

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0185.201510d.1048

1. Сверхпроводимость H_2S при температуре 203 К под давлением

М.И. Egemets (Институт химии Общества им. М. Планка, Германия) и его коллеги сообщили об обнаружении ими обычной (описываемой теорией Бардина – Купера – Шриффера (БКШ)) сверхпроводимости у сероводорода H_2S при рекордно большой температуре $T_c = 203$ К сверхпроводящего перехода под давлением 150 ГПа. До этого рекордная $T_c = 164$ К наблюдалась у купрата под большим давлением, а у обычных сверхпроводников T_c не превышала 39 К (у MgB_2). Теория БКШ не ограничивает T_c и указывает путь её повышения: требуется большая частота колебаний фононов, сильная электрон-фононная связь и высокая плотность электронных состояний. Эти факторы должны быть особенно выражены у металлического водорода или у соединений водорода. В данном эксперименте образец H_2S впервые исследовался при $P > 100$ ГПа. Он сжимался в алмазной наковальне, где давление контролировалось по спектру комбинационного рассеяния. Сверхпроводимость зарегистрирована как по падению электрического сопротивления, так и на основе эффекта Мейснера в магнитном поле. Наблюдавшийся эффект изотопического сдвига T_c у D_2S свидетельствует о том, что сверхпроводимость имеет БКШ-механизм. Авторы эксперимента предполагают, что под давлением происходит декомпозиция H_2S и частичная трансформация в H_3S , который и является носителем сверхпроводимости. Температура $T_c = 203$ К (-70°C) уже превышает наблюдавшиеся на Земле природные температуры, и остаётся надежда обнаружить в будущем комнатнотемпературную сверхпроводимость (подробнее см. в статьях В.Л. Гинзбурга в *УФН* **170** 619 (2000), **175** 187 (2005)).

Источник: *Nature* **525** 73 (2015); <http://arxiv.org/abs/1506.08190>**2. Нулевые квантовые флуктуации механического резонатора**

В эксперименте, выполненном под руководством К.С. Schwab (Калифорнийский технологический институт, США), продемонстрирована методика "сжатия" нулевых квантовых флуктуаций механической системы, когда величина флуктуаций одной переменной $\hat{X}_1$, описывающей систему, понижается за счёт увеличения флуктуаций второй сопряжённой ей переменной $\hat{X}_2$ (на диаграмме Вигнера это выглядит как сжатие круга в эллипс). Среднеквадратичные флуктуации двух некоммутирующих переменных не могут быть уменьшены одновременно ввиду квантовомеханического принципа неопределённости. Алюминиевая пластинка микрометрового размера имела резонансную частоту механических колебаний $\nu_m = 3,6$ МГц и являлась одной из обкладок конденсатора колебательного контура с резонансной частотой $\nu_c = 6,23$ ГГц, что позволяло вызывать параметрический резонанс. Квантовыми переменными служили коэффициенты в разложении координаты пластинки $\hat{x} = \hat{X}_1 \cos(\omega_m t) + \hat{X}_2 \sin(\omega_m t)$. Сжатие квантовых флуктуаций производилось путём воздействия на пластинку дополнительного электромагнитного поля на частотах $\nu_c \pm \nu_m$, причём на нижней частоте воздействие было сильнее. Анализировалась амплитудно-частотная характеристика контура вблизи резонанса. Измерения показали, что удалось произвести сжатие флуктуаций примерно на 9 %. Данная методика может оказаться полезной в создании ультрачувствительных сенсоров для детекторов гравитационных волн, для которых следующие из принципа неопределённости квантовые ограничения играют принципиальную роль.

Источник: *Science* **349** 952 (2015)<http://dx.doi.org/10.1126/science.aac5138>**3. Квантовое сжатие при резонансной флуоресценции**

Чаше всего сжатое квантовое состояние света получают в нелинейных кристаллах при большой интенсивности лазерного излучения. Однако ещё в 1981 г. D.F. Walls и P. Zoller предложили другой способ получения сжатого состояния, заключающийся в резонансном рассеянии фотонов на двухуровневой системе. Из-за малой величины флуоресцентного выхода реализовать этот метод на уровнях в реальных атомах пока не удаётся. М. Atature (Кембриджский университет, Великобритания) и его коллеги впервые продемонстрировали данный метод сжатия с использованием не реальных, а "искусственных атомов", представленных энергетическими уровнями электро-

