спектром и короткие с жестким спектром. От нескольких длинных всплесков наблюдались послесвечения в оптическом, рентгеновском и радиодиапазонах, что позволило ассоциировать их со вспышками сверхновых в далеких галактиках (см. *УФН* 173 570 (2003)). Напротив, происхождение коротких всплесков было неясно. Расчеты показывали, что взрыв сверхновой не может произвести короткий всплеск. Впервые идентификация источников двух коротких всплесков GRB 050509B и GRB 050709 по их послесвечению выполнена с помощью координированных наблюдений на нескольких наземных и космических телескопах. Наблюдение всплеска GRB 050509B рентгеновским спутником Swift показало, что его источник находится в яркой эллиптической галактике на красном смещении $z = 0,225$. Вероятность генерации этого всплеска в результате взрыва массивной звезды очень мала, поскольку звездообразование в галактике давно закончилось, а массивные звезды имеют малое время жизни. Спектральные и временные характеристики всплеска говорят о том, что он возник при слиянии нейтронной звезды с другой нейтронной звездой или с черной дырой. С помощью нескольких телескопов, в том числе космического телескопа Хаббла, впервые удалось наблюдать как рентгеновское, так и оптическое послесвечение короткого гамма-всплеска GRB 050709. Всплеск GRB 050709 первоначально зарегистрирован гамма-детекторами спутника HETE, и вскоре после этого область локализации всплеска была изучена с использованием других телескопов. Всплеск находится на расстоянии 3,8 кпс от центра неправильной карликовой галактики на красном смещении $z = 0,16$. Кривая светимости всплеска и отсутствие характерных признаков взрыва сверхновой в спектре излучения свидетельствуют о происхождении всплеска GRB 050709 в результате слияния пары нейтронных звезд или нейтронной звезды и черной дыры. Подобные слияния компактных объектов должны сопровождаться всплесками гравитационных волн. Поэтому идентификации коротких гамма-всплесков повышают надежду на регистрацию в ближайшие годы гравитационных волн детектором LIGO.

Источники: *Nature* 437 pp. 845, 851, 855, 859; www.nature.com

Самый далекий всплеск

С помощью 8,2 метрового телескопа VLT зарегистрировано послесвечение космического гамма-всплеска GRB 050904 в оптическом диапазоне и в коротковолновой области ИК-диапазона. По спектральным характеристикам послесвечения определено красное смещение всплеска $z = 6,3$. Таким образом, GRB 050904 является самым далеким из всплесков, у которых наблюдалось послесвечение. А источник всплеска, наряду с несколькими квазарами и молодыми галактиками, относится к самым далеким из известных объектов во Вселенной на красных смещениях $z > 6$. Гамма-всплеск GRB 050904 принадлежит к классу длинных всплесков и по своим характеристикам не отличается принципиально от других длинных всплесков, возникших на меньших расстояниях. Его источником, судя по всему, был взрыв сверхновой звезды, однако пока достоверно не установлено, взрывы каких именно типов звезд на больших красных смещениях сопровождались генерацией гамма-всплесков.

Источник: <http://arXiv.org/abs/astro-ph/0509766>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко