

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90. + g

DOI: 10.3367/UFNr.0185.201504e.0414

1. Поиск новой физики на LHC

В экспериментах CMS и ATLAS, выполняемых на Большом адронном коллайдере (LHC), ведётся поиск редких процессов за пределами Стандартной модели элементарных частиц. Среди продуктов pp-столкновений с энергиями в системе центра масс 8 ТэВ отбирались и исследовались те события, в которых есть адронные струи и лептон-антилептонные пары Π (e^+e^- или $\mu^+\mu^-$), а также зафиксирован "потерянный" поперечный импульс, т.е. дисбаланс между суммарным измеренным импульсом продуктов реакции и начальным импульсом pp. Дополнительный импульс мог бы уноситься нерегистрируемыми в эксперименте слабо взаимодействующими частицами. В частности, проверялись модели суперсимметрии с рождением Z-бозонов при распаде скварков и глюино. Для канала рождения пары Π при распаде одного Z-бозона ATLAS получил небольшое, на уровне 3σ , отклонение от расчётов в рамках Стандартной модели. Это отклонение, если оно действительно имеет место, может означать проявление эффектов суперсимметрии. В случае независимого рождения лептонов I и $\bar{I}$ отклонений не зафиксировано. В эксперименте CMS, наоборот, для процесса $Z \rightarrow \Pi$ отклонений нет, а во втором случае отмечено превышение сигнала над фоном на уровне 2,6 σ . Поскольку отклонения от Стандартной модели имеют малую статистическую значимость и данные двух экспериментов расходятся, говорить об обнаружении новой физики пока рано, и требуются дальнейшие исследования.

Источники: <http://arxiv.org/abs/1502.06031>,
<http://arxiv.org/abs/1503.03290>

2. Квантовая телепортация двух свойств частицы

Эффект квантовой телепортации уже был продемонстрирован в ряде экспериментов, однако ранее передавалось состояние только одной квантовой степени свободы частицы. Исследователи из Научно-технического университета (г. Хэфэй, Китай) впервые выполнили квантовую телепортацию одновременно двух степеней свободы единичного фотона, а именно, его спинового состояния и орбитального углового момента. В эксперименте использовались три пары фотонов в квантово-запутанных состояниях. Одна из пар была "гиперзапутана" (hyperentangled), т.е. запутана как по состояниям поляризации, так и по состояниям орбитального углового момента фотонов. Эта пара служила квантовым каналом телепортации, а другие пары использовались для измерения и подготовки квантовых состояний. Результаты измерений, произведённых над начальным фотоном (состояние которого телепортировалось) совместно с измерением состояния одного из двух фотонов гиперзапутанной пары, передавались получателю по классическому каналу. С помощью этой информации получатель мог перевести второй фотон гиперзапутанной пары в квантовое состояние начального фотона, т.е. происходила телепортация. Квантовая точность (fidelity) уверенно превышала классический уровень, что свидетельствовало об успешности телепортации. Возможно, что квантовая телепортация сразу нескольких свойств найдёт полезные практические применения в квантовой коммуникации и квантовых вычислениях.

Источник: *Nature* **518** 516 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1038/nature14246>

3. Наблюдение корпускулярно-волнового дуализма квазичастиц

L. Piazza (Федеральная политехническая школа Лозанны, Швейцария) и др. выполнили наблюдение волновых и корпускулярных свойств квазичастиц в одном и том же эксперименте. Исследовались поверхностные плазмоны (ПП) в металличе-

ской нанопроволоке, помещённой на графеновую подложку, которая служила для отвода тепла. ПП представляют собой поверхностные электромагнитные волны, связанные с колебаниями зарядов. Подобно обычным частицам, эти квазичастицы обладают корпускулярно-волновым дуализмом. Нанопроволока освещалась лучом лазера, который генерировал ПП, разбегающиеся в разные стороны. Отразившись от концов нанопроволоки, ПП образовывали вдоль неё стоячую волну, структура которой наблюдалась по рассеянию пучка электронов. В то же время, каждое индивидуальное взаимодействие электрона с ПП происходило как с частицей, и электрон получал дополнительное дискретное приращение энергии $\Delta E = \pm \hbar\omega$. В результате поток рассеянных электронов нёс как информацию о пространственной волновой структуре ПП, так и содержал электроны с дискретными приращениями энергии, соответствующими корпускулярным свойствам ПП.

Источник: *Nature Communications* **6** 6407 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms7407>

4. Сверхпроводимость MnP под давлением

J.-G. Cheng (Институт физики Китайской академии наук, КНР) и др. впервые обнаружили, что фосфид марганца MnP становится сверхпроводником при температуре ниже ~ 1 К и давлении около ~ 8 ГПа. При малых давлениях магнитное поле разрушает куперовские пары, но с ростом давления магнитные свойства ослабевают, что ведёт к появлению сверхпроводимости в узкой области фазовой диаграммы вблизи ~ 8 ГПа, где имеется квантовая критическая точка. Ранее похожий эффект возникновения сверхпроводимости был обнаружен в соединении CrAs, которое, так же как и MnP, имеет спиральную магнитную структуру. MnP стал первым известным сверхпроводником на основе марганца. Его сверхпроводимость была зарегистрирована по уменьшению электрического сопротивления и изменению магнитной восприимчивости. Близость магнитного и сверхпроводящего состояний в MnP может свидетельствовать о нестандартном механизме спаривания электронов за счёт квантовых спиновых флуктуаций.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **114** 117001 (2015)
<http://arxiv.org/abs/1412.7883>

5. Поиск сигналов от аннигиляции тёмной материи

Карликовые сфероидальные галактики являются перспективными объектами для поиска сигналов от аннигиляции частиц тёмной материи, так как в них велико относительное содержание тёмной материи и малы фоновые излучения. С помощью космического гамма-телескопа Fermi-LAT в течение 6 лет исследовались 15 карликовых сфероидов — спутников нашей Галактики в диапазоне энергий 500 МэВ–500 ГэВ. Статистически значимого превышения гамма-сигналов от карликовых сфероидов над уровнем фона не обнаружено. Отсюда следует, что для частиц тёмной материи с массой менее 100 ГэВ с каналом аннигиляции в пары кварков $b\bar{b}$ или лептонов $\tau^+\tau^-$ сечение аннигиляции меньше величины $\langle\sigma v\rangle \approx 2,2 \times 10^{-26} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$, требуемой для теплового рождения этих частиц в ранней Вселенной. Данное ограничение создаёт некоторые трудности для наиболее популярной модели тёмной материи в виде WIMP'ов (слабовзаимодействующих массивных частиц). Однако не исключены модели с каналами аннигиляции в лёгкие лептоны, так как в этих случаях ограничения по гамма-излучению слабее.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1503.02641>

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