

**1. Частица  $D_{sJ}^*(2860)^-$** 

Коллаборацией LHCb на Большом адронном коллайдере идентифицированы состояния частицы  $D_{sJ}^*(2860)^-$  со спинами 1 и 3. Эти состояния были выявлены на уровне достоверности  $10\sigma$  как промежуточные резонансы в реакции  $B_s^0 \rightarrow \bar{D}^0 K^- \pi^+$ . Хотя наличие резонанса  $D_{sJ}^*(2860)^-$  при энергии  $\approx 2,85$  ГэВ отмечалось и ранее, в эксперименте LHCb впервые выяснена его структура. Частица  $D_{sJ}^*(2860)^-$  состоит из кварков  $\bar{c}$  и  $s$ , которые в зависимости от спина и орбитального углового момента могут представлять семейство различных резонансных состояний, и такое состояние со спином 3 наблюдается впервые. Также впервые наблюдается рождение частицы со спином 3 в распадах В-мезонов.

Источник: <http://lhcb-public.web.cern.ch/lhcb-public/>

**2. Квантовые парадоксы**

"Квантовый Чеширский кот". Т. Denkmaug (Венский технический университет, Австрия) и др. впервые продемонстрировали в эксперименте квантово-механический эффект, называемый "квантовым Чеширским котом", когда объект и его квантовое свойство пространственно разделены. Эксперимент с нейтронным интерферометром выполнен в Институте Лауэ-Ланжевена (г. Гренобль, Франция). Пучок нейтронов, проходя через кристалл кремния, расщеплялся на два пучка, в которых спины нейтронов испытывали определённые повороты, а на выходе из интерферометра производился отбор нейтронов с некоторыми спиновыми состояниями. Тем самым выполнялась преселекция и постселекция спиновых состояний и создавался "квантовый Чеширский кот", что было показано с помощью слабых квантовых измерений. Поглотив нейтроны оказывал воздействие на их поток только в том случае, когда он помещался в первом плече интерферометра, а слабое магнитное поле смещало интерференционную картину только при воздействии на второе плечо. Это доказывало, что нейтроны проходили по одному плечу интерферометра, в то время как их спиновые состояния (магнитные моменты) — по другому плечу. Данный эффект может найти применения в сверхточных измерениях.

Источник: *Nature Communications* 5 4492 (2014)

<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms5492>

"Парадокс голубиных гнёзд". Квантово-механический "парадокс голубиных гнёзд" берёт свое название от классического утверждения, что если трёх голубей разместить в двух гнёздах, то в одном из гнёзд обязательно окажется как минимум два голубя. У. Aharonov (Тель-Авивский университет, Израиль; Университет Чепмена, США) и др. в своей теоретической работе показали, что в квантовой механике такое утверждение может быть неверным. А именно, три частицы могут размещаться в двух квантовых ящиках таким образом, что ни в одном из ящиков не будет одновременно двух частиц. В качестве примера авторы указали конкретные линейные комбинации волновых функций, соответствующих начальному и конечному состоянию, при которых ни в какой промежуточный момент эволюции квантовой системы не возникнет состояния двух или трёх частиц в одном ящике, т.к. соответствующая амплитуда вероятности равна нулю. Авторы работы предложили идею эксперимента, в котором можно наблюдать размещение трёх электронов в двух плечах интерферометра. Пролетая по одному пути, электроны отталкиваются своими зарядами, поэтому их измеренное положение будет иным, чем в случае, когда ни по какому пути два электрона не проходят одновременно.

