Июль 2018 г. *Том 188, № 7*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET

(по материалам электронных препринтов)

PACS number: **01.90.+g** DOI: https://doi.org/10.3367/UFNe.2018.05.038337

1. Давление внутри протона

Взаимодействия кварков и глюонов внутри протона определяют его механические свойства, в том числе внутреннее давление. Давление можно найти из экспериментальных данных по рассеянию электронов на кварках внутри протона $ep \to e'p'\gamma$ и регистрации вылетающих частиц по методу совпадений (метод "глубоко-виртуального комптоновского рассеяния"). Исследователи из Лаборатории Джефферсона (США) V.D. Burkert, L. Elouadrhiri и F.X. Girod, используя имеющиеся данные и применяя новый вычислительный подход, определили давление в зависимости от расстояния r до центра протона. На малых r давление положительное, при $r \simeq 0{,}6$ фм оно проходит через нуль и дальше становится отрицательным, связывая кварки в протоне. Зависимость $p(r)$ хорошо соответствует предсказанию кварк-солитонной модели.

Источник: *Nature* **557** 396 (2018)
https://doi.org/10.1038/s41586-018-0060-z

2. Нейтринные осцилляции в эксперименте MiniBooNE

Представлены новые наиболее полные данные, полученные в эксперименте MiniBooNE в Национальной лаборатории имени Э. Ферми (США) по осцилляциям мюонных нейтрино и антинейтрино в соответствующие электронные ν_e и $\bar{\nu}_e$. Нейтринный пучок образуется при взаимодействии протонов с бериллиевой мишенью и регистрируется в детекторе, наполненном минеральным маслом, путём наблюдения излучения Вавилова – Черенкова и сцинтилляционного сигнала. Подтверждено наличие избытка ν_e и $\bar{\nu}_e$ по сравнению с их ожидаемым числом при энергиях 200 – 1250 МэВ, который ранее уже был отмечен в экспериментах LSND и MiniBooNE. Совокупность данных MiniBooNE и LSND свидетельствует о наличии избытка событий на уровне достоверности $6{,}1\sigma$. Этот избыток может указывать на существование стерильных нейтрино, но результат пока не подтверждён в других нейтринных экспериментах.

Источник: https://arxiv.org/abs/1805.12028

3. Проверка Общей теории относительности

Исследователи из Национального института стандартов и технологий (NIST) и Колорадского университета в Боулдере (США) N. Ashby, T.E. Parker и B.R. Patla выполнили новую проверку принципа локальной позиционной инвариантности, который является частью принципа эквивалентности и утверждает, что негравитационные эксперименты, выполненные в по-разному расположенных и ориентированных системах отсчёта, должны давать одинаковые результаты. Изучалась стабильность частоты переходов между уровнями сверхтонкого расщепления атомов H и Cs за 14 лет. В течение этого времени гравитационный потенциал изменяется с изменением расстояния Земли от Солнца при её движении по эллиптической орбите. Учитывалось также гравитационное поле Юпитера. Ядра H и Cs имеют разную структуру, поэтому они удобны для поиска нарушений принципа эквивалентности. Использовались данные по четырём водородным мазерам, находящимся в NIST, и восьми цезиевым стандартам частоты в метрологических лабораториях в разных странах. Полученное ограничение на поправку к относительному сдвигу частоты $\beta = (2{,}2 \pm 2{,}5) \times 10^{-7}$ в два раза лучше предшествующих ограничений. Таким образом, отклонений от предсказаний Общей теории относительности пока не обнаружено.

Источник: *Nature Physics*, онлайн-публикация от 4 июня 2018 г.
https://doi.org/10.1038/s41567-018-0156-2

4. Квантовый демон Максвелла

W.-B. Wang (Университет Цинхуа, КНР) и др. исследовали квантовый демон Максвелла (мысленный эксперимент, рассмотренный Максвеллом в 1867 г.), реализованный на азото-замещённой вакансии в алмазе (NV-центре) в магнитном поле. Спиновым состоянием этой квантовой ячейки можно управлять с помощью радиоимпульсов, а измерения состояний выполнялись методом квантовой томографии. Память демона, кодируемая спином электрона, составляла всего 1 бит. Она управляла открытием и закрытием логической ячейки. Измерения подтвердили, что в общем балансе энтропии необходимо учитывать информацию, заключённую в памяти демона. Во втором эксперименте демон был квантово запутан со вспомогательной системой — спином ядра ^{14}N, и впервые была показана важная роль в работе демона квантовой запутанности. Квантовая запутанность может быть наглядно интерпретирована как резервуар с отрицательной энтропией в квантовом термодинамическом процессе.

Источник: *Chin. Phys. Lett.* **35** 040301 (2018)
https://doi.org/10.1088/0256-307X/35/4/040301

5. Новый компонент электроники

В обычных биполярных и полевых транзисторах входные ток или напряжение управляют током на выходе транзистора, а для преобразования выходного тока в выходное напряжение требуется цепь нагрузки. S. Lee (Пусанский университет, Южная Корея) рассмотрел теоретически новое устройство, в котором входные сигналы должны непосредственно управлять напряжением на выходе. Новый активный компонент, хотя он пока ещё не был реализован на практике, предложено называть трансайтором (trancitor = **tran**sfer + capa**citor**). Возможно, трансайтор удастся создать на основе эффекта Холла. Комбинация в электронных устройствах транзисторов и трансайторов может значительно упростить схемотехнику и увеличить скорость работы устройств по сравнению с чисто транзисторными схемами. По расчётам S. Lee, использование трансайторов изменит эмпирический закон Мура, согласно которому число транзисторов, размещаемых в микросхеме, удваивается каждые 2 года.

Источник: https://arxiv.org/abs/1805.05842

6. Свободная энергия на неравновесной траектории

Флуктуационно-диссипативные теоремы выражают разность равновесных свободных энергий системы в конечных состояниях через её работу при неравновесной эволюции. Измерение работы обычно представляет сложности, но был предложен метод, называемый "релаксационной флуктуационной спектроскопией", в котором измерение работы не требуется, а достаточно анализа стохастических траекторий системы при её релаксации. Данный метод впервые реализовали D. Ross (NIST) и др. В их эксперименте молекула ДНК передвигалась по подложке в виде лестницы, состоящей из нескольких ступеней. При тепловых флуктуациях (броуновском движении) молекула преимущественно сдвигалась вниз по лестнице, но иногда перемещалась вверх. По характеру её движения, которое фиксировалось методом флуоресцентной микроскопии, было найдено распределение вероятности и измерена свободная энергия.

Источник: *Nature Physics*, онлайн-публикация от 28 мая 2018 г.
https://doi.org/10.1038/s41567-018-0153-5

7. Звёзды в далёких галактиках

Исследование самых далёких галактик позволяет прояснять физические условия в ранней Вселенной. T. Hashimoto (Университет Осаки и Национальная астрономическая обсерватория Японии) и др. выполнили спектроскопические наблюдения гравитационно-линзированной галактики MACS1149-JD1 на комплексе радиотелескопов ALMA (Чили). В дальнем ИК-диапазоне обнаружена эмиссионная линия кислорода с красным смещением $z = 9{,}1096 \pm 0{,}0006$. Это позволило установить, что обнаруженное ранее телескопом Спитцер покраснение в спектре галактики создаётся звёздами, которые образовались на $z \simeq 15$, т.е. в ту эпоху, когда возраст Вселенной составлял около 250 млн лет, причём для объяснения формы спектра требуются два последовательных эпизода звездообразования.

Источник: *Nature* **557** 392 (2018)
https://arxiv.org/abs/1805.05966

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