

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: 10.3367/UFNr.0183.201303d.0286

1. Размер протона

В Институте Пауля Шеррера (Швейцария) измерены зарядовый радиус r_E и радиус Земаха протона в атомах мюонного водорода μ^- . Размер ядра сильнее влияет на уровни энергии мюонных атомов, чем обычных, так как мюон в среднем в 186 раз ближе к ядру, чем электрон. Атомы μ^- в возбуждённых состояниях образовывались при столкновении пучка μ^- от ускорителя с газом H_2 в результате замещения e^- мюонами. Измерялся лэмбовский сдвиг и гипертонкое расщепление уровней. Для этого лазерными импульсами вызывались резонансные $2S-2P$ -переходы и регистрировались рентгеновские фотоны, излучаемые при переходах $2P-1S$. Радиус r_E оказался равен $r_E = 0,84087(39)$ фм. А радиус Земаха, определяемый через распределения как электрического заряда, так и магнитного момента — $1,082(37)$ фм. Новый эксперимент с большей точностью подтвердил выявленное в 2010 г. той же коллаборацией несоответствие между измерениями r_E у обычного и мюонного водорода. Отклонение от консолидированного по различным экспериментам (на основе спектроскопии обычного водорода и e^- -рассеяний) значения CODATA — Комитета по данным для науки и техники — составляет $\approx 7\sigma$. Причина несоответствия пока не выяснена, и не исключён вклад эффектов за пределами Стандартной модели, если взаимодействия протона с e^- и μ^- в каком-то отношении различаются.

Источник: *Science* 339 417 (2013)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1230016>

2. Аналог джозефсоновского контакта в бозе-эйнштейновском конденсате

Исследователи из Национального института стандартов и технологий (NIST) и Мэрилендского университета наблюдали эффект квантового проскальзывания фазы в кольце бозе-эйнштейновского конденсата с вращающимся барьером. Конденсат Бозе-Эйнштейна из $\approx 6 \times 10^5$ атомов ^{23}Na удерживался в тороидальной оптической ловушке. Конденсат изначально покоился, но вдоль кольца с частотой до 3 Гц вращался барьер — область с пониженной плотностью конденсата (участок со слабой связью). Барьер создавался лучом лазера, приводимым в движение акусто-оптическим отражателем. Поток атомов относительно барьера был аналогом тока электронов в сверхпроводящем кольце СКВИДа. Измерения состояния конденсата производились на стадии свободного разлёта облачка конденсата после выключения потенциала ловушки. При увеличении частоты вращения барьера наблюдалось до трёх последовательных проскальзываний фазы — переходов конденсата между квантовыми состояниями с различными угловыми моментами. После первого такого скачка в конденсате возникали вихри из-за наличия радиального градиента скорости. Данная методика может привести к созданию очень чувствительных гироскопов, превосходящих по своим характеристикам гироскопы на основе сверхтекучего гелия.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 110 025302 (2013)<http://arxiv.org/abs/1208.3608>3. Топологический изолятор SmB_6

Тремя группами исследователей установлено, что гексаборид самария SmB_6 при охлаждении ниже 4 К превращается в 3D топологический изолятор, который в объёме является диэлектриком, а на поверхности — проводником. Роль топологических эффектов в изоляторах Кондо, к которым относится и SmB_6 , была предсказана V. Galitsky и его коллегами в 2010 г. В SmB_6 эти эффекты имеют место благодаря взаимодействию локализованных (pinned) и свободных электронов. В эксперименте S. Wolgast (Мичиганский университет, США) и его коллег проводящие свойства образца исследовались с помощью прикреплённых к

нему восьми электрических контактов, по четыре с двух противоположных сторон. Это позволило достоверно установить, что проводимость образца имеет поверхностный характер. В эксперименте учёных из Калифорнийского университета такой же вывод был сделан на основе измерения сопротивления по эффекту Холла, а именно, было установлено, что сопротивление не зависит от толщины образца. X. Zhang и др. (Университет Мэриленда) применяли метод микроконтактной спектроскопии, и также подтвердили, что SmB_6 — топологический изолятор.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1211.5104>,<http://arxiv.org/abs/1211.6769>, <http://arxiv.org/abs/1211.5532>

4. Метод ЯМР в наномасштабе

Две независимые группы исследователей реализовали методику ядерного магнитного резонанса для изучения образцов нанометрового масштаба. В качестве детекторов применялись NV-дефекты в кристалле алмаза при комнатной температуре. Дефект NV представляет собой пару из атома азота, заместившего атом углерода, и атомной вакансии — незаполненного места в кристаллической решётке. T. Staudacher (Университет Штутгарта, Германия) и др. помещали образцы различного состава непосредственно на поверхность алмаза, под которой на глубине ≈ 7 нм находился NV-дефект. Образец в магнитном поле облучался микроволнами, и генерируемые в нём переменные магнитные поля вызывали в NV-дефекте переходы между спиновыми состояниями. Излучаемые вслед за этим флуоресцентные фотоны регистрировались фотодиодом. Тем самым, NV-дефект реагировал на прецессию спинов $\sim 10^4$ протонов в объёме образца ~ 5 нм³. В эксперименте H.J. Mamin (Исследовательский центр IBM в Сан-Хосе, США) и др. применялась схожая методика, но органический образец находился на некотором удалении от поверхности алмаза и NV-дефект регистрировал сигнал из большего объёма. Исследователи надеются, что в будущем эта методика будет способна давать изображение трёхмерной структуры наночастиц, что важно для развития нанотехнологий. Метод ЯМР в некоторых отношениях проще, чем использование резонансного силового микроскопа, поскольку в ЯМР не требуется охлаждения до криогенных температур.

Источники: *Science* 339 557 (2013), *Science* 339 561 (2013)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1231540>,<http://dx.doi.org/10.1126/science.1231675>

5. Выброс массы предсверхновой

С помощью широкопольного обзора The Palomar Transient Factory обнаружено, что за 37 дней до взрыва сверхновой SN 2010mc звезда-предсверхновая произвела вспышку излучения с энергией 6×10^{47} эрг. По ширине спектральных линий найдена скорость излучающего газа — 2000 км с⁻¹. Вероятным объяснением этого события является выброс массы величиной $\sim 0,01 M_\odot$. Выброс, скорее всего, был закономерным явлением, предшествующим взрыву, так как вероятность случайного совпадения таких событий на интервале в 37 дней оценивается на уровне всего 0,1%. Подобные выбросы до основного взрыва предсказывались теорией звёздной эволюции. Фотометрические и спектроскопические характеристики наблюдавшихся вспышек хорошо соответствуют волновой модели. В этой модели незадолго до коллапса ядра вокруг него развиваются мощные конвективные движения, которые в виде волн выходят на поверхность звезды, создавая в процессе диссипации энергии выбросы вещества, а в альтернативных моделях (объекты Торна-Жидковой или сверхновые с парной нестабильностью) не удаётся объяснить большую скорость и массу выброса.

Источник: *Nature* 494 65 (2013)<http://arxiv.org/abs/1302.2633>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)