

## НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2017.09.038200>**1. Когерентное рассеяние нейтрино на ядрах**

Международная коллаборация COHERENT, включающая российских исследователей из ИТЭФ, МИФИ и МФТИ, выполнила в Национальной лаборатории Оук-Ридж (США) эксперимент, в котором впервые зарегистрировано когерентное рассеяние нейтрино на ядрах. При когерентном рассеянии, предсказанном в теоретической работе D.Z. Freedman в 1974 г., нейтрино малой энергии взаимодействует одновременно со всеми нуклонами ядра, так как переносящий взаимодействие Z-бозон имеет длину волны де Бройля, превышающую размер ядра. Хотя сечение когерентного рассеяния, пропорциональное квадрату числа нейтронов в ядре, велико по сравнению с сечением рассеяния на единичных нуклонах, зарегистрировать когерентное рассеяние ранее не удавалось из-за малой энергии ядер отдачи. В эксперименте COHERENT применялся детектор, содержащий всего лишь 14,6 кг низкофонового сцинтиллятора CsI[Na] (йодид цезия, допированный натрием). Детектор находился в глубоком подвальной помещении с низким фоном от нейтронов и космических лучей и облучался нейтрино, которые рождались при взаимодействии протонных импульсов от ускорителя с мишенью из ртути. Когерентное рассеяние зарегистрировано на уровне достоверности  $6,7\sigma$ . Используемая методика регистрации когерентного рассеяния нейтрино на ядрах ввиду компактности детектора может найти практические применения для мониторинга ядерных реакторов.

Источник: *Science* 357 1123 (2017)<https://doi.org/10.1126/science.aao0990>**2. Механизм бесструктурного фазового перехода в  $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$** 

S. Kitou (Нагойский университет, Япония) и др. методом синхротронной рентгеновской дифракции впервые прояснили механизм фазового перехода в органическом молекулярном проводнике  $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$  вблизи температуры 67 К, когда кристалл переходит из состояния изолятора Мотта в зарядово-упорядоченное состояние и затем в спиновую фазу Пайерлса. Поскольку ранее при этом никаких изменений в структуре кристалла обнаружить не удавалось, этот переход был назван бесструктурным. Несмотря на 40 лет исследований, механизм данного перехода оставался неизвестным. В новом эксперименте для структурного анализа применялся синхротронный источник рентгеновского излучения. Методом обратного фурье-анализа были охарактеризованы внутренние электронные связи атомов в молекулах и связи с окружающими молекулами. Исследование показало, что фазовый переход связан с формированием двумерного вignerского кристалла, изменением длины связей и передачей заряда величиной  $0,20e$  между двумя соседними молекулами TMTTF в димере.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 119 065701 (2017)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.065701>**3. Магниево-аккумуляторы с наноструктурированным катодом**

Первый прототип аккумуляторов на основе магния продемонстрировали D. Aurbach и др. в 2000 г. Эти аккумуляторы безопаснее и дешевле литиевых, но уступают им по ёмкости. H.D. Yoo (Хьюстонский университет, США) и др. усовершенствовали магниевый аккумулятор, применив в нём другой электролит и улучшенный наноструктурированный катод. В качестве переносчиков заряда вместо прежних  $\text{Mg}^{2+}$  используются ионы  $\text{MgCl}^-$ . При этом для функционирования аккумулятора не требуется разрыв связей Mg–Cl, который ранее был необходим для высвобождения  $\text{Mg}^{2+}$ , в результате чего энергетический барьер в химических реакциях снижается с 3 до 0,8 эВ. Новый катод покрыт дисульфидом титана  $\text{TiS}_2$ , и с помощью внедрения (интеркаляции) органических молекул расстояние между слоями  $\text{TiS}_2$  увеличено с 5,69 до 10,86 Å. Это

существенно облегчает проникновение ионов  $\text{MgCl}^-$  в катод, ускоряя их диффузию. В результате ёмкость магниевого аккумулятора удалось повысить в четыре раза, до 400 мА ч г<sup>-1</sup>. Повышение ёмкости сопровождается также хорошей производительностью при перезарядке.

Источник: *Nature Commun.* 8 339 (2017)<https://doi.org/10.1038/s41467-017-00431-9>**4. Межатомный кулоновский распад**

В некоторых высокоэнергетических процессах образуются так называемые "полюые атомы", в которых электроны находятся на внешних орбиталях, а внутренние уровни не заполнены. Известно, что при взаимодействиях с веществом полые атомы способны за несколько фс перейти в основное состояние, но механизм быстрого сброса энергии электронами оставался неясным. R.A. Wilhelm (Институт прикладной физики, Австрия и Институт физики ионных пучков и исследования материалов, Германия) и др. показали, что этим механизмом является процесс межатомного кулоновского распада, при котором электроны полого атома взаимодействуют одновременно с несколькими соседними атомами. Эксперимент выполнен с многозарядными ионами  $\text{Ar}^{16+}$  и  $\text{Xe}^{30+}$ , пролетающими через слой графена. На расстоянии в несколько Å от поверхности графена ионы захватывают с неё электроны и частично нейтрализуются. Захваченные электроны имеют большие энергии, поэтому они оказываются преимущественно на внешних уровнях. Пролёт образовавшихся таким путём полых атомов через слой графена занимает ~ 1 фс, но за это время электроны успевают переходить на внутренние орбитали. Регистрация ионов на выходе осуществлялась с помощью электростатического анализатора. Сравнение результатов данного исследования с расчётами "из первых принципов" показало, что за эффект сброса энергии в данном случае отвечает межатомный кулоновский распад, а другие механизмы дают малый вклад. Межатомный кулоновский распад может иметь место также в биологических тканях при снятии возбуждения атомов, вызываемого ионизирующими излучениями.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 119 103401 (2017)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.103401>**5. Магнитное поле в далёкой галактике**

S.A. Mao (Институт радиоастрономии Общества им. М. Планка, Германия) и др. измерили магнитное поле в галактике, находящейся на расстоянии 4,6 млрд световых лет. Галактика наблюдалась в полосе частот 1–8 ГГц с помощью радиотелескопов VLA в Нью-Мексико (США). Она является сильной гравитационной линзой, создавая два изображения далёкого квазара. Была построена модель распределения электронной плотности в галактике и измерена разность фарадеевского вращения плоскостей поляризации в двух изображениях. Измерение разности помогло исключить влияние фоновых полей на луче зрения. По этим данным найдена величина крупномасштабного магнитного поля в галактике — порядка нескольких мГс. По своей величине и конфигурации поле в далёкой галактике похоже на магнитное поле в нашей Галактике и в других близких галактиках. Это говорит о том, что сильные магнитные поля появились в галактиках раньше, чем считалось. Механизм зарождения магнитных полей в ранней Вселенной пока окончательно не выяснен, но универсальным механизмом их усиления до больших величин является магнитное динамо в движущейся плазме. Наблюдаемые характеристики магнитного поля в исследованной галактике хорошо согласуются с теорией динамо.

Источник: *Nature Astronomy* 1 621 (2017)<https://doi.org/10.1038/s41550-017-0218-x>Подготовил Ю.Н. Ерошенко  
(e-mail: [erosh@ufn.ru](mailto:erosh@ufn.ru))