

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: 01.90.+g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2019.02.038532>

1. Проверка принципа эквивалентности

Коллаборацией GRAVITY выполнена новая проверка принципа локальной позиционной инвариантности (ПЛПИ) путём наблюдения звёзд, обращающихся вокруг сверхмассивной чёрной дыры в центре Галактики. Этот принцип, являющийся частью эйнштейновского принципа эквивалентности, утверждает независимость локальных негравитационных измерений от точки пространства-времени, в которой они выполняются. Нарушение ПЛПИ означало бы влияние гравитационного потенциала на фундаментальные физические константы. Использовались полученные телескопами VLT данные по движению звезды S2, которая очень близко подходит к чёрной дыре. С высокой точностью была реконструирована орбита звезды и найдены вариации гравитационного потенциала вдоль орбиты. Сравнивались гравитационные сдвиги частот в линиях поглощения водорода и гелия. Параметр, характеризующий возможное нарушение ПЛПИ, ограничен величиной $(2.4 \pm 5.1) \times 10^{-2}$, что совместимо с нулевым значением. Хотя в наблюдениях, выполненных в солнечной системе и для звёзд — белых карликов, этот параметр ограничен сильнее, в описываемой работе исследована область рекордно больших разностей гравитационного потенциала $\Delta\Phi/c^2 = 3.2 \times 10^{-4}$. Данный результат ещё раз подтверждает принцип эквивалентности, являющейся одной из основ Общей теории относительности.

Источник: <https://arxiv.org/abs/1902.04193>

2. Сверхрассеяние

Сечение рассеяния света какой-либо системой по одному каналу ограничено сверху фундаментальным пределом, связанным с длиной волны. Явление сверхрассеяния, предсказанное в теоретической работе Z. Ruan и S. Fan в 2010 г., при котором сечение может превышать этот предел, основано на наличии многих каналов рассеяния, дающих вклад в сечение. Ранее наблюдать сверхрассеяние не удавалось из-за сложности в создании сверхрассеивающей системы с малыми потерями. Сверхрассеяние в микроволновом диапазоне впервые продемонстрировано в эксперименте, выполненном под руководством H. Chen (Чжэцзянский университет, Китай). На трёх концентрических цилиндрах были созданы метаповерхности в виде периодического массива медных колец субвольнового масштаба. На них были локализованы электромагнитные моды TE-типа. Различные каналы рассеяния возникали за счёт возбуждения электронных осцилляций с высшими моментами (квадрупольным, октупольным и т.д.) на одной и той же резонансной частоте. Регистрация излучения показала, что имеет место сверхрассеяние с сечением, в четыре раза превышающим одноканальный предел. Сверхрассеяние может найти применение в различных телекоммуникационных устройствах и сенсорах. Ожидается, что в будущем сверхрассеяние можно будет получить и в других диапазонах волн.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **122** 201801 (2019)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.063901>

3. Фононная спектроскопия

Создание высокостабильных монохроматических пучков электронов открыло возможности для исследования рассеяния электронов на фононах (квантах акустических колебаний) в диапазоне ТГц. Метод фононной спектроскопии может иметь важные применения для исследования структуры различных веществ. F.S. Hage (Лаборатория SuperSTEM, Великобритания) и соавторы выполнили сканирование методом фононной спектроскопии тонкой чешуйки гексагонального нитрида бора с пространственным разрешением, на порядок лучшим, чем удавалось достичь в предшествующих экспериментах. С помощью электронного переходного микроскопа

регистрировались фононные пики в электронном спектре, создаваемые неупругим рассеянием электронов на фононах. На полученных изображениях явно видна периодическая пространственная структура кристалла с разрешением, близким к атомному масштабу.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **122** 016103 (2019)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.122.016103>

4. Рост энтропии

в мезоскопических квантовых системах

В последние годы ведётся активное исследование термодинамических свойств систем на квантовом уровне, в частности, изучаются энтропийные свойства систем и флуктуационные теоремы. M. Brunelli (Кавендишская лаборатория Кембриджского университета, Великобритания) и соавторы исследовали две мезоскопические системы, которые состояли из достаточно большого количества атомов и были связаны с тепловыми резервуарами, но при этом имели квантовые свойства. В первом случае исследовались колебания механического осциллятора, связанного с электромагнитным резонатором. Колебания возбуждались импульсами лазера. По спектру исходящего излучения можно было охарактеризовать процессы в данной оптомеханической системе и вычислить потоки энтропии. Во втором случае исследовался бозе-эйнштейновский конденсат 10^5 атомов рубидия, помещённый в электромагнитный резонатор. Не обратимое производство энтропии при квантовых флуктуациях в системах было равно потоку энтропии наружу, что оставляло системы в стационарном состоянии. Подобные эксперименты важны для прояснения перехода от квантовых к классическим системам и могут оказаться полезными при конструировании микромеханических устройств.

Источник: *Phys. Rev. Lett.* **121** 160604 (2018)
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.121.160604>

5. Второй рекуррентный источник

быстрых радиовсплесков

Хотя к настоящему времени зарегистрировано уже более 60 быстрых радиовсплесков (всплесков космического радиоизлучения миллисекундной длительности с большой мерой дисперсии), до последнего времени был известен лишь один источник повторяющихся всплесков FRB 121102. С помощью телескопа CHIME, имеющего поле обзора 250 кв. градусов, обнаружен второй источник повторяющихся всплесков FRB 180814.J0422 + 73. От него зарегистрировано шесть всплесков, имеющих одинаковые меры дисперсии. Судя по мере дисперсии, новый источник находится на расстоянии менее 500 Мпк. Галактик — явных кандидатов на роль хозяйской галактики — в области локализации источника не обнаружено. Всплески от второго источника очень похожи на всплески от FRB 121102. В том числе наблюдаются кратные пики и дрейф частоты вниз. Подобный дрейф имеется у солнечных вспышек типа II, что может свидетельствовать о сходном механизме генерации, хотя механизм образования быстрых радиовсплесков пока достоверно не выяснен. Наблюдение второго источника повторных всплесков говорит о том, что существует достаточно обширная популяция рекуррентных источников. О быстрых радиовсплесках см. в обзоре С.Б. Попова, К.А. Постнова и М.С. Пширкова в УФН **188** 1063 (2018).

Источник: *Nature* **566** 235 (2019)
<https://arxiv.org/abs/1901.04525>

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