

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0180.201003c.0264

1. Гравитационное красное смещение

Исследователи из США и Германии Н. Müller, А. Peters и S. Chu в эксперименте с ультрахолодными атомами цезия измерили эффект гравитационного красного смещения (замедления времени в гравитационном поле) с рекордной на сегодняшний день точностью 7×10^{-9} . Были использованы данные выполненного ранее эксперимента по измерению ускорения свободного падения. Подброшенные атомы цезия с помощью лазерного импульса переводились в суперпозицию двух состояний, которым соответствовали траектории, различающиеся по максимальной высоте на 0,12 мм. Следующий импульс корректировал траектории так, чтобы они пересеклись в нижней точке, а третий импульс лазера использовался для интерференционного измерения разности фаз волновой функции атомов на различных траекториях. Данные эксперимента позволили на четыре порядка величины уточнить прежний результат, полученный в 1980 г. из сравнения показаний атомных часов на поверхности Земли и на ракете. Сверхточное измерение эффекта гравитационного красного смещения важно, в частности, для проверки теорий гравитации. Повышение точности подобных измерений может иметь и практическое значение для космических навигационных систем.

Источник: *Nature* **463** 926 (2010)<http://dx.doi.org/10.1038/nature08776>**2. Химические превращения ультрахолодных молекул**

Группой исследователей под руководством R. Grimm (Университет Инсбрука и Институт квантовой оптики и квантовой информации, Австрия) выполнены наблюдения обменных процессов в ультрахолодном (с температурой 50–100 нК) газе атомов цезия в оптической ловушке в магнитном поле. С помощью микроволновых импульсов часть атомов переводилась в различные состояния гипертонкого расщепления А и В. Путём изменения магнитного поля, и соответственно, энергии связи молекул вблизи резонанса Фешбаха вызывались процессы обмена — замещения атомов цезия А в слабо связанном димере А₂ на атомы цезия В, находящиеся в другом квантовом состоянии: А₂ + В → А + АВ. Вторая исследовательская группа из Объединённого института лабораторной астрофизики (ИЛА) исследовала химические реакции с участием ультрахолодных молекул, состоящих из атомов калия и рубидия. В этом эксперименте также изучена зависимость темпа химических реакций от спинового состояния молекул.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **104** 053201 (2010)<http://arxiv.org/abs/0911.1999><http://www.sciencedaily.com/releases/2010/02/100211141130.htm>**3. Фононный "лазер"**

Две независимые группы исследователей создали фононные аналоги оптического лазера, излучающие когерентные пучки фононов (звуковых колебаний кристаллической решетки). И.С. Грудинин и его коллеги из Калифорнийского технологического института использовали два кварцевых кольцевых микрорезонатора — микротороида, имеющих механическую резонансную частоту в области радиодиапазона. Энергетическая накачка системы осуществляется лучом оптического лазера через оптоволокно. Микрорезонаторы были связаны между собой посредством "исчезающего поля" (evanescent field) луча, что вело к расщеплению энергетических уровней (мод колебаний) электромагнитного поля. Разность энергий подуровней равна энергии фононов (с частотой около 21 МГц), испускаемых в виде когерентного пучка при переходах фотонов между подуровнями. В предшествующих экспериментах уже наблюдалось стимулированное излучение фононов, однако не удавалось достичь превышения вынужденного излучения над спонтанным. В данном случае это удалось благодаря высокой добротности резонаторов. R.P. Beardsley и его коллеги из Ноттингемского университета создали устройство, напоминающее квантово-каскадный лазер. Фононы с частотой примерно 441 ГГц генерировались за счёт электрон-фононного взаимодействия при туннелировании электро-

нов через потенциальные барьеры полупроводниковой сверхрешетки, состоящей из чередующихся слоёв GaAs и AlAs. Звуковая волна инициируется мощным лазерным импульсом, при этом новые фононы испускаются когерентно и усиливают волну. Фононные "лазеры" могут найти полезные применения как для наблюдения микроскопических объектов, так и для целенаправленного воздействия на них.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **104** 083901, 085501 (2010)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.104.083901><http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.104.085501>**4. Исследование сверхновых**

Умеренно релятивистские выбросы. Z. Paragi и его сотрудники с помощью радиотелескопов EVN (Европейская VLBI сеть), GBT и WSRT выполнили наблюдения сверхновой SN 2007gr, взорвавшейся в галактике NGC 1058 на расстоянии около 10,6 Мпк от Земли, и обнаружили умеренно релятивистское движение вещества в сброшенной при взрыве оболочке. Согласно данным оптических наблюдений, SN 2007gr является обычной сверхновой типа Ic и скорость её оболочки составляет всего ~ 6000 км с⁻¹. Четыре сверхновых Ic были в последние годы идентифицированы как источники космических гамма-всплесков, что с теоретической точки зрения требует образования при взрыве гораздо более быстрых релятивистских коллимированных выбросов (джетов), которые ранее непосредственно не наблюдались. Z. Paragi и др. выполнили два радиоинтерферометрических измерения, разделённых интервалом в 60 дней и получили консервативную оценку для скорости выброса $v \geq 0,6c$. Из сравнения с оптическими наблюдениями следует, что лишь малая часть вещества сброшенной оболочки достигла релятивистской скорости. Независимая группа исследователей (А.М. Soderberg и др.) недавно обнаружила релятивистский выброс в другой сверхновой SN 2009bb.

Источник: *Nature* **463** 516 (2010)<http://arxiv.org/abs/1001.5060>

Механизм взрывов сверхновых класса Ia. М. Гилфанов и А. Bogdan (Институт космических исследований РАН, Россия и Институт астрофизики Общества им. М. Планка, Германия) путём анализа данных наблюдений космических телескопов Чадра, Спитцер и 2MASS установили, что причиной примерно 95% взрывов сверхновых класса Ia должны быть столкновения двух белых карликов. Ранее в качестве наиболее вероятной причины термоядерных взрывов белых карликов рассматривалось увеличение их массы сверх предела Чандрасекара за счёт аккреции вещества звезды-компаньона в двойной системе. М. Гилфанов и А. Bogdan изучили имеющуюся статистику источников рентгеновского излучения в нескольких ближайших галактиках. Этих источников оказалось в 30–50 раз меньше, чем предсказывает указанная выше модель медленной аккреции, в которой рентгеновское излучение генерируется на протяжении $\sim 10^7$ лет до взрыва. Напротив, в модели парных слияний белых карликов излучение до взрыва очень слабое, что соответствует отсутствию рентгеновских источников. Сценарий слияния двух белых карликов был предложен теоретически А.В. Тутуковым, а преобладание этого механизма было установлено в теоретических расчётах методом "популяционного синтеза" (В.М. Липунов и др., 1997 г.). Следует, однако, отметить, что наблюдения сверхновой SN2006X типа Ia в галактике M100, выполненные в 2007 г., свидетельствуют в пользу альтернативного аккреционного сценария ее происхождения. Сверхновая SN2006X, таким образом, может принадлежать к оставшимся 5% случаев. Поскольку сверхновые класса Ia служат "стандартными свечами" при измерении космологических расстояний, прояснение механизма их взрывов необходимо для оценки точности определения космологических параметров.

Источник: *Nature* **463** 924 (2010)<http://arxiv.org/abs/1002.3359>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко