

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0180.201010g.1118

1. Дальние корреляции частиц в pp-столкновениях на Большом адронном коллайдере

В проводимом коллаборацией CMS на Большом адронном коллайдере эксперименте по изучению pp-столкновений обнаружен новый тип парных угловых корреляций частиц, рождающихся при столкновениях. Исследовалось распределение по азимутальным углам ϕ вылета частиц из точки реакции и псевдобыстротам $\eta(\theta)$ (функция полярного угла θ относительно оси пучка), и были построены корреляционные функции $R(\Delta\eta, \Delta\phi)$ для пар частиц. При энергии около 7 ТэВ в случае событий с высокой множественностью обнаружилось гребнеобразное возвышение двумерной поверхности $R(\Delta\eta, \Delta\phi)$ при $2,0 < |\Delta\eta| < 4,8$ с максимумом вблизи значения $\Delta\phi \approx 0$. Это означает наличие связи (корреляции) между частицами, вылетающими под близкими азимутальными углами ϕ , несмотря на большое различие по величине η . Ранее подобные угловые корреляции частиц в pp- и p̄p-столкновениях не наблюдались. Математическое моделирование процессов взаимодействия частиц пока не может воспроизвести эту особенность корреляционной функции: трудность состоит в том, что частицы с большой величиной $\Delta\eta$ согласно теории должны быть независимы друг от друга. Возможно, обнаруженные дальние корреляции являются результатом коллективных взаимодействий частиц при очень больших плотностях материи.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1009.4122>**2. Измерение релятивистского замедления времени в лаборатории**

В Национальном институте стандартов и технологий — NIST (США) подтверждены предсказания теории относительности о замедлении хода часов в гравитационном поле и в случае их движения относительно инерциальной системы отсчёта. В атомных часах использовались единичные ионы $^{27}\text{Al}^+$ в ловушках, взаимодействующие со вспомогательными "логическими" ионами $^9\text{Be}^+$ или $^{25}\text{Mg}^+$, посредством которых регистрировалось изменение внутреннего состояния $^{27}\text{Al}^+$ при переходе $^1\text{S}_0 \leftrightarrow ^3\text{P}_0$. Высокая добротность системы $f_0/\Delta f = 1,4 \times 10^{17}$ позволяла отмечать относительные сдвиги частоты величиной $\sim 10^{-16}$. Два экземпляра часов находились на расстоянии 75 м друг от друга и были соединены оптоволоконным для сравнения темпа их хода. В первом эксперименте ион в одной из ловушек совершал гармонические колебания с характерной скоростью $\approx 10 \text{ м с}^{-1}$ относительно неподвижного иона во второй ловушке. Измеренное релятивистское замедление хода первых часов в зависимости от скорости иона в точности совпало с теоретическими предсказаниями. Во втором эксперименте один из часов приподнимался на 33 см, что вело к ускорению их хода за счёт изменения гравитационного поля. Измеренный относительный сдвиг частоты $(4,1 \pm 1,6) \times 10^{-17}$ также хорошо соответствует рассчитанной величине. Указанные эффекты замедления времени ранее уже были измерены в ряде экспериментов при больших скоростях и разностях высот, а соответствующие поправки учитываются даже в спутниковых навигационных системах. Метод измерения малых замедлений времени с помощью пары атомных часов может найти практическое применение в геодезии и в сверхточных экспериментах по поиску изменения во времени фундаментальных физических констант.

Источник: *Science* **329** 1630 (2010)<http://dx.doi.org/10.1126/science.1192720>**3. Новое измерение постоянной всемирного тяготения**

Ранее в лабораторных экспериментах с крутильными весами была достигнута относительная точность $\sim 10^{-5}$ измерения постоянной всемирного тяготения G . H.V. Parks (Колорадский университет) и NIST, США) и J.E. Faller (Национальная лаборатория Sandia, США) усовершенствовали альтернативную интерферометрическую методику измерений G с использованием маятников, что позволило ей достичь сравнимой точности. С помощью лазерного интерферометра регистрировалось изменение расстояний между маятниками, подвешенными на струнах, при их колебаниях относительно четырёх вольфрамовых цилиндров — источников гравитационного поля — с массами 120 кг каждый. Второе плечо интерферометра,