Источник: <http://arXiv.org/abs/1407.3194>

**3. Солитонные вихри в ультрахолодном газе**

В двух экспериментах впервые подтверждено существование в вырожденном ультрахолодном газе долговживших солитонных вихрей — фазовых дефектов параметра порядка. В эксперименте, выполненном в Массачусетском технологическом институте, методом 3D-томографии изучалось удлиненное облачко сверхтекучего ферми-газа атомов  $^6\text{Li}$  в оптической дипольной ловушке. Солитонные вихри создавались путём сдвига фазы параметра порядка посредством лазерного излучения, и наблюдалась их прецессия вблизи точки фазового перехода. В

эксперименте, который выполнили исследователи из Университета Тренто (Италия) и Института физических проблем им. П.Л. Капицы (Россия), вытянутое облачко бозе-эйнштейновского конденсата атомов натрия наблюдалось по абсорбционной методике на стадии его свободного разлёта. Закрученные области пониженной плотности вокруг вихревых нитей свидетельствовали о наличии солитонных вихрей. В прежних экспериментах тех же исследовательских групп также рождались солитонные вихри, но наблюдавшиеся тогда структуры интерпретировались иначе — как солитоны другого типа. Выяснив с помощью новых экспериментов, что правильным объяснением являются солитонные вихри, исследователи получили согласие экспериментальных данных и теоретических расчётов времени жизни и других характеристик солитонов.

Источники: *Phys. Rev. Lett.* 113 065301, 065302 (2014)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.065301>

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.065302>

**4. Несимметричность по времени в турбулентном потоке**

Процесс турбулентности несимметричен (необратим) во времени, так как энергия перекачивается от турбулентных пульсаций большего масштаба к пульсациям меньшего масштаба. В Институте динамики и самоорганизации Общества им. М. Планка (Германия) выполнен эксперимент, в котором прослежена кинематика этой асимметрии для отдельных элементов жидкости. Посредством вращающихся лопастей в сосуде создавалось турбулентное движение, и с помощью высокоскоростных видеокамер отслеживалось положение в воде полистироловых микросфер, служивших маркерами течения. Было подтверждено теоретическое предсказание, по которому разность средних квадратов расстояний между частицами турбулентного потока назад и вперёд по времени на малых интервалах времени положительна (т.е. при обращении времени эта разность нарастает быстрее) и увеличивается как  $\langle R^2(-t) \rangle - \langle R^2(t) \rangle \propto t^3$ . Ещё более чёткие данные об асимметрии получены для совокупностей из четырёх частиц, в начальный момент образующих правильный тетраэдр. Разность промежуточных собственных значений тензора деформации тетраэдра нарастает линейно по времени  $\langle g_2(t) - g_2(-t) \rangle \propto t$ . Третья и первая степени  $t$  в указанных зависимостях отражают факт асимметрии турбулентного потока относительно обращения времени  $t \rightarrow -t$ .

Источник: *Phys. Rev. Lett.* 113 054501 (2014)

<http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.054501>

**5. Чёрная дыра промежуточной массы в галактике M82**

D.R. Pasham, T.E. Strohmayer и R.F. Mushotzky (Мэрилендский университет и Центр космических полётов им. Годдарда НАСА, США) путём анализа данных рентгеновского телескопа Rossi показали, что ультраяркий рентгеновский источник X-1 в галактике M82 является, скорее всего, чёрной дырой (ЧД) с массой  $\sim 400 M_\odot$ . С достоверностью  $4,7\sigma$  обнаружены две моды квазипериодических пульсаций с частотами 5,1 Гц и 3,3 Гц, стабильные на протяжении всего времени наблюдений. Аналогичные двойные моды с отношением частот 3:2 уже известны для ЧД звёздных масс ( $3-50 M_\odot$ ). Хотя природа двойных пульсаций точно не выяснена, имеется корреляция их частот с массами ЧД. Если эта корреляция справедлива и для X-1, то масса ЧД получается равной  $(428 \pm 105) M_\odot$ . Ранее уже предполагалось, что X-1 содержит ЧД с массой  $(10^2-10^4) M_\odot$ , однако допускалась и возможность ЧД звёздной массы со сверхэдингтоновской светимостью. После обнаружения двойных пульсаций этот вариант стал маловероятным. Полученный результат является одним из самых сильных свидетельств существования ЧД промежуточных масс: между ЧД звёздных масс и сверхмассивными ЧД в ядрах галактик.

Источник: *Nature*, онлайн-публикация от 17 августа 2014 г.

<http://dx.doi.org/10.1038/nature13710>

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