

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2018.10.038451>**1. Измерение состояний кубитов**

R. McDermott (Висконсинский университет в Мэдисоне, США) и его коллеги продемонстрировали новый метод измерения состояний сверхпроводящего кубита. В их эксперименте помимо резонансной полости самого кубита использовался дополнительный резонатор, настроенный на частоту возбуждённого состояния кубита. Это позволило с помощью микроволнового фотонного счётчика легко различать основное и возбуждённое состояния. Кvantовая точность (fidelity) нового метода достигает 92 %. По своим возможностям он превосходит обычно используемые для этих целей гетеродинные измерения. Областью применения могут стать алгоритмы исправления ошибок, а также интерфейсы между квантовыми и классическими системами. Другой метод измерений продемонстрировали М.Д. Луккин (Гарвардский университет, США) и его коллеги. В их эксперименте изучались два SiV-центра (кремниевые вакансии), помещённые в нанофотонную полость и когерентно взаимодействующие друг с другом посредством её электромагнитных мод. При этом качество взаимодействия между SiV-центрами улучшено примерно на порядок по сравнению с тем, что было достигнуто в других исследованиях подобного рода. Управление спиновыми состояниями SiV-центров осуществлялось с помощью магнитного поля и радиоимпульсов, и измерялась спектральная передаточная функция, по которой определялись состояния системы.

Источники: *Science* **361** 1239 (2018),*Science*, онлайн-публикация от 20 сентября 2018 г.<https://doi.org/10.1126/science.aat4625><https://doi.org/10.1126/science.aaau4691>**2. Вихревые пары в ферромагнитном сверхпроводнике**

Группой российских исследователей из МФТИ, ИФТТ, МИСИСа, МГУ и КФУ, а также их коллег из Японии, Франции, Китая и Великобритании исследовано соединение EuFe₂(As_{0.79}P_{0.21})₂, в котором при температуре ниже 19 К существуют сверхпроводимость и ферромагнетизм. Обычно ферромагнетизм разрушает сверхпроводимость, однако здесь этого не происходит из-за слабого обменного поля, создаваемого подсистемой атомов Eu. С помощью магнитного силового микроскопа было построено 3D распределение магнитных полей у поверхности образца при различных температурах. Ниже точки Кюри обнаружена новая фаза — домены Мейснера, которая возникает из-за экранирования магнитной подсистемы Eu. При понижении температуры ниже 17 К эта фаза трансформируется в "вихревые домены" посредством фазового перехода 1-го рода. При этом переходе в доменах Мейснера спонтанно генерируются абрикосовские пары вихрей и антивихрей, а размеры доменов увеличиваются. В.С. Столяров и соавторы разработали количественную теорию, успешно объясняющую эти явления.

Источник: *Science Advances* **4** eaat1061 (2018)<https://doi.org/10.1126/sciadv.aat1061>**3. Неустойчивость Померанчука в ферми-жидкостях**

В настоящее время известно несколько веществ с электронным нематическим порядком, при котором спонтанно нарушена вращательная симметрия. Понимание некоторых важных особенностей нематического порядка связано с эффектом неустойчивости Померанчука. К. Lee (Университет штата Огайо, США) и соавторы вычислили параметры F_l сложной ферми-жидкости. В их работе рассмотрен случай с полузаполненными уровнями Ландау, когда нематический порядок граничит с неабелевым квантовым состоянием Холла. Численно найдены F_l для трёх низших уровней Ландау $n = 0, 1$ и 2 . Расчёты велись методом Монте-Карло с обрезанием кулоновского потенциала на малом масштабе и с волновой функцией, определённой на торе. Для $n = 0$ неустойчивости Померанчука

не обнаружено. Для $n = 1$ и 2 результаты вычислений показали неустойчивость Померанчука в нематическом ($l = 2$) канале для широкого диапазона величин параметра обрезания. Полученный теоретический результат является первой явной демонстрацией того, что нематическая неустойчивость Померанчука может быть ответственна за нематические квантовые состояния Холла с изотропным экранированием кулоновских взаимодействий.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 147601 (2018)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.147601>**4. Запись информации на единичном атоме**

Исследователи из Университета Неймегена (Нидерланды) продемонстрировали новый магнитный механизм хранения информации на единичном атоме кобальта, помещённом на поверхность чёрного фосфора. Наблюдение атома и управление его состояниями осуществлялось с помощью сканирующего тунNELьного микроскопа. Обнаружено, что атом имеет устойчивые состояния на различных расстояниях от поверхности. Расчёт, выполненный методом функционала плотности, показал, что переход от одного состояния к другому связан с перераспределением населённостей 3s- и 3d-орбиталей, и при этом большую роль играет магнитная анизотропия. Наличие высокого энергетического барьера между состояниями делает их применимыми для записи информации. Ранее уже выполнялась запись информации на спиновом состоянии отдельного атома, и было достигнуто большое время её хранения, однако оставалась проблема флюктуаций при спин-чувствительном методе считывания данных. В случае атома кобальта все манипуляции производились электрическим полем без необходимости в спин-чувствительных измерениях. Эксперимент выполнялся при температуре поверхности 4,4 К, но есть надежда, что в будущем этот метод удастся реализовать и при комнатной температуре.

Источник: *Nature Communications* **9** 3904 (2018)<https://www.nature.com/articles/s41467-018-06337-4>**5. Новое ограничение на первичные чёрные дыры**

Возможность образования в ранней Вселенной первичных чёрных дыр (ПЧД) была предсказана Я.Б. Зельдовичем и И.Д. Новиковым в 1967 г. (о ПЧД см. в обзорах УФН **145** 369 (1985) и УФН **188** 121 (2018)). Гравитационно-волновые сигналы от слияний чёрных дыр, зарегистрированные детекторами LIGO/Virgo, вызвали дополнительный интерес к модели ПЧД, так как ПЧД наряду с чёрными дырами звёздного происхождения могли бы объяснить эти сигналы. В частности, вновь был поставлен вопрос о том, не может ли вся тёмная материя состоять из ПЧД? Исследователи из Калифорнийского университета M. Zumalacarregui и U. Seljak выполнили поиск гравитационного линзирования света далёких сверхновых чёрными дырами, случайно оказавшимися на луче зрения. ПЧД своим гравитационным полем сфокусировала бы свет, создав характерные особенности в профиле вспышки сверхновой. После обработки данных по 740 сверхновым типа Ia из отсутствия признаков линзирования получено, что ПЧД с массами $\geq 0,01 M_\odot$ составляют не более $\approx 37\%$ от всей тёмной материи. Таким образом, преобладающая часть тёмной материи должна состоять из чего-то иного, так как количество ПЧД с массами $< 0,01 M_\odot$ ограничено другими эффектами. В качестве одного из наиболее вероятных кандидатов на роль тёмной материи сейчас рассматриваются новые, не зарегистрированные пока в детекторах элементарные частицы.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 141101 (2018)<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.141101>