

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2018.11.038482>**1. Новое ограничение на электрический дипольный момент электрона**

Стандартная модель физики элементарных частиц предсказывает наличие у электрона асимметрии распределения заряда вдоль направления спина — электрического дипольного момента (ЭДМ), но его величина намного меньше, чем можно измерить в современных экспериментах. Некоторые теории, в которых вводится "новая физика" за пределами Стандартной модели, дают значительно больший ЭДМ, и эти предсказания уже можно проверять. В эксперименте АСМЕ II установлено новое ограничение на ЭДМ электрона $|d_e| < 1,1 \times 10^{-29} e \text{ см}$, которое на порядок улучшает ограничение, полученное пять лет назад коллаборацией АСМЕ в похожем эксперименте с молекулами монооксида тория. Сильное внутримолекулярное электрическое поле в молекулах ThO взаимодействует с ЭДМ электронов и вызывает прецессию их спинов. Величину ЭДМ можно найти из разности углов прецессии в квантовых состояниях с различными направлениями ЭДМ. Измерения выполнялись путём облучения молекул светом лазера и регистрации их флуоресцентного излучения. Из данных эксперимента также получены новые ограничения на допустимые параметры "новой физики". В частности, возникают сложности для некоторых вариантов теории суперсимметрии, что снижает шансы обнаружения суперсимметричных частиц на Большом адронном коллайдере.

Источник: *Nature* **562** 355 (2018)
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0599-8>

2. Подсчёт числа фононов в микроосцилляторе

В ряде экспериментов уже наблюдались колебания механических осцилляторов вблизи квантового уровня (с малыми числами заполнения фононов). Для измерения состояний и управления колебаниями осцилляторы объединялись со сверхпроводящими кубитами, но создать между ними сильную связь ранее не удавалось. Исследователи из Национального института стандартов и технологий и Колорадского университета в Боулдере (США) J.J. Viennot, X. Ma и K.W. Lehnert использовали для этой цели зарядово-чувствительный кубит. Осциллятор представлял собой алюминиевую мембрану размером в несколько мкм. Под влиянием электрического поля на разных концах мембраны скапливались положительный и отрицательный заряды. Механические колебания мембраны с частотой 25 МГц приводили заряды в движение, и они воздействовали на кубит, вызывая сдвиг его основной частоты 4 ГГц на величину 0,52 МГц (в пересчёте на один фонон). Информация о распределении фононов содержалась в измеренной спектральной функции кубита. Также исследовано воздействие на систему микроволновых импульсов на нижней боковой полосе колебаний кубита, промодулированных частотой осциллятора. Этот сигнал позволял управлять состояниями Фока осциллятора с точностью до примерно семи фононов, и с его помощью удавалось охлаждать осциллятор, в 8 раз повышая населённость его основного состояния. Данный подход может найти применение в квантовой микромеханике.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 183601 (2018)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.183601>

3. Диэлектрическая резонансная антенна

П. Капитанова (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики) и соавторы разработали и создали диэлектрическую резонансную антенну, предназначенную для когерент-

ного управления большим ансамблем NV-центров в алмазе. Антенна имеет вид полого диэлектрического цилиндра диаметром 12,5 мм и высотой 6 мм. Внутри цилиндра на его оси помещается алмаз с NV-центрами. Резонансная электромагнитная мода с частотой 2,84 ГГц возбуждается проводящей петлёй, расположенной у основания цилиндра, причём магнитное поле внутри цилиндра оказывается с высокой степенью точности однородным. Благодаря этому электронные спины NV-центров хорошо синхронизируются, что повышает оптический сигнал на выходе. Была достигнута частота Раби 10 МГц, постоянная вдоль образца с точностью 1%. Подобная антенна может быть использована в ультрачувствительных сенсорах.

Источник: *Письма в ЖЭТФ* **108** 625 (2018)
http://www.jetpletters.ac.ru/ps/2199/article_32961.shtml

4. Оптический гироскоп

Принцип работы оптических гироскопов основан на измерении разности фаз световых лучей, прошедших в двух направлениях по кольцевому волноводу (об эффекте Саньяка см. в *УФН* **172** 849 (2002) и *УФН* **184** 775 (2014)). Оптические гироскопы не имеют движущихся механических частей, однако их чувствительность ограничена тепловыми флуктуациями и дефектами изготовления. Исследователи из Калифорнийского технологического института (США) P.P. Khial, A.D. White и A. Najimi продемонстрировали оптический гироскоп новой конструкции, чувствительность которого повышена на 1–2 порядка по сравнению с волоконно-оптическими гироскопами, при том что по площади он занимает всего 2 мм². В новом приборе с помощью электронных переключателей оптические входы и выходы меняются местами и применяется пара колец. Медленные тепловые флуктуации одинаково воздействуют на свет, распространяющийся в двух направлениях, поэтому переключение направлений позволяет скомпенсировать влияние флуктуаций. Благодаря малым размерам новый гироскоп может быть интегрирован в различные мобильные устройства.

Источник: *Nature Photonics* **12** 671 (2018)
<https://doi.org/10.1038/s41566-018-0266-5>

5. Формирующееся скопление галактик в ранней Вселенной

Наблюдаемые скопления галактик возникли сравнительно недавно, на красных смещениях $z \leq 1-2,5$. В более ранние эпохи скопления были очень редки, но существовали их предшественники — невидимые (не пришедшие в гравитационное равновесие) области с повышенной концентрацией галактик — протоскопления. Свойства протоскоплений представляют интерес, в частности, для моделей неоднородной реионизации. L. Jiang (Пекинский университет, КНР) и соавторы выполнили поиск протоскоплений на $z > 5$. Отбирались кандидаты из обзора галактик Subaru/XMM-Newton, которые затем изучались спектрографом на 6,5-метровых Магеллановых телескопах в Чили. Таким путём была исследована область на небесной сфере размером в 4 квадратных градуса и обнаружено гигантское протоскопление галактик на $z = 5,7$. Оно имеет массу $3,6 \times 10^{15} M_{\odot}$ и занимает объём $35 \times 35 \times 35$ сопутствующих Мпк³.

Источник: *Nature Astronomy* **2** 962 (2018)
<https://arxiv.org/abs/1810.05765>

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