

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0184.201411d.1216

1. Поиск стерильных нейтрино

В международном эксперименте Daya Bay, проводимом в Китае, выполнен поиск лёгких стерильных нейтрино в предположении, что им соответствует четвёртое массовое состояние обычных нейтрино. Стерильные нейтрино, если они существуют, не участвуют в слабых взаимодействиях Стандартной модели и недоступны для регистрации обычными детекторами. Но их, тем не менее, можно было бы обнаружить косвенным путём по исчезновению обычных нейтрино при их превращениях (осцилляциях) в стерильные нейтрино. В эксперименте Daya Bay анти-нейтрино $\bar{\nu}_e$ рождаются в шести атомных реакторах и регистрируются детекторами на различных расстояниях. По убыванию с расстоянием потока $\bar{\nu}_e$ и модификации их энергетического спектра исследуется эффект нейтринных осцилляций. Данные, собранные в течение первых 217 дней (за это время наблюдались более 300000 событий взаимодействия нейтрино), согласуются с моделью осцилляций между тремя известными ароматами нейтрино, а дополнительных осцилляций в стерильные нейтрино пока не выявлено. Поиск четвёртого массового состояния нейтрино выполнен в ранее почти не исследованном диапазоне масс $10^{-3}\text{эВ}^2 \leq |\Delta m_{41}^2| \leq 0,1\text{эВ}^2$, и были получены новые ограничения на угол смешивания θ_{14} в зависимости от $|\Delta m_{41}^2|$. Исследование стерильных нейтрино интересно, в частности, тем, что эти частицы могут давать вклад в среднюю плотность Вселенной, оказывая влияние на её эволюцию.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **113** 141802 (2014)
<http://arxiv.org/abs/1407.7259>

2. β -запаздывающие распады ядер ^{56}Zn

В β -распадах большинства ядер, обладающих протонной радиоактивностью, сначала из ядра вылетает протон, и только затем возбуждённое ядро испускает γ -фотон. S.E.A. Orrigo (Университет Валенсии, Испания) и др. выполнили наблюдение редкой моды β -распада ядер ^{56}Zn , когда протон вылетает из ядра после γ -фотона. Это происходит из-за наличия в ядре дополнительных симметрий, влияющих на вероятности процессов. Ранее подобные распады наблюдались лишь в случае лёгких ядер ^{32}Ar , сильно отличающихся от ^{56}Zn по своей структуре. В эксперименте, выполненном в Лаборатории GANIL (Франция), регистрировались заряженные фрагменты распадающихся ядер и гамма-излучение. Всего было зарегистрировано три события указанных редких распадов. Из данных эксперимента удалось уточнить величины взаимодействий, соответствующих переходам Ферми и Гамова–Теллера. Полученные результаты важны для понимания структуры ядер и механизмов их распада.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **112** 222501 (2014)
<http://arxiv.org/abs/1401.7685>

3. Фермионы Майораны в цепочке атомов

Группой исследователей из Принстонского университета и Техасского университета в Остине (США) выполнен эксперимент, в котором с большей достоверностью, чем в предшествующих экспериментах, наблюдались квазичастицы со свойствами майорановских фермионов на концах цепочки атомов железа. Исследовалась ферромагнитная цепочка атомов на поверхности сверхпроводящего кристалла свинца при температуре 1,4 К. За счёт спин-орбитальных взаимодействий между атомами железа и свинца цепочка становилась так называемым топологическим сверхпроводником. С помощью сканирующего туннельного микроскопа измерялся энергетический спектр в зависимости от пространственного положения. На концах цепочки наблюдался спектральный пик, соответствующий фермионам Майораны. Эксперимент был повторён в условиях слабого магнитного поля, разрушающего сверхпроводимость свинца. При этом

указанный пик исчезал, что исключало гипотезу магнитных резонансов (эффект Кондо) как возможной причины появления пика. Фермионы Майораны могут найти применения в квантовых вычислениях. Возможно, из них удастся создать топологические кубиты, устойчивые к декогеренции.

Источник: *Science*, онлайн-публикация от 2 октября 2014 г.
<http://arxiv.org/abs/1410.0682>

4. Фотопроводимость тонкого слоя MoS_2

Как правило, под действием света проводимость полупроводников возрастает в результате появления дополнительных носителей зарядов — электронов и дырок. Однако С.Н. Lui (Массачусетский технологический институт, США) и др. обнаружили, что в тонком слое полупроводника MoS_2 толщиной всего в три атома имеет место обратное явление: его проводимость под действием лазерных импульсов уменьшается примерно на 70 % в диапазоне температур 4–350 К. Этот эффект обусловлен увеличением энергии связи квазичастиц в двумерном случае по сравнению с объёмными полупроводниками. В тонком слое MoS_2 под действием света появляются связанные пары электронов и дырок — экситоны, которые взаимодействуют с уже имеющимися в MoS_2 свободными электронами, образуя квазичастицы-трионы — связанные системы из дырки и двух электронов. Трионы обладают зарядом единичного электрона, но втрое большей эффективной массой. Таким образом, концентрация носителей зарядов под влиянием света не увеличивается, а их подвижность и, следовательно, проводимость образца уменьшается. Для измерения проводимости через образец пропускались радиоимпульсы терагерцевого диапазона, синхронизированные со световыми, и уменьшение затухания радиоимпульсов свидетельствовало об уменьшении проводимости. Ранее короткоживущие трионы наблюдались лишь при низких температурах, но в данном эксперименте они появлялись и при комнатной температуре.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **113** 166801 (2014)
<http://arxiv.org/abs/1406.5100>

5. Позитроны в космических лучах

С помощью детектора AMS, установленного на борту Международной космической станции, впервые обнаружено, что при энергии выше ~ 200 ГэВ относительная доля позитронов e^+ в составе космических лучей перестаёт возрастать с увеличением энергии. Рост относительной доли e^+ в суммарном потоке e^+ и e^- начиная с энергии ≈ 30 ГэВ был обнаружен ранее детекторами PAMELA, Fermi и др. Причём, согласно новым данным AMS, спектр e^+ становится более жёстким, в то время как спектр e^- меняется мало. Это противоречит предсказаниям обычных моделей генерации e^+ при взаимодействии космических лучей с межзвёздным газом и излучением. Причина избытка e^+ пока остаётся неизвестной. Выдвигались гипотезы о генерации e^+ при аннигиляции частиц тёмной материи, о рождении e^+ вблизи пульсаров или об их дополнительном ускорении в источниках космических лучей. За 30 месяцев работы детектором AMS накоплена большая статистика при энергиях e^+ от 0,5 ГэВ до 500 ГэВ. Оказалось, что при ~ 200 ГэВ рост относительной доли e^+ прекращается. При этом поток e^+ на достигнутом уровне точности $\sim 3\%$ остаётся изотропным. Если избыточные e^+ возникают при аннигиляции частиц тёмной материи, то окончание роста доли e^+ соответствует массе частиц тёмной материи ~ 1 ТэВ.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **113** 121101 (2014)
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.121101>

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