

1. Эксперимент на БАК**не подтверждает существование тетракварка X(5568)**

Ранее сообщалось об обнаружении в эксперименте D0 на ускорителе Тэватрон новой частицы — тетракварка X(5568), в составе которого все четыре кварка имеют различные ароматы (b, s, u, d), причём достоверность идентификации X(5568) оценивалась на уровне 5,1 σ . Однако поиск этой частицы в эксперименте LHCb, выполняемом на Большом адронном коллайдере, не принёс результата, несмотря на то что был обработан значительно больший объём данных, чем в эксперименте D0. Поиск экзотических адронов X(5568) выполнялся путём изучения спектра распадающихся частиц B_s^0 и π^\pm , которые сами могли рождаться при распадах X(5568). Статистически значимого превышения числа событий над фоном, свидетельствующего о рождении X(5568), не обнаружено, и были получены ограничения сверху на темп рождения X(5568).

Источник: <http://cds.cern.ch/record/2140095/>

2. Проверка закона тяготения на субмиллиметровых расстояниях

W.-H. Tap (Хуачжунский научно-технологический университет, КНР) и др. выполнили новый эксперимент по проверке закона всемирного тяготения Ньютона (закона обратных квадратов) на расстояниях до 295 мкм. Отклонение от этого закона предсказывается в некоторых вариантах теории струн и в M-теории. Измерялись колебания подвешенного на нити крутильного маятника, который притягивался восемью массами, закреплёнными на вращающемся диске. Калибровка выполнялась с помощью двойной компенсации — добавления массы как на маятник, так и на притягивающее тело, что снизило роль погрешностей в определении расстояний. Установка находилась в вакуумной камере и была тщательно экранирована от электростатических сил. Закон обратных квадратов проверялся в предположении, что поправки к нему имеют вид потенциала Юкавы $V(r) = -Gm_1m_2(1 + \alpha \exp[-r/\lambda])/r$. Справедливость закона Ньютона в форме условия $|\alpha| \leq 1$ подтверждена до величин $\lambda = 59$ мкм на уровне достоверности 95%. Также лучшие на сегодняшний день ограничения сверху на величину α получены в диапазоне $\lambda \approx 70 - 300$ мкм.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **116** 131101 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.131101>

3. Проверка квантовой "теоремы о свободе воли"

В 2006 г. J.H. Conway and S.B. Kochen сформулировали "теорему о свободе воли" в квантовой механике (см. *Foundations of Physics* **36** 1441 (2006) и более сильную версию теоремы в *Notices of the AMS* **56** 226 (2009)). В центре внимания этой теоремы находится квантовая нелокальность, квантовая контекстуальность и возможность их совмещения в одном эксперименте. Свобода воли понимается в том смысле, что если экспериментатор имеет свободу выбора способа измерений, то результат измерений над частицей при определённых условиях не зависит от всей предыдущей истории. В.-H. Liu (Научно-технический университет Китая, г. Хэфэй, КНР) и др. выполнили первую экспериментальную проверку этой теоремы. Создавались пары фотонов в гиперзапутанных состояниях, т.е. запутанных по двум степеням свободы: по пространственным путям и по поляризации. Один из фотонов пары направлялся в первую лабораторию, где над ним производились три последовательных измерения, а второй фотон направлялся во вторую лабораторию, где над ним производилось одно измерение. На основе полученных данных можно было вычислять корреляции между последовательными измерениями в первой лаборатории либо между одним из измерений в первой и измерением во второй лаборатории. Таким способом проверялись корреляции Эйнштейна – Подольского – Розена между

состояниями частиц в различных лабораториях и нарушение неравенств Peres – Mermin, описывающих неконтекстуальность. Результаты измерений с высокой достоверностью согласуются с теоремой о свободе воли. С практической точки зрения, это доказывает возможность создания устройств, в которых одновременно выполняются квантовые вычисления и осуществляется защищённая квантовая коммуникация.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1603.08254>

4. Теплоёмкость фотонного газа при бозе-эйнштейновской конденсации

Группой исследователей из Боннского университета (Германия) впервые измерено изменение теплоёмкости фотонного газа при его бозе-эйнштейновской конденсации. M. Weitz и его коллеги изучали фотонный газ между двумя зеркалами, разнесёнными на расстояние порядка длины волны фотонов. Полость между ними была заполнена красителем, частицы которого рассеивали и переизлучали фотоны, что вело к термализации фотонного газа. Фотонный газ в такой системе был квазидвумерным и эффективно описывался уравнениями для почти идеального газа массивных частиц-бозонов. Путём изменения параметров установки можно было менять температуру бозе-эйнштейновской конденсации в некоторых пределах вблизи комнатной температуры, при которой выполнялся эксперимент. Таким способом был получен набор экспериментальных точек выше и ниже температуры конденсации. Накачка фотонов в среду выполнялась лазером, а определение температуры газа фотонов производилось путём измерения распределения фотонов по длинам волн. Как и ожидалось, на кривой удельной теплоёмкости при температуре около температуры бозе-эйнштейновской конденсации имеется каспообразная особенность, аналогичная особенно вблизи λ -точки в жидком гелии.

Источник: *Nature Communications* **7** 11340 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms11340>

5. Гамма-излучение молодых галактик

С помощью космического гамма-телескопа Fermi-LAT зарегистрировано гамма-излучение в диапазоне 0,1–100 ГэВ от молодой радиогалактики PKS 1718-649. Ранее уже предсказывалось, что потоки заряженных частиц формирующих радиовыбросов галактики должны в процессе обратного комптоновского рассеяния генерировать гамма-излучение, и путём обработки данных Fermi-LAT оно впервые зарегистрировано на уровне достоверности $> 5\sigma$. Таким образом, молодые радиогалактики становятся отдельным классом космических гамма-источников, и наблюдения в гамма-диапазоне помогут выяснить физические условия в их компактных радиовыбросах, взаимодействующих со средой галактики. Также с помощью Fermi-LAT зарегистрировано гамма-излучение от ультраяркой инфракрасной галактики Aгр 220, находящейся на расстоянии 77 Мпк. Спектр Aгр 220 свидетельствует о высоком темпе образования звёзд и, соответственно, о большом потоке заряженных частиц космических лучей, ускоряемых в остатках сверхновых. Поэтому заранее ожидалось, что галактика Aгр 220 должна являться источником гамма-излучения, генерируемого при взаимодействии космических лучей с межзвёздной средой. Это гамма-излучение с энергией более 200 МэВ зарегистрировано на уровне достоверности 6,3 σ . Из гамма-светимости Aгр 220 впервые найдена эффективность перекачки энергии из остатков сверхновых в космические лучи — $4,2 \pm 2,6\%$ для космических лучей с энергиями более 1 ГэВ.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1604.01987>

<http://arxiv.org/abs/1603.06355>

Подготовил Ю.Н. Ерошенко
(e-mail: erosh@ufn.ru)