

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: 10.3367/UFNr.0184.201407c.0738

1. Прямое измерение магнитного момента протона

A. Mooser и его коллеги выполнили в университете г. Майнц (Германия) прямое измерение магнитного момента протона μ_p с рекордной на сегодняшний день точностью. До этого самые точные измерения μ_p выполнялись косвенным методом — путём анализа спектров водородных мазеров в магнитном поле. В новом эксперименте применялась двойная ловушка Пеннинга. Измерение спинового состояния протона выполнялось в области с магнитной неоднородностью, затем протон перемещался в часть ловушки с однородным магнитным полем, где измерялась циклотронная частота вращения протона вокруг оси ловушки и ларморовская частота прецессии под влиянием радиочастотного поля. Отношение этих частот содержит информацию о μ_p . Ранее похожая методика уже применялась для измерения магнитных моментов электронов и позитронов. Измеренная величина μ_p составляет $\mu_p = 2,792847350(9)\mu_N$, где $\mu_N = eh/(2m_p)$ — ядерный магнетон. Точность данного результата в 760 раз превосходит точность выполненных ранее аналогичных прямых измерений в двойных ловушках Пеннинга и в три раза выше, чем в косвенном методе. Когда подобные высокоточные измерения будут выполнены с антипротонами, станет возможной ещё одна проверка CPT-теоремы, из которой следует равенство магнитных моментов частиц и их античастиц.

Источник: *Nature* **509** 596 (2014)<http://dx.doi.org/10.1038/nature13388>**2. Проверка принципа эквивалентности с помощью атомного интерферометра**

D. Schlippert (Университет Вильгельма Лейбница, Германия) и др. впервые сравнили время свободного падения атомов двух различных элементов, ^{39}K и ^{87}Rb , в атомном интерферометре и подтвердили принцип эквивалентности (универсальность ускорения свободного падения) с точностью $\approx 10^{-7}$. Ранее подобные измерения выполнялись лишь с различными изотопами одного элемента, но для проверки эйнштейновского принципа эквивалентности отличие в составе ядер имеет принципиальное значение. В новом эксперименте пучки атомов ^{39}K и ^{87}Rb одновременно начинали падать в магнитооптической ловушке. При рассеянии света лазера каждый из пучков расщеплялся на два интерферирующих пучка. Из интерференционной картины, наблюдавшейся по флуоресцентному излучению атомов, был получен гравитационный сдвиг фаз, который зависит от ускорений свободного падения g_K и g_{Rb} атомов ^{39}K и ^{87}Rb соответственно. Параметр Этвеша $\eta = 2(g_{Rb} - g_K)/(g_{Rb} + g_K)$ ограничен на уровне $\eta = (0,3 \pm 5,4) \times 10^{-7}$. Данные измерения служат проверке некоторых из теорий, которые предсказывают нарушение эйнштейновского принципа эквивалентности. В атомных интерферометрах изучаются квантовые эффекты, поэтому, несмотря на меньшую точность, такие эксперименты являются важным дополнением к классическим измерениям на основе крутильных маятников.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **112** 203002 (2014)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.112.203002>**3. Сверхизлучение в конденсате Бозе-Эйнштейна**

P. Engels (Вашингтонский государственный университет, США) и др. продемонстрировали в эксперименте с конденсатом Бозе-Эйнштейна аналог эффекта сверхизлучения, предсказанного Р. Дике в 1954 г. В оригинальном виде этот эффект заключается в том, что ансамбль атомов, имеющих два уровня энергии и взаимодействующих друг с другом посредством поля излучения, может испытывать коллективные спонтанные переходы и излучать когерентно (см. обзор в *УФН* **131** 653 (1980)). Эффект сверхизлучения недавно наблюдался в эксперименте с бозе-эйнштейновским конденсатом в оптической полости. С. Zhang предсказал теоретически, что похожий

эффект суперрадиации имеет место в случае спин-орбитального взаимодействия во внешнем потенциале. Р. Engels и др. реализовали этот вариант в бозе-эйнштейновском конденсате атомов ^{87}Rb . В их эксперименте связь между двумя спиновыми состояниями и состояниями движения атомов в ловушке устанавливалась с помощью рамановских лазеров по методу "raman dressing". Облачко атомов наблюдалось по поглощению им света на стадии свободного разлёта после магнитной сепарации спинов (как в опыте Штерна – Герлаха). Путём измерения различных характеристик облачка, в том числе его квадрупольных колебаний, было подтверждено, что при изменении величины рамановской связи конденсат действительно испытывал фазовый переход в состояние сверхизлучения в соответствии с теорией Р. Дике. Поведение облачка атомов описывается уравнением Гросса – Питаевского, и сравнение данных эксперимента с расчётами показало их отличное согласие.

Источник: *Nature Communications* **5** 4023 (2014)<http://arxiv.org/abs/1405.2132>**4. Управление плазмонами в графене**

P. Alonso-Gonzalez (Центр совместных исследований в нанонауках, Испания) и др. продемонстрировали новую методику направленной генерации и управления плазмонами в графене с помощью дипольных резонансных антенн длиной около 3 мкм. Плазмоны в графене (поверхностные плазмон-поляритоны) представляют собой связанные состояния фотонов и зарядов. Антенны, изготовленные из золота и находящиеся в контакте с графеном, поглощали фотоны поляризованного света и создавали ближнее оптическое поле, под влиянием которого в графене рождались плазмоны с длиной волны, в несколько раз меньшей размера антенны. Использование таких антенн для возбуждения плазмонов много проще, чем применявшийся ранее для этой цели микроскоп ближнего поля. Была исследована рефракция плазмонов при их прохождении через неоднородность проводимости. Этот эффект открывает принципиальную возможность управления плазмонами. В будущей оптоэлектронике плазмоны могут стать связующим звеном между оптическими и электронными сигналами. Об оптических наноантеннах см. в *УФН* **183** 561 (2013).

Источник: *Science* **344** 1369 (2014)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1253202>**5. Магнитное поле вблизи сверхмассивных чёрных дыр**

Исследователи из Берклиевской национальной лаборатории (США) и Института астрономии Общества им. М. Планка (Германия) на основе систематических радионаблюдений 76 галактик радиотелескопом VLBA подтвердили, что величина магнитного поля вблизи сверхмассивных чёрных дыр в ядрах галактик столь велика, что силы, оказываемые магнитными полями на плазму, сравнимы с силами гравитационного притяжения чёрных дыр. Таким образом, магнитное поле может быть важным или даже определяющим фактором динамики аккрецируемой плазмы в ядрах галактик. Судя по всему, магнитные поля ответственны за формирование релятивистских струй (джетов), исходящих из центров активных галактик, поэтому по характеру радиоизлучения джетов можно изучать магнитные поля. В описываемой работе величина магнитного поля была рассчитана исходя из данных о положении особенностей на карте радиоизлучения джетов на разных частотах. Полученные результаты хорошо согласуются с численными моделями аккреции, разработанными А. Чеховским (Берклиевская лаборатория) и его коллегами.

Источник: <http://newscenter.lbl.gov/2014/06/04/black-holes/>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)