

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0179.200906i.0688

1. Ридберговский атом в составе молекулы

V. Bendkowsky и ее коллеги из университетов Штутгарта и Оклахомы получили и исследовали молекулы Rb_2 , в которых один из атомов рубидия является ридберговским с внешним электроном в s -состоянии и $n = 34 - 40$, а второй атом остается в основном энергетическом состоянии. В таких молекулах связь между атомами обусловлена рассеянием ридберговского электрона на электронах второго атома. Как установил Э.Ферми в 1934 г., при подобном рассеянии низкоэнергетических электронов потенциал взаимодействия может быть притягивающим (отрицательная длина рассеяния). Поскольку частота электрона в ридберговском атоме много больше характерной частоты взаимодействия $E/\hbar$, то волновая функция при рассеянии практически не искажается. Полученные молекулы имеют время жизни до распада примерно 18 мкс и размер около 100 нм, что в 1900 раз больше радиуса Бора. Молекулы были созданы путём лазерного возбуждения атомов рубидия в магнитной ловушке Иоффе–Притчарда при температуре 3,5 мК. Были измерены спектры колебаний молекул в основном и первом возбуждённом состоянии. Полученные результаты хорошо согласуются с теоретическими расчётами. Исследователи надеются, что в скором времени могут быть созданы подобные молекулы с ридберговским электроном в p -состоянии, молекулы из трёх атомов, а также молекулы, называемые молекулами-трилобитами, в которых ридберговский электрон имеет большой угловой момент.

Источник: *Nature* **458** 1005 (2009)<http://dx.doi.org/10.1038/nature07945>

2. Сверхпроводимость европия

При нормальном атмосферном давлении атомы редкоземельного двухвалентного элемента европия обладают большими магнитными моментами, что препятствует переходу европия в сверхпроводящее состояние. Однако исследователи из Вашингтонского университета в Сент-Луисе J.S. Schilling и M. Debessai установили, что под давлением 80 ГПа европий становится слабым парамагнетиком Ван Флека и обладает сверхпроводящими свойствами. Его температура сверхпроводящего перехода $T_c = 1,8$ К, причём T_c линейно растёт с увеличением давления, достигая $T_c = 2,75$ К при давлении 142 ГПа. Исследовались образцы Eu в алмазной наковальне (anvil cell). Сверхпроводящий переход зафиксирован по измерениям электрической восприимчивости в переменном поле и электрической проводимости. В условиях большого давления искажаются электронные уровни Eu, и он превращается из двухвалентного в трёхвалентный элемент. Ранее подобный эффект уже наблюдался у америция, который под давлением также становится парамагнетиком Ван Флека и сверхпроводником с $T_c = 0,79$ К. Европий стал 53-м элементом, у которого в элементарном состоянии обнаружены сверхпроводящие свойства, и 23-м элементом, у которого сверхпроводимость возникает лишь под действием большого давления.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **102** 197002 (2009)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.102.197002><http://arxiv.org/abs/0903.1808>

3. "Лампа накаливания" из нанотрубки

B.C. Regan и его коллеги из Калифорнийского университета и Института наносистем (Лос-Анджелес) исследовали свечение раскалённой углеродной нанотрубки. В этом эксперименте удалось проверить закон излучения Планка почти на пределе применимости термодинамики. Два золотых контакта были прикреплены литографическим методом к концам нанотрубки, расположенной над отверстием в кремниевой подложке в условиях вакуума. Многослойная углеродная нанотрубка имела толщину примерно в 100 атомов. При пропускании электрического тока она нагревалась и начинала светиться. Длина волны излучения была порядка длины нанотрубки, но много больше её толщины. С помощью микроскопа и набора светофильтров измерен спектр излучения нанотрубки при различных

температурах (различной величине тока). Классическая термодинамика, использованная вместе с гипотезой о квантах М. Планком для вывода спектра излучения абсолютно чёрного тела, применима лишь к макроскопическим системам, состоящим из очень большого числа частиц. Однако оказалось, что спектр теплового излучения нанотрубки хорошо соответствует формуле Планка с учётом геометрических поправок. Нанотрубка имеет микроскопические размеры, но всё ещё достаточно велика для статистического описания. В то же время у нанотрубки уже достаточно выражены квантовые свойства микроскопической системы. Таким образом, в данном эксперименте исследованы процессы на стыке термодинамического и квантового режимов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **102** 187402 (2009)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.102.187402>

4. Топологический эффект Холла в MnSi

В ряде экспериментов по нейтронному рассеянию были получены косвенные указания того, что распределение спинов электронов в соединении MnSi имеет нетривиальную топологическую структуру, состоящую из квазичастиц — скирмионов. Скирмионы описываются киральными солитонными моделями, предложенными Скирмом в 1961 г. Предполагается, что в MnSi топологические возбуждения — скирмионы возникают за счёт спин-орбитального взаимодействия и образуют решётку в виде трёх спиралей. Две независимые группы исследователей выполнили новые эксперименты, которые подтверждают эту картину. M. Lee и его коллеги из США и Японии изучали эффект Холла в образце MnSi под давлением 6–12 Кбар. Обнаружен дополнительный вклад в проводимость, возникающий при величине магнитного поля в интервале 0,1–0,45 Т, не свойственный обычному эффекту Холла. В модели со скирмионами этот вклад называют топологическим эффектом Холла. В другом эксперименте A. Neubauer и его коллеги из Германии также исследовали эффект Холла в MnSi, но в другой области фазовой диаграммы этого соединения. Были обнаружены аналогичные особенности эффекта Холла, которые могут быть объяснены распределением скирмионов.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **102** 186601 (2009)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.102.186601>

5. Уточнённое значение постоянной Хаббла

С помощью телескопа Хаббла выполнены наблюдения 240 цефеид и нескольких взрывов сверхновых класса Ia в далёких галактиках, что позволило более чем в два раза уточнить значение постоянной Хаббла, достигнув точности $\approx 5\%$. Некоторые из наблюдавшихся цефеид (переменные звёзды с известным соотношением период — светимость) находились в тех же галактиках, что и шесть сверхновых класса Ia, и это дало возможность выполнить прямую совместную калибровку различных индикаторов расстояния. Также зарегистрированы цефеиды в галактике NGC 4258, в которой имеются космические мазеры. По геометрии мазерного излучения достаточно точно измерено расстояние до галактики. Кроме того, телескопом Хаббла были выполнены измерения параллакса для десяти цефеид в нашей Галактике. Все это позволило ещё более увеличить точность калибровки в определении расстояний. Важность калибровки иллюстрируется тем фактом, что относительная точность диаграммы Хаббла для сверхновых класса Ia составляет $< 1\%$, однако наличие систематических погрешностей пока не позволяет достичь такой же точности в измерении абсолютной величины постоянной Хаббла. Наблюдения барийных осцилляций в спектре реликтового излучения пока также не достигают большей точности без предположения о плоскостности Вселенной и гипотезы, что параметр уравнения состояния тёмной энергии $w = p/(\rho c^2) = -1$ (космологическая постоянная). Согласно новым данным телескопа Хаббла, уточнённая величина постоянной Хаббла составляет $H_0 = 74,2 \pm 3,6$ км с⁻¹ Мпк⁻¹. Вместе с данными WMAP за пять лет это даёт $w = -1,12 \pm 0,12$.

Источник: <http://arxiv.org/abs/0905.0695v1>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко