

**1. CP-асимметрия в распадах  $D^0 \rightarrow K^-K^+$  и  $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+$** 

В эксперименте LHCb на Большом адронном коллайдере измерена разность CP-асимметрии  $\Delta A_{CP}$  в распадах  $D^0 \rightarrow K^-K^+$  и  $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+$ . Асимметрия  $A_{CP}$  в каждом из двух указанных каналов определяется как относительная разность темпа распадов для частиц и соответствующих античастиц. В Стандартной модели  $A_{CP}$  выражается через элементы матрицы Кабиббо–Кобаяши–Маскавы. Теоретически ожидаемая величина  $\Delta A_{CP} \leq 1\%$ , но точный расчёт затруднён из-за неопределённостей в параметрах теории. Ранее нарушение CP-симметрии было надёжно измерено для распадов K- и B-мезонов, однако для чармированных частиц результат остался неоднозначным. В эксперименте LHCb изучались pp-столкновения с энергиями в системе центра масс 7 ТэВ и 8 ТэВ. Для распадов  $D^0 \rightarrow K^-K^+$  и  $D^0 \rightarrow \pi^-\pi^+$  с лучшей на сегодняшний день точностью получено  $\Delta A_{CP} = [-0,10 \pm 0,08(\text{стат.}) \pm 0,03(\text{сист.})]\%$ , т.е. на достигнутом уровне точности различие величин  $A_{CP}$  не выявлено.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **116** 191601 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.191601>

**2. Однонаправленное квантовое управление**

Две независимые группы исследователей под руководством С.-Ф. Ли (Научно-технический университет Китая) и Г. Pryde (Университет Гриффита, Австралия) продемонстрировали эффект однонаправленного квантового управления Эйнштейна–Подольского–Розена (EPR steering) в экспериментах с кубитами на основе фотонных пар. Концепция управления была введена Э. Шрёдингером применительно к редукции волновой функции удалённой системы. Эффект однонаправленного управления возникает в том случае, когда по измерению состояния одной из двух квантово-запутанных частиц можно сделать вывод о состоянии второй, а обратное невозможно — измерение состояния второй частицы не позволяет узнать состояние первой. Эффект однонаправленного управления, впервые продемонстрированный в работе D.J. Saunders и др. в 2010 г., ранее наблюдался лишь в случае ограниченного класса гауссовых состояний. Однако для практического применения одних только гауссовых состояний недостаточно, и в двух новых экспериментах изучался более широкий класс состояний, включающий вернеровские состояния фотонов. Было проверено нарушение "неравенств управления", доказывающих асимметрию. Асимметричная нелокальность может найти применение в устройствах квантовой коммуникации, когда верификация возможна лишь для одного направления передачи данных.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* **116** 160403, 160404 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.160403>

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.160404>

**3. Проектирование сверхпроводников с заданными свойствами**

Высокотемпературные сверхпроводники способны проводить гигантский электрический ток без тепловых потерь, при этом максимальный (критический) ток без потерь ограничен из-за движения сверхпроводящих вихрей и практически полностью определяется пиннингом сверхпроводящих вихрей на дефектах. Распределение дефектов в образцах во многих случаях удаётся целенаправленно изменять, что открывает перспективы создания сверхпроводников с заданными характеристиками. Главной проблемой является сложный характер взаимодействия вихрей с дефектами, который трудно заранее предсказать в аналитических расчётах. И.А. Садовский (Аргоннская национальная лаборатория, США) и др. разработали новый подход к проектированию сверхпроводников с заданными свойствами, основанный на компьютерном моделировании взаимодействия вихрей и дефектов с учётом экспериментально известных свойств сверхпроводников. Моделирование нестационарной динамики вихрей с

учётом их взаимодействия с дефектами было произведено в рамках теории Гинзбурга–Ландау. Результаты расчётов, производимых на графических процессорах, сравнивались с экспериментальной угловой зависимостью критического тока в образцах из  $REBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ , где RE — редкоземельный элемент, с двумя наборами дефектов. В первом случае использовался образец с химически синтезированным массивом наностержней из цирконид-бария. Во втором случае первый образец был дополнительно облучён тяжёлыми ионами свинца, оставляющими сквозные треки под углом к существующим дефектам. Было получено хорошее количественное согласие результатов вычисления и экспериментальных данных, что стало успешной проверкой нового подхода. В частности, было обнаружено, что вклад дефектов не является аддитивным. В будущем подобные численные расчёты будут использоваться для вычисления оптимальной концентрации и типов дефектов для максимизации критического тока в сверхпроводнике, а на их основе будут синтезированы образцы с заданными свойствами.

Источник: *Advanced Materials*, онлайн-публикация от 31 марта 2016 г.

<http://dx.doi.org/10.1002/adma.201600602>

**4. Полуцельный полный угловой момент фотона**

Сотрудники Тринити-колледжа (Дублин, Ирландия) К.Е. Ballantine, J.F. Donegan и P.R. Eastham выполнили эксперимент, в котором продемонстрировано, что полный угловой момент фотона (комбинация спинового и орбитального угловых моментов) в некоторых случаях может принимать полуцельные значения в единицах постоянной Планка  $\hbar$ . Это объясняется тем, что при уменьшении размерности системы может меняться характер квантования электромагнитного поля. Ранее похожий эффект наблюдался применительно к электронам в квазидвумерных системах. В описываемом эксперименте исследовались фотоны в луче света, в котором вектор поляризации был ограничен плоскостью поперечного сечения луча. Над лучом производились определённые преобразования фазы и поляризации с помощью двусонных кристаллов и призм. Луч пропускался через интерферометр Маха–Цендера для выделения состояний с определёнными угловыми моментами, и фотоны на выходе регистрировались фотодиодом. Наличие фотонов с полуцельными угловыми моментами установлено по характерному спектру дробного шума в токе фотодиода, который с хорошей точностью соответствовал теоретически предсказанному.

Источник: *Science Advances* **2** e1501748 (2016)

<http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1501748>

**5. История реионизации Вселенной**

С помощью данных по анизотропии реликтового излучения, полученных телескопом Планк, удалось уточнить ход во времени процесса реионизации Вселенной. Около 13 млрд лет назад во Вселенной произошла повторная ионизация водорода. Вероятной причиной этого процесса было излучение первых звёзд. По данным телескопа Планк найдена величина томсоновской оптической толщи  $\tau = 0,058 \pm 0,012$  — важного параметра, интегрально характеризующего реионизацию. Для исследования истории реионизации дополнительно привлекались данные по кинематическому эффекту Сюняева–Зельдовича, полученные на телескопах Atacama Cosmology Telescope и South Pole Telescope. Использование этих данных позволило снять имевшее место вырождение по параметрам космологической модели. Среднее красное смещение, на котором произошла реионизация, лежит между  $z = 7,8$  и  $z = 8,8$ , а длительность периода реионизации  $\Delta z < 2,8$ . Возможно, реконструкция временного хода реионизации поможет лучше понять природу её источников.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1605.03507>