

1. Проверка лоренц-инвариантности в распадах K_S^0 -мезонов

A. de Angelis (Институт физики общества им. М. Планка, Германия) и его коллеги из Италии получили новые ограничения на гипотетический эффект нарушения лоренц-инвариантности при распадах $K_S^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$. На синхротронном ускорителе в Национальной лаборатории во Фраскати (Италия) изучено 62,3 млн событий распадов, допускающих хорошую реконструкцию. Измерялось время жизни K_S^0 -мезонов в зависимости от направления их движения по отношению к системе отсчёта, связанной с микроволновым фоном излучением — системе, в которой у реликтового излучения отсутствует дипольная компонента. Полученная величина асимметрии $A = (-0,13 \pm 0,40) \times 10^{-3}$ согласуется с нулевым значением $A = 0$, т.е. на уровне достоверности в 95 % зависимость времени жизни K_S^0 -мезонов от направления их движения не обнаружена. Этот результат примерно на порядок величины улучшает имевшиеся ранее ограничения.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1011.3720v1>

2. Выделение тепла в ядерном топливе

Примерно 8 % энергии в ядерных реакторах выделяется при распадах радионуклидов — продуктов основных реакций. До сих пор в характеристиках этих процессах оставались некоторые неопределенности, устранение которых способно повысить безопасность хранения и переработки ядерных материалов и может дать заметный экономический эффект. В новом эксперименте, выполненном международным коллективом учёных на сепараторе изотопов IGISOL в университете Jyväskylä (Финляндия), исследовано выделение тепла при распадах нуклидов $^{102,104-107}\text{Tc}$, ^{105}Mo и ^{101}Nb . Гамма-спектрометр с полным поглощением, сконструированный в Петербургском институте ядерной физики им. Б.П. Константинова, был непосредственно соединён с ловушкой Пеннинга, в которую направлялись полученные на циклотроне нуклиды, и регистрировал суммарные γ -каскады, возникавшие вслед за β -распадами. Для ядер $^{104-107}\text{Tc}$ и ^{105}Mo количество тепла, уносимое гамма-излучением, оказалось больше, чем давали предшествующие измерения на германиевых детекторах. Новые измерения устранили известную неопределенность энерговыделения при распадах ^{239}Pu и дочерних ядер в интервале времён 4–3000 секунд после остановки реактора. Полученные результаты полезны также для уточнения спектра антинейтринного сигнала от ядерных реакторов, что важно для изучения нейтринных осцилляций.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **105** 202501 (2010)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.202501>

3. Магнитные возбуждения в сверхпроводниках-купратах

M. Greven (Университет Миннесоты, США) и его коллеги методом неупругого нейтронного рассеяния со спиновой поляризации обнаружили в высокотемпературном сверхпроводнике $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$ новый тип магнитных волн (магнитных возбуждений), характеризующихся малой дисперсией. Возбуждения имеют энергию 52–56 мэВ и наблюдаются при температурах ниже температуры T^* , при которой в электронном спектре материала возникает псевдощель. Исследование псевдощелевого состояния остаётся актуальной задачей, так как механизм его возникновения может содержать ключ к механизму высокотемпературной сверхпроводимости. Обнаруженные магнитные возбуждения, вероятно, напрямую связаны с псевдощелью, поскольку их интенсивность начинает возрастать при охлаждении ниже T^* . Возможным механизмом, ответственным за появление этих возбуждений, является электрон-фононное взаимодействие. Энергия возбуждений близка к энергии одного из резонансов соединения $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$, поэтому их не удавалось обнаружить в предшествующих экспериментах.

Источник: *Nature* **468** 283 (2010)

<http://dx.doi.org/10.1038/nature09477>

4. Рост свободной энергии за счёт информации

M. Sano (Токийский университет, Япония) и его коллеги продемонстрировали возможность увеличения свободной энергии броуновской частицы за счёт информации о направлении её скорости. Димерная частица — пара полистироловых бусинок диаметром 287 нм была прикреплена к стенке камеры, заполненной буферным раствором, и могла поворачиваться вокруг оси. В камере создавалось эллипсоидальное вращающееся электрическое поле, оказывающее на частицу вращательный момент. Под влиянием молекул буферного раствора частица испытывала вращательное броуновское движение, которое отслеживалось с помощью микроскопа и скоростной видеокамеры. Частице позволялось поворачиваться в направлении роста потенциальной энергии (навстречу вращательному моменту), а в обратном направлении её движение искусственно блокировалось путём изменения фазы электрического поля. Тем самым, была создана цепь обратной связи, управляющая движением частицы на основе информации о его направлении. В результате с течением времени частица переходила в состояние со всё большей и большей потенциальной энергией. Данный процесс напоминает мысленный эксперимент с "демоном Максвелла", разделяющим молекулы по величине их энергии. Согласно интерпретации Л. Сцилларда, для создания разности температур затрачивается информация, что ведёт к росту энтропии в совокупной большой системе, включающей и самого "демона". Таким образом, второй закон термодинамики здесь не нарушается. Количественные измерения, выполненные M. Sano и др., подтвердили теоретические соотношения С. Jarzynsky (Мэрилэндский университет, США), характеризующие эффективность получения свободной энергии за счёт информации. В данном эксперименте "демон" представляет собой громоздкую систему, включающую видеокамеру, компьютеры и другое оборудование. Следующим шагом могло бы стать перенесение всего эксперимента в наномасштаб, например, создание микроскопической управляющей системы для "молекулярных моторов".

Источник: *Nature Physics*, онлайн-публикация от 14 ноября 2010 г.; <http://dx.doi.org/10.1038/nphys1821>

5. Массивная нейтронная звезда

P. Demorest (Национальная радиообсерватория, США) и его коллеги с помощью радиотелескопа Green Bank обнаружили нейтронную звезду с рекордно большой массой $1,97 \pm 0,04$ масс Солнца. Исследовался миллисекундный пульсар PSR J1614-2230, находящийся в двойной системе на расстоянии около 3000 световых лет от Земли. Применялась новая методика когерентной фильтрации замираний сигнала, обусловленных дисперсией в межзвёздном газе. Благодаря удачной ориентации плоскости орбиты, видимой почти с ребра, удалось методом тайминга (по темпу пульсаций) с высокой точностью измерить эффект Шапиро — задержку сигналов, распространяющихся в гравитационном поле. Затем с учётом этого эффекта и предполагаемых характеристик орбитального движения была найдена масса нейтронной звезды. Измерение масс и радиусов нейтронных звёзд позволяет получать ограничения на уравнение состояния их вещества при ядерных плотностях. Выдвигались гипотезы, согласно которым в нейтронных звездах присутствует экзотическая адронная материя — гипероны или каонный конденсат. Факт существования нейтронной звезды с массой $\approx 1,97 M_\odot$ исключает эти модели и существенно ограничивает, хотя и не закрывает полностью, модели с кварковой материей.

Источник: *Nature* **467** 1081 (2010)

<http://arxiv.org/abs/1010.5788v1>

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