

1. Низкоэнергетичные нейтрино от Солнца

В эксперименте Borexino (Национальная лаборатория Гран-Сассо, Италия) впервые измерен энергетический спектр солнечных нейтрино, рождающихся при радиоактивном распаде ядер ${}^7\text{Be}$. Ядра ${}^7\text{Be}$ образуются при синтезе ${}^3\text{He} + {}^4\text{He}$ и распадаются с испусканием моноэнергетических (с энергией 0,862 МэВ) электронных нейтрино ν_e . Ранее эта нейтринная компонента регистрировалась лишь интегрально методом радиохимического разделения. Существующие детекторы, в которых регистрируется излучение Вавилова – Черенкова от взаимодействия нейтрино с водой, способны наблюдать лишь нейтрино с энергией более 5 МэВ. В новом эксперименте Borexino применяется жидкий органический сцинтиллятор. Возбуждение молекул сцинтиллятора при упругом рассеянии нейтрино на электронах производит достаточно сильный сигнал, чтобы в реальном времени регистрировать нейтрино с малыми энергиями, начиная от примерно 200 кэВ. При более низких энергиях доминирует сильный фон от β -распадов ядер ${}^{14}\text{C}$. В экспериментальной установке использовались конструктивные элементы и вещества с очень низким уровнем собственной радиоактивности, для изготовления которых были разработаны специальные технологии. Сцинтиллятор залит в сферическую нейлоновую оболочку и помещен в стальную сферу, окруженную слоем воды, а весь эксперимент проводится в горном туннеле. После вычета фоновых событий от всех известных процессов получившийся спектр нейтрино с хорошей точностью соответствует бериллиевым солнечным нейтрино в стандартной модели Солнца с учетом эффекта нейтринных осцилляций по механизму Михеева – Смирнова – Вольфенштайна.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0708.2251>

2. Квантовый эффект Холла в гетероструктурах

Исследователи из Института физики твердого тела (Черноголовка, Россия), а также их коллеги из Италии выполнили исследование свойств двумерных электронных подсистем в гетероструктурах, представляющих собой контакт GaAs/AlGaAs, помещенный в магнитное поле. В этой системе реализуется дробный квантовый эффект Холла. Измерялась магнетосопротивление и определялся скачок химического потенциала при различных факторах заполнения ν уровней Ландау. Минимумы емкости достигаются при $\nu = 1/3$ и $\nu = 2/3$, в то время как вблизи $\nu = 1/2$ емкость имеет величину, определяемую геометрией контакта. Были обнаружены интересные особенности поведения химического потенциала в пределе низких температур $T < 1$ К, когда хорошо заметно различие свойств образцов с $\nu = 1/3$ и $\nu = 2/3$. В частности, в ситуации с малой величиной магнитного поля у образца с $\nu = 1/3$ наблюдается спиновый переход. При больших магнитных полях возникает полностью спин-поляризованное состояние, и скачок химического потенциала образца с $\nu = 1/3$, линейно возрастающая с магнитным полем, стремится к величине скачка у образца с $\nu = 2/3$, что объясняется электрон-дырочной симметрией при расщеплении уровней Ландау.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **99** 086802 (2007); [pml.aps.org](http://arxiv.org/abs/cond-mat/0702390)
<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0702390>

3. Молекулярный позитроний

D. Cassidy, A. Mills и их коллеги из Калифорнийского университета впервые получили в лаборатории молекулы позитрония Ps_2 — короткоживущие связанные состояния двух атомов Ps (пар e^-e^+). Атомы Ps рождались за счет захвата электронов при обстреле тонкой кварцевой пленки интенсивным пучком e^+ . В течение короткого времени до аннигиляции Ps могли удерживаться в микрополостях в кварце. При достаточно большой концентрации Ps этого времени хватало для объединения некоторых атомов Ps в молекулы Ps_2 , которые затем быстро разрушались за счет аннигиляции составляющих их частиц и античастиц. Ввиду равенства масс e^- и

e^+ в молекуле Ps_2 нельзя точно выделить два отдельных атома Ps, а следует рассматривать ее как связанную систему четырех частиц. В эксперименте Ps_2 был идентифицирован по характерной зависимости от температуры интенсивности аннигиляционного излучения, поскольку при низкой температуре молекулы Ps_2 рождаются с большей вероятностью. В дальнейших планах исследований — использование более мощных пучков e^+ для получения бозе-эйнштейновского конденсата Ps, а также применение аннигиляции Ps для создания когерентных пучков гамма-излучения — гамма-лазеров.

Источник: <http://www.physorg.com/news/108822085.html>

4. Влияние звука на электрическое сопротивление

Известно, что электрическое сопротивление некоторых манганитов (оксидов и гидроксидов марганца) вблизи температуры Кюри изменяется на несколько порядков величины при включении магнитного поля. Выдвигались гипотезы, что этот эффект связан с характером взаимодействия электронов с фононами (квазичастицами — акустическими колебаниями кристаллической решетки). A. Cavalleri и его коллеги выполнили в Оксфордском университете эксперимент, в котором обнаружено еще одно замечательное свойство манганита. Образец манганита подвергался воздействию короткого лазерного импульса, который возбуждал фононную моду колебаний с частотой 17 ТГц. При этом электрическое сопротивление манганита уменьшалось в сотни тысяч раз, а через 5 нс оно возвращалось к своему первоначальному значению. Длительность лазерного импульса была такова (300 фс), что возбуждалась лишь одна фононная мода, однако не успевал произойти нагрев электронов. Это позволило исключить дополнительные факторы, связанные с нагревом. Точная теоретическая модель резкого падения сопротивления манганита под влиянием звуковых колебаний пока отсутствует. Явление наблюдается при комнатной температуре, но возможно, что оно имеет некоторые общие черты с механизмом высокотемпературной сверхпроводимости. Не исключено, что обнаруженный эффект может найти практические применения в акустических детекторах для диапазона ТГц.

Источник: *Nature* **449** 72 (2007)

<http://physicsworld.com/cws/article/news/31066>

5. Сверхмассивная черная дыра в галактике NGC 1399

Исследование распределения и движения звезд в ядрах галактик важно для выяснения механизмов образования и роста сверхмассивных черных дыр. В структуре центральных звездных скоплений могли остаться следы слияний черных дыр, последовавших за слияниями протогалактик. Также от распределения звезд зависит скорость их поглощения и приливного разрушения черной дырой и темп аккреции вещества разрушенных звезд на черную дыру. С помощью космического телескопа Хаббла изучена кинематика звезд вблизи сверхмассивной черной дыры в гигантской эллиптической галактике NGC 1399 — центральной галактике скопления галактик Fornax, находящегося на расстоянии 21,1 Мпк от Солнца. Обнаружена сильная анизотропия скоростей: поперечная дисперсия скоростей звезд в три раза превосходит радиальную. Эта величина анизотропии в ядре является рекордной среди всех изученных галактик. Фитирование в рамках динамической модели звездного скопления дает массу черной дыры $5,1(\pm 0,7) \times 10^8$ масс Солнца, что примерно в 2,5 раза меньше средней величины, следующей из известной корреляции между массами сверхмассивных черных дыр и дисперсиями скоростей звезд в центрах галактик. Для объяснения результатов наблюдений необходимо дальнейшее развитие моделей формирования сверхмассивных черных дыр и ядер галактик. Одним из возможных объяснений большой анизотропии скоростей является падение на центр галактики NGC 1399 скопления звезд.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0709.0585>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко