

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET
(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2018.01.038285>**1. Рождение t-кварков
при столкновениях протонов с ядрами**

Рождение t-кварков — самых тяжёлых частиц в Стандартной модели — ранее наблюдалось только в pp-столкновениях на Тэватроне, где t-кварк и был впервые обнаружен, а также в pp-столкновениях на Большом адронном коллайдере. В эксперименте CMS, выполняемом на Большом адронном коллайдере, впервые зарегистрировано рождение t-кварков при столкновении протонов с ядрами свинца с энергией в системе центра масс $\sqrt{s} = 8,16$ ТэВ. Прежде в аналогичных экспериментах $\sqrt{s}$ и интенсивность ионных пучков были недостаточны для регистрации t-кварков. В эксперименте CMS рождение пар $t\bar{t}$ происходило преимущественно при взаимодействии двух глюонов $gg \rightarrow t\bar{t} + \dots$, и затем t-кварки быстро распадались на W-бозоны. Отбирались события, в которых один из W-бозонов распадался по лептонному каналу, а второй — по адронному, что приводило к образованию четырёх джетов и единичного лептона с большой энергией. Зарегистрировано 710 событий, удовлетворяющих критериям рождения t-кварков, и статистическая значимость результата составила 5σ . Измеренное сечение рождения t-кварков, $\sigma_t = 45 \pm 8$ нбн хорошо согласуется с теоретическими расчётами.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **119** 242001 (2017)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.242001>**2. Проверка соотношения Яржинского для единичного иона**

Исследование термодинамических соотношений на квантовом уровне в настоящее время привлекает большое внимание. В отличие от большинства соотношений, в случае неравновесных процессов имеющих вид неравенств, соотношение Яржинского записывается в форме равенства, которое связывает среднюю работу, производимую при произвольном неравновесном изменении состояния системы, с разностью равновесных свободных энергий в её конечных состояниях. Аналогичные соотношения ранее были получены в работах Г.Н. Бочкова и Ю.Е. Кузовлева (см. историю вопроса в *УФН* **181** 647 (2011) и *УФН* **183** 617 (2013)). Т.Р. Xiong (Уханьский Институт физики и математики Китайской академии наук) и др. в своём эксперименте подтвердили соотношение Яржинского для единичного иона $^{40}\text{Ca}^+$, захваченного в ловушку Пауля. Спинные состояния иона, которые подготавливались и измерялись с помощью лазерных импульсов, кодировали квантовый бит. Исследовалась связь между неравновесными процессами и информацией, передаваемой во время измерений, и соотношение Яржинского было успешно подтверждено для процесса эволюции системы между двумя измерениями.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **120** 010601 (2018)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.010601>**3. Свойства переохлаждённой воды**

Вода имеет ряд интересных физических свойств, которые отличают её от большинства других жидкостей. Рост термодинамических функций воды, таких как изотермическая сжимаемость, при сильном охлаждении свидетельствует о том, что, возможно, имеются две фазы жидкой переохлаждённой воды с различающимися плотностями, флуктуирующие друг в друга, и при большом давлении должна быть критическая точка, где эти фазы сосуществуют. Однако прямое исследование этой области фазовой диаграммы затруднено, так как в ней кристаллизация воды происходит спонтанно даже без участия примесей. А. Nilsson (Стокгольмский университет, Швеция) и его коллеги методом рассеяния рентгеновских импульсов на каплях исследовали свойства переохлаждённой воды при температуре ~ 228 К и почти нулевом давлении. Капли диаметром ~ 14 мкм выбрасывались в вакуум и испытывали испарительное охлаждение, причём их температура определялась по длительности охлаждения на различных расстояниях от сопла. Как оказалось, изотермическая сжимаемость, а также корреляционная длина, найденная из характера дифракции рентгеновских лучей на жидких каплях, не успевших кристаллизироваться, имеют макси-

мумы при $227,2 \pm 1$ К для обычной воды H_2O и при $233,0 \pm 1$ К для тяжёлой воды D_2O . Данные измерения подтверждают гипотезу о существовании двух фаз переохлаждённой воды и косвенно свидетельствуют о наличии критической точки при большом давлении.

