

1. Проверка лоренц-инвариантности

В проектах теорий, призванных объединить общую теорию относительности и Стандартную модель (например, в теориях струн), часто имеет место нарушение лоренц-инвариантности, которое может выражаться в зависимости скорости света от направления. Нарушение ожидается вблизи планковской энергии, однако его следствия в подавленном виде должны проявляться и на меньших энергиях. Эксперименты по проверке лоренц-инвариантности начиная с эксперимента Майкельсона–Морли пока подтверждают лоренц-инвариантность. В новом эксперименте M. Nagel (Берлинский университет им. Гумбольдта, Германия) и др. достигнута рекордная на сегодня точность $\sim 10^{-18}$, с которой нарушения могли бы быть заметны уже при ~ 100 ГэВ. Сравнивались частоты электромагнитных колебаний в двух резонаторах — кристаллах сапфира, ориентированных под прямым углом друг к другу. Кристаллы помещались в вакуумную камеру, охлаждаемую с внешней стороны жидким гелием. Стабильность частоты ограничивалась влиянием внешних магнитных полей на магнитные примеси в кристаллах. Установка вращалась с периодом 100 секунд. Если бы скорость света зависела от направления, то при вращении возникали бы периодические сдвиги частот в резонаторах и сдвиги частоты биений в суммарном сигнале. Проанализированы данные, накопленные в течение года выполнения эксперимента. С относительной точностью $(9,2 \pm 10,7) \times 10^{-19}$ сдвига частот не обнаружено. Это ограничивает параметры, отвечающие за возможное нарушение лоренц-инвариантности. Для разных параметров полученные ограничения в 4–20 раз лучше, чем в предшествующих экспериментах.

Источник: *Nature Communications* 6 8174 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms9174>

2. Очищение квантовой запутанности

Очищение квантовой запутанности (entanglement distillation) в будущем может стать важным элементом в квантовых коммуникациях и вычислениях. Эта процедура заключается в том, что из большого ансамбля слабо запутанных квантовых состояний выделяется меньшая подсистема с сильной запутанностью. Группой исследователей, включающей учёных из Российского квантового центра в Сколково, МФТИ (ГУ) и ФИАН им. П.Н. Лебедева, эффект очищения квантовой запутанности продемонстрирован для ЭПР-пар фотонов. Один из фотонов ЭПР-пары, полученной в нелинейном кристалле, смешивался со вспомогательным фотоном в светоделительной пластине и затем оба фотона ЭПР-пары регистрировались методом синхронного детектирования. Этот способ очищения запутанности, известный под названием "квантовый катализ", ранее предложили А.И. Львовский и J. Mlynek. Важно, что производилось очищение непрерывных квантовых переменных (квадратур поля), что дало ряд преимуществ по сравнению со случаем дискретных переменных. Методика эксперимента позволила восстановить уровень запутанности после его уменьшения в 20 раз при прохождении фотонов по каналу с потерями.

Источник: *Nature Photonics* 9 764 (2015)
<http://dx.doi.org/10.1038/nphoton.2015.195>

3. Перемещение субмикронных частиц замедленным светом

M.G. Scullion (Университет Йорка, Великобритания) и др. разработали методику перемещения диэлектрических частиц по поверхности фотонного кристалла с использованием замедлен-

ного света. Кристалл представлял собой треугольный массив отверстий в кремниевой пластине. Групповая скорость света в нём была в 20 раз меньше, чем в вакууме. Частицы перемещались под влиянием ближнего (evanescent) поля электромагнитной волны, причём замедленный свет оказывает на частицы большую силу, чем обычный. За перемещениями частиц следили по их флуоресцентному излучению, и типичная измеренная скорость частиц составляла 5 мкм с^{-1} при мощности излучения 2,5 мВт. Данная методика может оказаться полезной для манипуляции микроскопическими объектами, в том числе в микробиологии.

Источник: *Optica* 2 816 (2015)

<http://dx.doi.org/10.1364/OPTICA.2.000816>

4. Наблюдение когерентных квантовых состояний в белках

Почти 50 лет назад Н. Fröhlich предсказал, что колебания молекул белков могут становиться упорядоченными и конденсироваться в процессе, который напоминает конденсацию Бозе–Эйнштейна. Части молекул при этом ведут себя как группа связанных осцилляторов, которые могут конденсироваться в низкочастотную моду. G. Katona (Гётеборгский университет, Швеция) и его коллеги получили первое экспериментальное подтверждение этого эффекта в белковом кристалле. Исследовался энзим лизоцим, полученный из белка куриного яйца и подвергнутый кристаллизации. Образец облучался терагерцевым излучением и наблюдался методом рентгеновской кристаллографии. Поглощение электромагнитного излучения частотой 0,4 ТГц вызывало структурные изменения в кристалле — коллективные возбуждения участков молекул белка. При этом время затухания возбуждений было на 3–6 порядков больше, чем в случае обычной тепловой релаксации. Этот эффект успешнее всего объясняется конденсацией по механизму Н. Fröhlich.

Источник: *Struct. Dyn.* 2 054702 (2015)

<http://dx.doi.org/10.1063/1.4931825>

5. Ограничение на межгалактические магнитные поля по гамма-излучению блазаров

Межгалактические магнитные поля пока не измерены, и существуют лишь ограничения на их возможные величины $10^{-16} \text{ Гс} \leq B \leq 10^{-9} \text{ Гс}$. Одним из перспективных методов изучения магнитных полей является поиск их влияния на движение e^+ и e^- в электромагнитных каскадах, создаваемых первичным гамма-излучением блазаров (класс галактик с активными ядрами) при взаимодействии с межгалактическим фоновым излучением. J.D. Finke (Военно-морская исследовательская лаборатория, США) и др. сопоставили спектры пяти блазаров, полученные на больших энергиях наземными детекторами, с их низкоэнергетическими спектрами, которые были измерены телескопом им. Э. Ферми. Магнитные поля малой величины исключены из требования, чтобы каскадное гамма-излучение, генерируемое e^\pm при обратном комптоновском рассеянии на реликтовых фотонах, не превышало величин, измеренных телескопом им. Э. Ферми. Таким путём удалось получить ограничение: $B \geq 10^{-19} \text{ Гс}$ при длине когерентности $\geq 1 \text{ Мпк}$ на уровне достоверности 5σ . Ранее B уже было ограничено снизу другим косвенным методом по отсутствию наблюдаемых гамма-галло вокруг блазаров — $B \geq 10^{-16} \text{ Гс}$.

Источник: <http://arxiv.org/abs/1510.02485>

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