нов в полупроводниковой квантовой точке. Благодаря большой интенсивности дипольных переходов удалось на два порядка повысить темп детектирования фотонов по сравнению со случаем реальных атомов. Квантовая точка освещалась лазером, а флуоресцентный свет собирался линзой и пропусклся через сплиттеры и интерферометр, помогающие разделить фотоны исходного и флуоресцентного излучения. В итоге была измерена корреляционная функция фотонов, прошедших через плечи интерферометра, и было зарегистрировано сжатие квантовых флуктуаций: одна из сопряжённых переменных, описывающих электромагнитное поле переизлучённой волны, имела дисперсию на $3,1 \pm 1\%$ меньше уровня квантового шума за счёт большей неопределённости другой переменной.

Источник: *Nature* **525** 222 (2015)<http://dx.doi.org/10.1038/nature14868>**4. Радон и торон как предвестники землетрясений**

Повышение концентрации в воздухе изотопа радона ^{222}Rn иногда бывает связано с приближающимися землетрясениями, однако эта корреляция не чёткая: чаще всего выбросы радона и землетрясения происходят независимо, поэтому прогнозировать землетрясения на основе ^{222}Rn обычно не удаётся. Исследователи из Сеульского национального университета (Республика Корея) Y.H. Oh и G. Kim показали, что более чёткую зависимость можно установить, если одновременно с ^{222}Rn измерять также концентрацию торона ^{220}Rn . В течение 13 месяцев с помощью кремниевых детекторов α -частиц проводился мониторинг ^{220}Rn и ^{222}Rn в пещере в Южной Корее. В феврале 2011 г. был отмечен сильный одновременный выброс ^{220}Rn и ^{222}Rn , который не может быть объяснён обычными погодными или сезонными вариациями. Этот выброс предшествовал землетрясению в Японии магнитудой 9,0, случившемуся 11 марта 2011 г. на расстоянии 1200 км от детектора — столь большое расстояние может объясняться общим сдвигом тектонической плиты. Сильные выбросы ^{222}Rn , но без ^{220}Rn , отмечались также летом 2010 г., однако тогда землетрясения не последовало. В процессе диффузии через микротрещины горных пород ^{222}Rn , имеющий время полураспада $T_{1/2} = 3,82$ суток, может выходить на поверхность. Напротив, ^{220}Rn из-за малого $T_{1/2} = 55,6$ с не успевает диффузионным путём достичь детектора, а, скорее всего, переносится адвекционными потоками воздуха. В этом, по мнению исследователей, заключается меньшая чувствительность концентрации ^{220}Rn к метеорологическим условиям и большая — к геологическим событиям, которые предшествуют землетрясениям. Таким образом, регистрация пары изотопов радон–торон может дать хороший инструмент для прогнозирования землетрясений, если создать соответствующую сеть подземных детекторов.

Источник: *Scientific Reports* **5** 13084 (2015)<http://dx.doi.org/10.1038/srep13084>**5. Яркая сверхновая и ультрадлинный гамма-всплеск**

Среди космических гамма-всплесков выделяется класс всплесков с длительностью более 10^4 с. Предполагалось, что некоторые из них могут возникать при взрывах сверхновых, но ранее такие сверхновые не наблюдались. J. Greiner (Институт внеземной физики Общества им. М. Планка и Мюнхенский технический университет, Германия) и др. впервые установили достаточно убедительную связь сверхновой 2011kl и ультрадлинного всплеска GRB 111209A, произошедшего на красном смещении $z = 0,677$. После всплеска GRB 111209A в течение примерно 43 дней наблюдалось мощное послесвечение, связанное со сверхновой 2011kl. Её светимость не может быть обусловлена распадом ^{56}Ni , так как потребовалась бы слишком большая масса выброшенного ^{56}Ni . Объяснением может служить модель, в которой дополнительная энергия передаётся магнито-ротационным механизмом от сильно замагниченной нейтронной звезды — магнитара, образовавшегося при взрыве. Модели с магнитаром ранее уже обсуждались, но в случае GRB 111209A и 2011kl получена наиболее полная и самосогласованная картина.

Источник: *Nature* **523** 189 (2015); <http://arxiv.org/abs/1509.03279>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)