

## НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0185.201506e.0630

**1. Редкие распады  $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$  и  $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$** 

Коллаборации CMS и LHCb, выполняющие эксперименты на Большом адронном коллайдере, сообщили о регистрации очень редких распадов мезонов  $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$  и  $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$  с достоверностью  $6\sigma$  и  $3\sigma$  соответственно. Их вероятность мала из-за того, что они происходят за счёт слабого взаимодействия и дополнительных диаграмм второго порядка. Обнаружение распадов  $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$  и  $B^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$  важно тем, что они чувствительны к эффектам за пределами Стандартной модели или в её модификациях. Например, некоторые теории с дополнительными хиггсовыми бозонами предсказывали повышенную вероятность указанных распадов. В новой совместной работе проведён анализ данных CMS и LHCb по pp-столкновениям за 2011–2012 гг. Измеренные вероятности распадов хорошо согласуются с расчётами в рамках Стандартной модели, и это накладывает определённые ограничения на новые гипотетические эффекты.

Источник: *Nature*, онлайн-публикация от 13 мая 2015 г.  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature14474>

**2. Куперовское спаривание электронов без сверхпроводимости**

J. Levy (Университет Питтсбурга, США) и его коллеги выполнили эксперимент, в котором впервые с большой достоверностью наблюдалось куперовское спаривание электронов в веществе без появления у этого вещества сверхпроводимости. Данный эффект был предсказан в 1969 г. D.M. Eagles. С помощью атомного силового микроскопа был изготовлен одноэлектронный транзистор, состоящий из нанопроволоки между слоями  $\text{SrTiO}_3$  и  $\text{LaAlO}_3$ . Участок нанопроволоки между двумя разрывами (туннельными барьерами) представлял собой квантовую точку, в которую можно было добавлять электроны путём изменения потенциала затвора транзистора. Эксперимент проводился выше температуры сверхпроводящего перехода, так что сверхпроводимость отсутствовала. Тем не менее наблюдалось поступление электронов парами со стороны  $\text{SrTiO}_3$  в квантовую точку. Это было установлено по наличию двойных, расщеплённых за счёт эффекта Зеемана, пиков на графике проводимости. Расщепление появилось при увеличении внешнего магнитного поля выше 3 Тл. Возможно, что изучение фазы, в которой есть куперовское спаривание без сверхпроводимости, поможет в понимании механизмов высокотемпературной сверхпроводимости.

Источник: *Nature* **521** 196 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature14398>

**3. Замедление света в оптоволокне**

Две независимые группы исследователей (J. Laurat (Университет Пьера и Марии Кюри — Париж 6, Франция) и др. и A. Rauschenbeutel (Венский технический университет, Австрия) и др.) впервые реализовали метод замедления групповой скорости света в веществе, который был предложен теоретически A.K. Patnaik, J.Q. Liang и K. Hakuta в 2002 г. Если раньше эксперименты по замедлению света выполнялись непосредственно в ультрахолодных газах, то в новом эксперименте импульс, представляемый единичным фотоном, передавался по оптоволокну, пропущенному сквозь облачко ультрахолодного газа атомов цезия в магнитооптической ловушке. Толщина оптоволокну была меньше длины волны света, поэтому вокруг оптоволокну возникало ближнее электромагнитное поле (evanescent field), в котором заключалось примерно 40 % энергии импульса. Благодаря взаимодействию с газом выходящего за пределы оптоволокну поля происходило замедление всего импульса. Состоянием газа и, соответственно, электромагнитно-индуцированной прозрачностью среды можно было управлять с помощью дополнительного лазера и магнитного поля. В эксперименте J. Laurat было достигнуто как замедление групповой скорости света до величины  $c/3000$ , так и запись импульса: его остановка в результате поглощения и последующее переизлучение с эффективностью 10 %. В эксперименте A. Rauschenbeutel и др. групповая скорость света замедлялась до  $50 \text{ м с}^{-1}$ , и также осуществлялась его запись и высвобождение с эффективностью 3 %. Новый

метод замедления света в оптоволокне удобен благодаря отсутствию необходимости применять зеркала, линзы и др. для отклонения света и может найти практические применения в устройствах обработки квантовой информации.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **114** 180503 (2015);  
*Optica* **2** 353 (2015)  
<http://arxiv.org/abs/1502.01458>  
<http://dx.doi.org/10.1364/OPTICA.2.000353>

**4. Циклотронное излучение единичного электрона**

D.M. Asner (Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория, США) и др. измерили характеристики электромагнитного излучения, генерируемого единичным электроном, вращающимся по круговой траектории в магнитном поле. Релятивистские поправки к частоте вращения зависят от энергии электронов, поэтому данный метод пригоден для измерения энергий электронов. Хотя циклотронное излучение было исследовано теоретически О. Хевисайдом ещё в 1904 г., до настоящего времени прямых измерений циклотронного излучения единичного электрона выполнено не было. В эксперименте D.M. Asner и др. регистрировалось излучение электронов, испущенных при бета-распадах ядер изомера  $^{83}\text{Kr}$  и захваченных в магнитную ловушку. Излучение с частотой  $\sim 25 \text{ ГГц}$  и мощностью всего в фемтоватт через волновод поступало на низкочувствительный усилитель. Таким способом регистрировалось излучение единичных электронов, что было установлено по характерному нарастанию частоты излучения за счёт потерь энергии электрона, а также по наличию резких скачков, интерпретируемых как столкновения электронов с молекулами газа. Планируется, что данный метод будет использован для регистрации излучения электронов в экспериментах по измерению массы нейтрино, испускаемых при радиоактивных распадах. Одновременно с нейтрино, которые сложно зарегистрировать непосредственно, испускаются и электроны, и по их энергетическому спектру можно определить массу нейтрино. В планируемом эксперименте KATRIN (Карлсруэ, Германия), детектор электронов представляет собой сложную массивную конструкцию. KATRIN является масштабным аналогом эксперимента ТРОИЦК-НЮ-МАСС, проводившегося под руководством акад. В.М. Лобашёва в ИЯИ РАН в г. Троицк, в котором было получено ограничение сверху на массу нейтрино. Новый метод измерения энергии электронов по частоте циклотронного излучения, возможно, позволит создать более компактный электронный спектрометр с высокой чувствительностью.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **114** 162501 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.114.162501>

**5. Распределение по ароматам нейтрино высоких энергий**

Две группы исследователей (F. Vissani (Научный институт Гран-Сассо и Национальная лаборатория Гран-Сассо, Италия) и др. и коллаборация IceCube) независимо проанализировали данные нейтринного детектора IceCube, расположенного на Южном полюсе, и пришли к выводу, что регистрируемые нейтрино распределены примерно поровну между тремя ароматами: электронным, мюонным и тау. Ранее в анализе другой группы делался вывод о том, что поток нейтрино IceCube почти полностью состоит из  $\nu_e$ , что возможно лишь в некоторых экзотических моделях. В новом анализе обеих групп применялся метод разделения событий на трековые и ливнеподобные (по топологии области излучения света) и использовались данные о мюонах, сопровождающих нейтринные события. Обнаруженное равномерное распределение нейтрино по ароматам хорошо соответствует перемешиванию при нейтринных осцилляциях в течение долгого времени, пока нейтрино летели от далёких астрофизических источников, возможно, активных ядер галактик.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **114** 171101, 171102 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.114.171101>  
<http://arxiv.org/abs/1502.03376>

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