

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET: ЯНВАРЬ 2025
(по материалам электронных препринтов)

Ю.Н. Ерошенко

PACS numbers: 01.10. – m, 01.30. – y, 01.90. + g

DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2024.12.039824>

1. Распады В-мезонов. Уже много лет в распадах В-мезонов наблюдаются интересные аномалии [1]. В частности, согласно общим положениям теории, каналы распада $B \rightarrow PP$ на различные типы псевдоскалярных частиц (K или π) должны быть связаны между собой флейворной $SU(3)_F$ -симметрией, но измеренные параметры различных распадов друг с другом не согласуются. Ранее из-за недостатка экспериментальных данных при их анализе приходилось делать некоторые динамические предположения для исключения части диаграмм, но сейчас объём данных уже достаточен для полного анализа без дополнительных гипотез. R. Berthiaume (Монреальский университет, Канада) и соавторы выполнили новый анализ распадов $B \rightarrow PP$, обусловленных кварковыми переходами $b \rightarrow \bar{u}q$ и $b \rightarrow \bar{q}$, где $q = d, s$ [2]. Обнаружено расхождение на уровне $3,6\sigma$ с $SU(3)_F$ -приближением в Стандартной модели элементарных частиц. Причём если предположить КХД-факторизацию, то расхождение увеличивается до $4,4\sigma$. Это обстоятельство может свидетельствовать о сильном нарушении $SU(3)_F$ -симметрии в распадах В-мезонов. Вероятной причиной нарушения может быть новая физика за пределами Стандартной модели (см. [3, 4]).

2. Тороидальный электрический дипольный момент ядра. Тороидальные моды различного типа возникают во множестве физических систем. Модели атомного ядра предсказывают, что в ядрах также могут возникать тороидальные электрические моды, называемые модами тороидального дипольного резонанса. В отличие от сферических вихрей Хилла, где имеет место полная циркуляция жидкости, нуклоны в этих модах испытывают лишь небольшие колебания. P. von Neumann-Cosel (Дармштадтский технический университет, Германия) и соавторы, возможно, впервые получили указания на тороидальные моды с энергиями 6–11 МэВ в сферических ядрах ^{58}Ni в состоянии $J^\pi = 1^-$ [5]. Использовалась комбинация неупругого рассеяния фотонов, протонов и электронов на ядрах. Для выделения тороидальных мод пришлось решать сложную проблему по исключению доминирующего вклада E1-переходов. Сравнение результатов измерений и расчётов методом функционала плотности позволило выявить низкоэнергетические состояния — кандидаты тороидального электрического диполя. В работе принимали участие российские исследователи из Лаборатории теоретической физики ОИЯИ (г. Дубна) и Государственного университета "Дубна".

3. Протонная проводимость пористого титана. Для технических приложений очень важны материалы, которые пропускают через себя водород (или положительные ионы водорода — протоны), но задерживают все другие газы. До сих пор рекордной измеренной протонной проводимостью обладали графен и гексагональный нитрид бора (hBN). Однако применение данных веществ встречает некоторые сложности, а также весьма желательно получить ещё большее значение протонной проводимости. Yu. J (Университет Макао, Китай) и соавторы обнаружили, что изготавленный путём специальной многостадийной процедуры расщепления монослой титана обладает неожиданно высокой протонной проводимостью — на два порядка величины больше, чем у монослоя графена и на порядок больше, чем у hBN при комнатной температуре [6]. При этом монослой не пропускает через себя поток гелия. Изучались образцы толщиной $\sim 1,1$ нм и размерами в несколько мкм. Как показало исследование с помощью переходного электронного микроскопа с высоким разрешением, от 7,5 до 13,5 % всех положений атомов занимают вакансии (отсутствующие ядра титана). Авторы работы полагают, что именно такая пористость на наноуровне и приводит к высокой протонной проводимости. Тенденция роста проводимости

при нагреве указывает на то, что при больших температурах она значительно выше. Подобные материалы с высокой протонной проводимостью могут найти применения в водородных топливных элементах, мембранах и других устройствах.

