

## НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

## 1. Состояния Ефимова

Н.-С. Nagerl (университет Инсбрука, Австрия) и его коллеги впервые наблюдали трехчастичные связанные квантовые состояния, существование которых было теоретически предсказано В.И. Ефимовым в 1970 г. (*Ядерная физика* **12** 1080 (1970)). Это редкий случай, когда удалось получить точное аналитическое решение в сложной проблеме трех тел. Семейство связанных состояний малой энергии должно возникать у трех тождественных частиц при достаточной резонансности парных сил. Интересно, что наличие трехчастичных состояний возможно даже при отсутствии связанных состояний двух частиц, что обусловлено квантово-механической природой эффекта. Размер трехчастичной системы много меньше модуля длины рассеяния  $|a|$ , а характер трехчастичных взаимодействий имеет универсальный вид и не зависит от особенностей взаимодействия двух частиц на малых масштабах. В эксперименте изучался вырожденный газ атомов цезия в оптической дипольной ловушке при температурах 10–250 нК. Длина рассеяния определялась резонансом Фешбаха и могла варьироваться в широких пределах путем изменения внешнего магнитного поля. При  $a < 0$  состояния Ефимова были идентифицированы по резкому возрастанию рекомбинационных потерь атомов в ловушке. Это объясняется высокой эффективностью перехода (распада) трех атомов из трехчастичного состояния в состояние сильносвязанного димера плюс отдельный атом. При температуре 10 нК состояния Ефимова возникали, когда длина рассеяния составляла –850 радиусов Бора. Другой тип состояний Ефимова возникал при  $a > 0$ . В этом случае рекомбинационные потери намного меньше, и в их спектре наблюдался рекомбинационный минимум, объясняемый деструктивной интерференцией квантовых путей распада трехчастичной системы. Положение минимума хорошо согласуется с теоретическими предсказаниями. При  $a > 0$  состояния Ефимова возникают за счет резонанса Фешбаха между единичными атомами и димерами и могут быть интерпретированы как трехчастичное обобщение резонанса Фешбаха.

Источник: *Nature* **440** 315 (2006)<http://arxiv.org/abs/cond-mat/0512394>

## 2. Квантовое телеклонирование

Исследователями из Японии и Великобритании впервые выполнен эксперимент по "квантовому телеклонированию" физических состояний. В отличие от "квантовой телепортации", информация о состоянии передается не одному, а двум получателям, при этом состояние воспроизводится не точно, а с ограничениями, налагаемыми принципом неопределенностей Гейзенберга. В опытах по "квантовой телепортации" передавалось состояние частицы. В новом эксперименте была передана информация об амплитуде и фазе волны лазерного луча, и луч был воспроизведен в двух отдаленных местах с точностью 58 %. Это достаточно хороший результат, поскольку теоретический предел на точность воспроизводства в подобном эксперименте составляет 66 %. Методика телеклонирования может найти применение в квантовых коммуникациях и, возможно, в будущих квантовых компьютерах.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **96** 060504 (2006); [prrl.aps.org](http://arxiv.org/abs/quant-ph/0512394)

## 3. Наномотор

Группой исследователей из Нидерландов выполнен эксперимент, в котором осуществлялось управляемое вращение единичной молекулы. Несимметричная органическая молекула помещалась на поверхность тонкой пленки из жидкого кристалла и образовывала с пленкой двойную углеродную связь. Облучение молекулы ультрафиолетовым светом с длиной волны 365 нм приводило к фотохимической изомеризации, при которой молекула превращалась из левоориентированной в правоориентированную, а после отключения света молекула претерпевала обратное превращение. За два цикла облучения молекула поворачивалась на  $360^\circ$  в плоскости жидкокристаллической пленки. Изменение формы молекулы вызывало вращательную реструктуризацию поверхностного рельефа жидкого кристалла. Небольшие предметы, помещенные на поверхность жидкого кристалла вблизи молекулы, также вовлекались во вращение. Таким образом, молекула могла вращать стеклянный стержень, размер которого в 10000 раз превосходил размер самой молекулы.

Источник: *Nature* **440** 163 (2006); [www.nature.com](http://www.nature.com)

## 4. Поляризация реликтового излучения

Обработка данных наблюдений, произведенных со спутника WMAP за три года его работы, позволила уточнить значения космологических параметров и впервые надежно измерить поляризацию реликтового излучения. С помощью чувствительных к поляризации радиометров наблюдалась вся небесная сфера на пяти различных частотах в диапазоне между 23 и 94 МГц. С целью выделения радиопомех от галактических объектов был выполнен подробный анализ источников этих помех. Поляризация реликтового излучения может возникать как за счет первичных гравитационных волн, так и в более позднюю эпоху за счет рассеяния на облаках газа во время реионизации Вселенной первыми звездами. Новые наблюдения позволили получить жесткие ограничения на вклад первичных гравитационных волн. Также установлено, что реионизация произошла на красном смещении  $z = 10,9^{+2.7}_{-2.3}$ , т.е. значительно позже, чем считалось ранее. И соответственно позже образовались первые звезды — в эпоху, когда возраст Вселенной составлял около 400 млн лет. Характер флуктуаций реликтового излучения лучше всего описывается космологической моделью, в которой постоянная Хаббла равна  $73 \text{ км с}^{-1} \text{ Мпк}^{-1}$ , барионное вещество составляет 4 % общей плотности, а темная материя и темная энергия — 22 % и 74 %, соответственно. Кроме того, получено, что показатель степени спектра первичных возмущений плотности, из которых развились галактики, равен  $n = 0,951^{+0,015}_{-0,019}$ , что несколько меньше величины  $n = 1$  у плоского спектра Гаррисона–Зельдовича. Значения  $n < 1$  предсказываются рядом инфляционных моделей. Таким образом, наблюдения WMAP представили новые подтверждения этих моделей и позволили исключить другие модели с большим вкладом тензорной моды возмущений (гравитационных волн).

Источники: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0603449><http://arxiv.org/abs/astro-ph/0603450>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко