

**1. Проверка сохранения электрического заряда**

Закон сохранения электрического заряда является одним из базовых физических принципов и проверен во множестве экспериментов. Тем не менее нельзя исключить, что в некоторых очень редких процессах электрический заряд не сохраняется. В эксперименте Vogexino в Национальной лаборатории Гран Сассо (Италия), основной задачей которого является регистрация солнечных нейтрино, выполнен поиск возможного несохранения заряда за счёт распада электронов на нейтрино и фотоны  $e^- \rightarrow \gamma + \nu_e$  в атомах жидкого органического сцинтиллятора. Испускаемые при распадах  $\gamma$  с энергиями 256 кэВ могли бы взаимодействовать с электронами в веществе сцинтиллятора и вызывать вспышки света, регистрируемые фотоумножителями. По данным, накопленным в течение 408 дней, распадов  $e^-$  на достигнутом уровне точности не зарегистрировано, но из отсутствия наблюдаемых событий было получено новое ограничение  $> 6,6 \times 10^{28}$  лет на время жизни  $e^-$  в процессе  $e^- \rightarrow \gamma + \nu_e$ . Это ограничение на два порядка лучше, чем было получено в 1998 г. в эксперименте, который предшествовал Vogexino. О проверке закона сохранения электрического заряда см. также в статье Л.Б. Окуня в УФН 158 293 (1989).

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **115** 231802 (2015)  
<http://arxiv.org/abs/1509.01223>

**2. Гамма-спектроскопия ядер  ${}^4_\Lambda\text{He}$** 

Зарядовая симметрия, утверждающая, что сильное взаимодействие в атомных ядрах не зависит от заряда нуклонов, имеет большое значение для свойств многих ядер, но является приближённой симметрией. Измеренная в экспериментах разность энергий связи ядер  ${}^3\text{H}$  и  ${}^3\text{He}$ , обусловленная нарушением зарядовой симметрии, хорошо соответствует результатам расчётов. Однако в случае гиперядер  ${}^4_\Lambda\text{He}$  и  ${}^4_\Lambda\text{H}$ , в состав которых входят  $\Lambda$ -гипероны, эксперимент даёт в три раза большую величину, чем предсказано теоретически. Чтобы выяснить, насколько статистически значимым является это расхождение, были желательны новые эксперименты. Коллаборацией J-PARC E13-1<sup>st</sup> методом гамма-спектроскопии выполнено исследование переходов  $1^+ \rightarrow 0^+$  между уровнями ядер  ${}^4_\Lambda\text{He}$ , рождавшихся в реакциях  ${}^4\text{He}(K^-, \pi^-){}^4_\Lambda\text{He}$ . Оказалось, что эффект нарушения зарядовой симметрии существенно зависит от спинов, он является относительно большим для состояния  $0^+$ , но малым для  $1^+$ . Сравнение полученной в данном эксперименте разности энергий  $1406 \pm 2(\text{стат.}) \pm 2(\text{сист.})$  кэВ уровней  $1^+$  и  $0^+$  в ядре  ${}^4_\Lambda\text{He}$  с выполненными ранее аналогичными измерениями для  ${}^4_\Lambda\text{H}$  подтвердило расхождение экспериментальных данных с существующими теоретическими расчётами.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **115** 222501 (2015)  
<http://arxiv.org/abs/1508.00376>

**3. Низковольтный туннельный полевой транзистор**

В настоящее время достигнут предел, когда дальнейшая миниатюризация обычных полевых транзисторов затруднительна из-за ухудшения их характеристик. Кроме того, рабочее напряжение транзистора нельзя уменьшить путём уменьшения его размеров. Перспективным представляется разработка транзисторов, работающих на новых принципах, например, с использованием эффекта квантового туннелирования. D. Sarkar (Калифорнийский университет в Санта-Барбаре, США) и др. изготовили туннельный полевой транзистор, имеющий рабочее напряжение 0,1 В и среднее значение обратной логарифмической крутизны 31,1 мВ на декаду на протяжении четырёх порядков изменения тока канала при комнатной температуре, причём минимальное значение составило всего 3,9 мВ на декаду. Этого результата удалось достичь путём создания канала из  $\text{MoS}_2$  в виде бислоя толщиной 1,3 нм на слое допированного германия, служащем истоком. Полученная гетероструктура имеет рекордно тонкий туннельный зазор и большую площадь туннель-

ного контакта. Транзистор работает за счёт квантового туннелирования электронов из валентной зоны германия в зону проводимости  $\text{MoS}_2$ . Под влиянием приложенного к затвору управляющего напряжения происходит относительное смещение этих зон и, соответственно, изменяется туннельный ток. Для изготовления транзистора применялись методы электронно-лучевой литографии и химического осаждения из газовой фазы. Ранее уже создавались туннельные полевые транзисторы на основе графена, однако в них не было указанного выше межзонного туннелирования и поэтому не удалось получить обратную логарифмическую крутизну менее 60 мВ на декаду. Диссипация энергии в новом транзисторе на 90 % меньше, чем у обычных транзисторов, что делает новую технологию очень экономичной и перспективной для применений в микроэлектронике.

Источники: *Nature* **526** 91 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1038/nature15387>

**4. Вихри в гранулированной среде**

G. Combe (Лаборатория 3SR в Гренобле, Франция) и др. исследовали статистические свойства частиц гранулированной среды и установили, что флуктуации скоростей частиц среды в некоторых случаях имеют характер вихрей, напоминающих турбулентные вихри в жидкости. В качестве исследуемой среды был выбран квазидвумерный массив из деревянных дисков различного диаметра от 3 до 30 мм, заключённых между двумя прозрачными пластинами. С помощью фотосъёмки изучалось пространственное перераспределение дисков под влиянием нарастающего давления при внешнем сжатии среды. Помимо наблюдения вихрей, впервые была подтверждена предсказанная С. Tsallis и D.J. Bukman зависимость  $\alpha = 2/(3 - q)$  между величиной показателя степени  $\alpha$  в законе смещения частиц среды  $\langle x^2 \rangle \propto t^\alpha$  и величиной  $q$ , характеризующей статистическое распределение частиц, и был прослежен переход от режима аномальной диффузии к броуновскому поведению.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **115** 238301 (2015)  
<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.115.238301>

**5. Магнитные структуры****вблизи сверхмассивной чёрной дыры в центре Галактики**

M.D. Johnson (Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики, США) и др. с помощью прототипа "Телескопа для горизонта событий" (Event Horizon Telescope) выявили упорядоченные магнитные структуры вблизи горизонта событий сверхмассивной чёрной дыры в центре Галактики. Телескоп для горизонта событий представляет собой систему радиотелескопов, расположенных на разных континентах Земли и работающих как единый радиоинтерферометр со сверхдлинной базой. Описываемые наблюдения выполнены на длине волны 1,3 мм с помощью четырёх телескопов системы, а к 2020 г. планируется увеличить их число до 13. Были пространственно разрешены области поляризованного излучения с масштабами  $\sim 40$  угл. мкс, что соответствует примерно шести гравитационным радиусам чёрной дыры. Наличие таких областей говорит о существовании на этом масштабе пространственно-упорядоченного магнитного поля, в котором наблюдаемое радиоизлучение генерируется электронами по синхротронному механизму, причём характеристики излучения соответствуют величине магнитного поля в несколько десятков Гс. Также была зарегистрирована переменность радиосигнала на интервалах времени меньше часа. Упорядоченное магнитное поле во внутренней части аккреционного диска могло возникнуть за счёт его вытягивания в тороидальную конфигурацию или, в другой модели, за счёт аккумуляции магнитного потока у горизонта событий.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1512.01220>