

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0184.201410h.1134

1. Прямая регистрация солнечных пр-нейтрино

В эксперименте *Borexino*, выполняемом в Национальной лаборатории Гран-Сассо (Италия), впервые напрямую зарегистрированы нейтрино от Солнца, рождающиеся в реакции синтеза $p + p \rightarrow {}^2\text{H} + e^+ + \nu_e$. С этой реакции в 99,76 % случаев начинается протон-протонный цикл, в котором выделяется более 99 % всей энергии излучения Солнца. В области малых энергий пр-нейтрино велики фоновые сигналы, что делает их наблюдение очень сложной задачей. Детектор *Borexino* расположен в туннеле под горой с целью экранировки от фона, производимого космическими лучами, а чтобы снизить фон от бета-распадов, в *Borexino* применяется ультрачистый сцинтиллятор на основе продуктов древней нефти, добытой с больших глубин, в которой осталось мало радиоактивных атомов ${}^{14}\text{C}$. С помощью фотоумножителей регистрируется излучение, производимое в сцинтилляторе электронами, получившими отдачу при рассеянии на них нейтрино. Измеренный поток пр-нейтрино $(6,6 \pm 0,7) \times 10^{10} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ хорошо согласуется с предсказываемой в стандартной модели Солнца величиной $5,98 \times (1 \pm 0,006) \times 10^{10} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$, а отсутствие пр-нейтрино исключено на уровне 10σ . Сопоставление излучения Солнца в оптическом диапазоне и его нейтринной светимости доказывает стабильность Солнца на протяжении $\sim 10^5$ лет, за которые фотоны из ядра Солнца выходят наружу.

Источник: *Nature* **512** 383 (2014)<http://dx.doi.org/10.1038/nature13702>**2. Сверхтекучие наноклапны**

L.F. Gomez (Южно-Калифорнийский университет, США) и др. методом рентгеновской дифракции исследовали квантовые вихри в каплях сверхтекучего гелия размером 100–1000 нм, состоящих из $\sim 10^8 - 10^{11}$ атомов. Наноклапны формировались при распылении гелия из сопла в вакуум. За время пролёта каплей через детектор в течение нескольких миллисекунд они облучались фемтосекундными импульсами мощного рентгеновского лазера на свободных электронах. Рентгеновские снимки показали, что $\approx 40\%$ наноклапны имели форму сплюснутого эллипсоида вращения и вращались с частотами до $\sim 10^6 - 10^7$ об/с. Гелий даёт малый контраст на рентгеновских снимках, поэтому к нему примешивались атомы ксенона, хорошо рассеивающие рентгеновское излучение. Картина брэгговской дифракции показала наличие в наноклапнях сверхтекучих вихрей, выстроенных в треугольную решётку. Концентрация вихрей в наноклапнях была до $\sim 10^5$ раз больше, чем наблюдалось ранее в макроскопических объёмах гелия. Для $\sim 1\%$ наноклапней, имевших форму колеса, брэгговская картина отсутствовала. Возможно, вихри в этих наноклапнях распределены хаотично из-за неравновесности или квантовой турбулентности.

Источник: *Science* **345** 906 (2014)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1252395>**3. Пересоединение вихревых колец в ${}^4\text{He}$**

P.M. Walmsley (Манчестерский университет, Великобритания) и др. изучили столкновение хаотически ориентированных квантовых вихревых колец (ВК) в сверхтекучем ${}^4\text{He}$ при температуре около 0,05 К. При столкновении двух ВК могло происходить их пересоединение с образованием единого ВК с большим или меньшим радиусом. Наблюдение велось методом времяпролётной спектроскопии в небольшом сосуде с

жидким ${}^4\text{He}$. Вблизи инжектора ВК получали заряд от вольфрамовой иглы, и измерялась величина электрического тока, переносимого ВК от инжектора к коллектору в течение времени от начала инжекции. Рождающиеся ВК имели заданные одинаковые радиусы — несколько микрометров. Скорость ВК и, соответственно, время достижения ими коллектора зависела от их радиусов: большие ВК двигались медленнее. Максимум тока приходился на момент прихода исходных ВК. Сигнал на больших временах соответствовал приходу ВК большого радиуса, сформировавшихся при пересоединении, а дискретные сигналы на меньших временах свидетельствовали о формировании ВК меньшего размера и даже двух последовательных объединениях ВК с другими ВК. Данные эксперимента находятся в хорошем количественном согласии с теоретическими расчётами процесса пересоединения ВК.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **113** 125302 (2014)<http://arxiv.org/abs/1308.6171>**4. Изменение структуры стекла под давлением**

T. Edwards (Калифорнийский университет в Дэвисе, США) и др. проследили момент трансформации боросиликатного (с изотопом ${}^{11}\text{B}$) стекла из конфигурации BO_3 в BO_4 в процессе его сжатия до давления 2 ГПа. Ранее эти конфигурации наблюдались по отдельности до и после сжатия, а сам момент перехода изучен не был. Сжимаемый образец стекла наблюдался методом ядерной магнитно-резонансной спектроскопии. Спектр измерялся непрерывно в зависимости от давления при комнатной температуре. Полученные спектроскопические данные интерпретируются следующим образом. В процессе сжатия происходила упругая деформация плоского комплекса BO_3 в трёхгранную пирамиду за счёт выхода атома бора из плоскости, в которой лежат три атома кислорода. При этом атом бора приближался к четвёртому атому кислорода, и формировались тетраэдральные комплексы BO_4 .

Источник: *Science* **345** 1027 (2014)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1256224>**5. Образование лития в первичном нуклеосинтезе**

В эксперименте LUNA (Гран-Сассо, Италия) впервые измерено сечение ядерной реакции синтеза лития ${}^2\text{H}(\alpha, \gamma){}^6\text{Li}$ при энергиях, которые существовали в эпоху первичного нуклеосинтеза во Вселенной, когда её возраст составлял всего несколько минут. В условиях низкого фона стучок альфа-частиц сталкивался с дейтериевой мишенью, и регистрировались γ -фотоны от реакции ${}^2\text{H}(\alpha, \gamma){}^6\text{Li}$, что позволило измерить её сечение. По стандартной теории первичного нуклеосинтеза с уточнённым в эксперименте LUNA сечением относительное содержание ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$ в первичном газе составляет $(1,5 \pm 0,3) \times 10^{-5}$, в то время как в старых звёздах (имевших, как считалось, близкий к первичному химический состав) эта величина $\sim 5 \times 10^{-2}$. Таким образом, новые данные LUNA подтверждают вывод о том, что по невыясненной пока причине содержание лития во Вселенной должно было существенно измениться уже после первичного нуклеосинтеза. Выдвигались гипотезы, что ${}^6\text{Li}$ производится при вспышках на звёздах или в другом, неизвестном пока, процессе.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **113** 042501 (2014)<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.042501>Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)