Источник: *Science* **358** 1589 (2017)<https://doi.org/10.1126/science.aap8269>**4. "Квантовое радио"**

Обычные радиоволны, используемые для радиосвязи, быстро затухают в плотных средах, но волны очень низких частот VLF (very low frequency) с $f = 3 - 30$ кГц могут проникать на большие глубины. Развитие атомных магнитометров, способных измерять сверхслабые магнитные поля, открывает перспективы применения VLF-волн для целей связи и позиционирования в зданиях, тоннелях, под землёй и в воде, хотя при этом пропускная способность канала связи невелика из-за малой несущей частоты. Исследователи из Национального института стандартов и технологий — NIST (США) V. Gerginov, F.C.S. da Silva и D. Howe использовали атомный магнитометр для обнаружения модулированных магнитных сигналов двойной фазовой манипуляции. Передатчиком служила катушка индуктивности. В магнитометре применялись атомы рубидия ^{87}Rb в стеклянном сосуде в магнитном поле. Регистрация магнитного сигнала осуществлялась по его влиянию на частоту прецессии атомов и, посредством этого, на поляризацию пропускаемого через сосуд луча лазера. Использование фазовой манипуляции позволяло выделять этот сигнал над уровнем внешнего шума, прежде всего, фона переменного тока 60 Гц и его гармоник, а также геомагнитного фона. С расстояния в десятки метров удавалось регистрировать магнитные сигналы величиной $\sim 10^{-12}$ Тл на частотах менее 1 кГц.

Источник: *Rev. Sci. Instrum.* **88** 125005 (2017)<https://doi.org/10.1063/1.5003821>**5. Гравитационный всплеск GW 170817 и β -распады ядер**

В лабораторном эксперименте, выполненном группой исследователей из нескольких американских университетов, зафиксирован неожиданный сигнал, по времени совпадающий с гравитационно-волновым всплеском GW 170817, который был вызван слиянием двух нейтронных звёзд. Измерялся темп бета-распада ядер Si-32 и Cl-36 , образцы с которыми поочерёдно с периодом в полчаса вдвигались в один и тот же пластиковый сцинтилляционный детектор. До всплеска GW 170817 и спустя некоторое время после него темпы распада ядер случайно флуктуировали по обычному закону $\sqrt{N}$ без взаимной корреляции. Но распады оказались сильно коррелированы (на уровне 95 %) в течение 5-часового интервала времени, следующего сразу после всплеска. А именно, темпы распада Si-32 и Cl-36 в течение пяти последовательных серий получасовых измерений одновременно уменьшались и снова возрастали, причём вероятность случайного совпадения не превышает $\approx 6,7 \times 10^{-3}$. Если интерпретировать эти корреляции как результат воздействия нейтрино или иных частиц, излучённых при слиянии нейтронных звёзд, то из задержки по времени можно ограничить массы этих частиц $m_\chi \leq 16$ эВ при энергии 10 МэВ. Этот интервал включает допустимые массы нейтрино $m_\nu \leq 2$ эВ. Корреляции радиоактивных распадов с сезоном или с уровнем солнечной активности уже отмечались в некоторых экспериментах, однако на современном уровне знаний неизвестен процесс, который мог бы повлиять на распад ядер, так как потоки нейтрино, достигающие Земли, для этого слишком малы. Авторы работы E. Fischbach и др. предлагают выполнить поиск подобных корреляций в данных других экспериментов, которые проводились во время регистрации GW 170817. См. также дискуссию в *УФН* **168** 1129 (1998), *УФН* **170** 213 (2000), *УФН* **170** 214 (2000).

Источник: <https://arxiv.org/abs/1801.03585>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)