служащее стандартом расстояния, фиксировалось между точками подвеса маятников. Полученная в измерениях величина $G = (6,67234 \pm 0,00014) \times 10^{-8} \text{ см}^3 \text{ г}^{-1} \text{ с}^{-2}$ на три стандартных отклонения меньше величины G , рекомендованной в 2008 г. Комитетом данных для науки и техники (CODATA), но соответствует более раннему значению CODATA, представленному в 1986 г. Отличие же от результатов наиболее точного эксперимента с крутильными весами достигает 10σ . Пересмотр величины G , произошедший в период с 1986 г. по 2008 г., был вызван исследованиями неупругости нитей подвесок в крутильных весах. Причина обнаруженного расхождения результатов нового эксперимента H.V. Parks и J.E. Faller с прежними измерениями пока не выяснена.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **105** 110801 (2010)<http://arxiv.org/abs/1008.3203v3>**4. Квантовый генератор случайных чисел**

C. Gabriel (Институт науки о свете Общества им. М. Планка и Институт оптики, информации и фотоники Эрлангенского университета, Германия) и его коллеги из Германии и Дании создали генератор случайных чисел, принцип работы которого основан на случайном характере нулевых вакуумных колебаний электромагнитного поля. В отличие от классических алгоритмов получения случайных чисел, в квантовом случае принципиально невозможно предсказать последовательность чисел. В новом генераторе применяются лазерные сплиттеры с двумя оптическими входами и синхронными детекторами фотонов на выходах. Даже при отсутствии сигнала на одном из входов в суммарном сигнале имеется случайный вклад от квантовых флуктуаций, который и используется для получения случайных чисел. Рассчитанная функция распределения вероятности по числу срабатываний была разделена на сегменты с равной интегральной вероятностью, соответствующие различным случайным числам. Случайные числа генерируются со скоростью 12 Мбит с^{-1} , но путём некоторых усовершенствований скорость может быть увеличена во много раз. Новый квантовый генератор случайных чисел имеет достаточно простую конструкцию и способен найти применение, например, в криптографии и в численном моделировании методом Монте-Карло.

Источник: *Nature Photonics* **4** 711 (2010)<http://dx.doi.org/10.1038/nphoton.2010.197>**5. Источники космических лучей сверхвысоких энергий**

Три года назад на основе данных детектора Pierre Auger, состоящего из массива поверхностных и черенковских детекторов, была обнаружена корреляция космических лучей сверхвысоких энергий с направлениями на активные ядра галактик (см. *УФН* **177** 1318 (2007)). При этом галактики находились не далее 75 Мпк, что является допустимым расстоянием источников с точки зрения эффекта Грейзена — Зацепина — Кузьмина. Под совпадением направлений понимается попадание направления оси широкого атмосферного ливня (каскада частиц) в область радиусом $3,1^\circ$ вокруг активного ядра. Согласно данным, полученным до 31 августа 2007 г., корреляцию показывали $69^{+11}_{-13}\%$ зарегистрированных событий. С 31 августа 2007 г. до 31 декабря 2009 г. объём статистических данных увеличился более чем вдвое, и, по уточнённым данным, доля событий, направление которых коррелирует с положением активных ядер галактик, составляет $38^{+7}_{-6}\%$, тогда как доля случайных совпадений в случае изотропного распределения источников оценивается на уровне 21%. Наиболее сильная концентрация событий, регистрируемых Pierre Auger, наблюдается в направлении близкой радиогалактики Кентавр А (NGC 5128), а с ближайшим крупным скоплением галактик Дева и гигантской радиогалактикой M87 корреляций не отмечено. Хотя космические лучи сверхвысоких энергий ($E \sim 10^{17} - 10^{20}$ эВ) регистрируются уже несколько десятков лет, механизм их происхождения и природа источников пока не выяснены. По характеру наблюдаемых событий в детекторах удалось установить, что первичными частицами космических лучей сверхвысоких энергий являются протоны или атомные ядра, а фотоны могут вызывать лишь малую долю событий.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1009.1855>

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