4. Фононный кубит. Квантовые свойства механических систем ранее уже демонстрировались в ряде экспериментов. Yu. Yang (Швейцарская высшая техническая школа Цюриха) и соавторы сделали следующий шаг, создав управляемый полностью механический кубит на основе фононов [7]. В их эксперименте применялся объёмный твердотельный акустический резонатор (пьезоэлектрический диск на сапфировой подложке), связанный с трансмонной сверхпроводящей цепью. Кубит был реализован на двух низших квантовых уровнях механических колебаний (на фононах), а электромагнитное устройство служило только для управления уровнем ангармоничности колебаний. Однофононный ангармонизм в системе превышал скорость её декогеренции в 7 раз. Сильное нелинейное взаимодействие между фононами позволяло за время декогеренции приводить механический кубит в заданное начальное состояние и затем считывать итоговое состояние, т.е. создавать однокубитные квантовые вентили. Преимуществом механических кубитов является их компактность и длительное время существования механических квантовых состояний. На основе подобных механических кубитов, возможно, удастся конструировать практически полезные устройства для работы с квантовой информацией. О другом типе кубитов — сверхпроводниковых кубитах — см. в [8].

5. Космический радиотранзиент с рекордно длительным периодом. К настоящему времени обнаружено лишь несколько периодических радиотранзиентов (переменных радиосигналов) с периодами от нескольких минут до ~ 2 часов, причём в большинстве случаев зарегистрировать их оптическое излучение достоверно не удавалось. Лишь в случае радиотранзита ILT J1101+5521 источник (маломассивная звезда в паре с белым карликом) наблюдается в оптическом диапазоне. N. Hurley-Walker (Университет Кертна, Австралия) и соавторы путём анализа данных наблюдений на радиотелескопах Murchison Widefield Array и MeerKAT обнаружили новый радиотранзиент GLEAM-X J070437 с рекордно большим периодом 2,9 часа и преимущественно линейно поляризацией, и затем в архивных данных наземных оптических телескопов и телескопа Gaia обнаружили его оптическое излучение [9]. Через указанный период следуют радиоимпульсы длительностью 30–60 с. Вероятной интерпретацией является карликовая звезда спектрального класса M3 на расстоянии $1,5 \pm 0,5$ кпк, звёздный ветер которой взаимодействует с магнитосферой другого объекта двойной системы. Соседним объектом, не видимым в оптическом диапазоне, является, скорее всего, белый карлик с сильным упорядоченным магнитным полем. Также не исключено, что второй объект — нейтронная звезда, но эта модель встречает ряд сложностей. Период 2,9 часа может быть как периодом обращения белого карлика вокруг своей оси, так и орбитальным периодом пары. Кроме того, в радиоизлучении отмечается модуляция с периодом ~ 6 лет, которая пока не имеет надёжного объяснения.

Список литературы

1. Бондарь А Е, Пахлов П Н, Полуэктов А О *УФН* **177** 697 (2007); Bondar A E, Pakhlov P N, Poluektov A O *Phys. Usp.* **50** 669 (2007)
2. Berthiaume R et al. *Phys. Rev. Lett.* **133** 211802 (2024)
3. Ачасов М Н и др. *УФН* **194** 60 (2024); Achasov M N et al. *Phys. Usp.* **67** 55 (2024)
4. Боос Э Э *УФН* **192** 697 (2022); Boos E E *Phys. Usp.* **65** 653 (2022)
5. von Neumann-Cosel P et al. *Phys. Rev. Lett.* **133** 232502 (2024)
6. Ji Y et al. *Nat. Commun.* **15** 10546 (2024)
7. Yang Y et al. *Science* **386** 783 (2024)
8. Вожаков В А и др. *УФН* **192** 457 (2022); Vozhakov V A et al. *Phys. Usp.* **65** 421 (2022)
9. Hurley-Walker N et al. *Astrophys. J. Lett.* **976** L21 (2024)

Ю.Н. Ерошенко. Институт ядерных исследований РАН,
просп. 60-летия Октября 7а, 117312 Москва, Российская Федерация
E-mail: erosh@ufn.ru