

## НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

**1. Роль фононов в механизме****высокотемпературной сверхпроводимости**

S. Davis (Корнельский университет) и его коллеги из США и Японии представили новые экспериментальные свидетельства ключевой роли фононов (квантов колебаний кристаллической решетки) в механизме высокотемпературной сверхпроводимости, а именно — в процессе куперовского спаривания электронов при их взаимодействии с фононами. Этот эффект ранее наблюдался в низкотемпературных сверхпроводниках методом туннельной спектроскопии, однако аналогичные исследования высокотемпературных сверхпроводников не давали однозначных результатов. Одно из объяснений состоит в том, что в высокотемпературных сверхпроводниках спаривание происходит лишь в малых участках пространства, расположенных хаотически. Следовательно, необходимы измерения по многим областям атомного размера вдоль поверхности сверхпроводника. S. Davis и его коллеги с помощью сканирующего туннельного микроскопа выполнили новые измерения туннельного тока в нанометровых масштабах у сверхпроводящего соединения  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ . Взаимодействие электронов с фононами было идентифицировано по пикам на графике второй производной туннельного тока  $d^2I/dV^2$ . Дополнительные исследования показали, что это взаимодействие не связано с особенностями магнитной структуры образца, а замена изотопа  $^{18}\text{O}$  на  $^{16}\text{O}$  смещает энергию фононных мод колебаний примерно на 6%, что соответствует предсказанию теории. Кроме того, энергия фононных мод в каждой точке поверхности образца антикоррелирует с величиной сверхпроводящей щели в энергетическом спектре, что также подтверждает связь сверхпроводимости с фононами.

Источник: *Nature* 442 657 (2006); www.nature.com

**2. Осцилляции Блоха в поле световой волны**

В университете Флоренции разработана новая методика исследования силы тяготения на масштабе в несколько микрометров. Сила определяется путем измерения частоты осцилляций Блоха атомов в оптической ловушке, представляющей собой вертикальную стоячую световую волну (с периодичностью в вертикальном направлении). Квантово-механические осцилляции Блоха возникают в том случае, когда частица находится в периодическом потенциале и под воздействием дополнительной постоянной силы, например, колебания электрона в кристалле во внешнем электрическом поле. В эксперименте G. Ferrati и его коллег роль потенциала играло дипольное взаимодействие атомов с периодическим полем световой волны, а внешней силой была сила тяготения. Эксперимент проводился с ультрахолодными атомами — бозонами  $^{88}\text{Sr}$ , имеющими в основном состоянии нулевой спин и ядерный магнитный момент и по этой причине слабо взаимодействующими друг с другом и с внешними электромагнитными полями, что позволило достичь рекордного времени когерентных осцилляций Блоха — около 10 секунд. С помощью данной методики планируется выполнить сверхточные измерения силы тяготения в масштабе микрометров и проверить закон тяготения Ньютона в малых масштабах.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 97 060402 (2006); prl.aps.org

**3. Прямое доказательство существования темной материи**

С помощью космического рентгеновского телескопа Чандра и телескопа Хаббла выполнены детальные наблюдения скопления галактик 1E0657-558, представляющего собой на самом деле два отдельных скопления на начальной стадии их разлета после столкновения. Горячий газ в скоплениях наблюдается по его рентгеновскому излучению, а распределение массы было получено по искажению оптических изображений галактик, находя-

щихся на большом расстоянии за скоплением. Гравитационное линзирование света придает изображениям галактик вытянутую форму, что статистически позволяет восстановить распределение массы в гравитационной линзе. Как оказалось, положение газовых ядер скоплений не совпадает с положением центров масс разлетающихся скоплений. Картина такова, что газ как бы отстает от разлетающихся невидимых сгущений массы и галактик, что практически доказывает существование темной материи. Наблюдениям дается следующая интерпретация. В изолированных скоплениях галактик газовое ядро находится примерно в центре более протяженного гало темной материи. В процессе столкновения скоплений, при их пролете друг сквозь друга газовые облака испытали взаимное трение и затормозились, а бесстолкновительная темная материя и галактики продолжили лететь по инерции. В результате барийная составляющая скоплений и их темная материя пространственно разделились. Это разделение, хотя оно и не полное, достоверно установлено из сравнения рентгеновского изображения и распределения скрытой массы, восстановленного по оптическим наблюдениям гравитационного линзирования. Для объяснения кривых вращения галактик и высокой температуры газа в скоплениях галактик предлагались различные модификации закона тяготения. Ввиду описываемых наблюдений необходимость в подобных альтернативных теориях отпала и, более того, большинство из них не могут описать наблюдаемую картину столкновений скоплений. Пока неизвестно, из чего именно состоит темная материя: по наиболее вероятной гипотезе — из элементарных частиц, не обнаруженных пока экспериментально. Однозначным решением проблемы темной материи была бы непосредственная регистрация этих частиц в земных детекторах, на что направлены усилия уже работающих лабораторий, а также планируются новые эксперименты.

Источник: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/astro-ph/0608407>

**4. Литий во Вселенной**

Последние данные по анизотропии реликтового излучения, полученные со спутника WMAP, позволили выполнить в рамках теории первичного нуклеосинтеза точные расчеты первичного (дозвездного) химического состава вещества во Вселенной. Однако предсказываемое теорией количество лития оказалось в 2–3 раза больше, чем следовало из астрономических наблюдений состава звезд. A. Korn и его коллеги, возможно, устранили это расхождение путем спектроскопических исследований 18 звезд в шаровом звездном скоплении NGC 6397. Наблюдения велось на 8,2-метровом телескопе VLT в Чили. Звезды шаровых скоплений относятся к самому старому звездному населению Галактики, они имеют разные массы и температуру, но одинаковый возраст и начальный химический состав, что позволило сравнить данные наблюдений с предсказанием теории звездной эволюции. Количество лития вблизи видимой поверхности звезд с увеличением температуры сначала почти не изменяется (плато на графике), а затем резко уменьшается. Такую зависимость объясняет теория, согласно которой ядра лития в достаточно горячих звездах в процессе диффузии с участием турбулентного перемешивания опускаются к центру звезд и там разрушаются в ядерных реакциях в условиях высокой температуры. В результате, количество лития у поверхности звезд за время их жизни уменьшилось примерно на 78%, а начальное его количество согласуется с предсказанием теории первичного нуклеосинтеза с точностью в одно стандартное отклонение.

Источник: *Nature* 442 657 (2006); www.nature.com

Подготовил Ю.Н. Ерошенко