

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

НОВОСТИ ФИЗИКИ В СЕТИ INTERNET: МАЙ 2024
(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.2024.04.039674>

1. Исследование W-бозона на Большом адронном коллайдере (БАК). Масса W-бозона m_W и ширина Γ_W его распада могут включать поправки от процессов за пределами Стандартной модели. Например, в суперсимметричных теориях W-бозон имеет дополнительные каналы распада в частицы — легчайшие суперпартнёры калибровочных бозонов. Таким образом, измерения m_W и Γ_W важны для поиска эффектов за пределами Стандартной модели. Вычисления в её рамках дают значения $m_W^{\text{SM}} = 80355 \pm 6$ МэВ и $\Gamma_W^{\text{SM}} = 2088 \pm 1$ МэВ. В разных экспериментах, в том числе на БАК, было выполнено несколько измерений m_W и обнаружено некоторое расхождение между результатами. Величина Γ_W также ранее измерялась на ускорителях LEP и Тэватрон. Коллаборация ATLAS выполнила новый анализ данных, полученных на БАК в столкновениях с энергией в системе центра масс 7 ТэВ, с использованием усовершенствованной методики обработки данных и получила наиболее точные на сегодняшний день численные значения $m_W = 80366,5 \pm 15,9$ МэВ и $\Gamma_W = 2202 \pm 47$ МэВ, достаточно хорошо согласующиеся с предсказанием Стандартной модели и пока не содержащие указаний на новую физику [1].

2. Поиск редких распадов нейтрона. Уже около 30 лет известна проблема несоответствия времени жизни нейтронов (n) в сосуде и в пучке. В качестве её решения рассматривались, в частности, осцилляции n в зеркальные p [2]. В 2018 г. В. Fornal и В. Grinstein высказали гипотезу "тёмного распада n" (TP) с рождением очень слабо взаимодействующих частиц, возможно, составляющих тёмную материю во Вселенной. М. Pfitzner и К. Riisager показали, что чувствительным методом поиска TP является изучение распада нейтроноизбыточных ядер. М. Le Joubioux (Большой национальный ускоритель тяжёлых ионов (GANIL), Франция) и соавторы выполнили новый эксперимент с ядрами ${}^6\text{He}$, имеющими гало из двух n [3]. Проводился поиск процесса ${}^6\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + n + \chi$, где χ — ненаблюдаемая частица, причём испускание единичных n возможно только при наличии TP (вероятность других каналов крайне мала). Изотопы ${}^6\text{He}$, получаемые на GANIL, захватывались в алюминиевую мишень и просматривались с помощью низкого порога нейтронного счётчика. Поток n не превышал уровень фона, что позволило оценить вероятность указанного процесса как $\leq 4,0 \times 10^{-10}$. Для вероятности TP это даёт ограничение $\leq 10^{-5}$. В зависимости от массы частицы χ , новое ограничение сильнее прежних ограничений на порядок или несколько порядков величины и исключает значительную область параметров, которая могла бы объяснить проблему времени жизни p.

3. Туннелирование в графене. Хотя электроны в графене эффективно ведут себя как безмассовые частицы, их распространение отличается от процессов в обычной оптике. В частности, возможен эффект идеального прохождения барьера (туннелирование Клейна) и идеального отражения (антиклейновское туннелирование). Первый процесс ранее наблюдался в графене лишь косвенным путём, а второй наблюдать не удавалось. М.М. Elahi (Виргинский университет, США) и соавторы впервые надёжно зарегистрировали данные процессы в графеновом диске Корбино с концентрическим p–n-переходом на фиксированном радиальном расстоянии между внутренним и внешним электродами [4]. Клейновское и антиклейновское

туннелирование на переходе наблюдалось соответственно в моно-слое и в бислое графена по наличию локального максимума и минимума магнитопроводимости. В эксперименте подтверждён ряд теоретических предсказаний, в том числе в двухслойном графене выявлены угловые пятна (углы Брюстера) и смещение максимумов магнитопроводимости при увеличении плотности допирования.

4. Новый нелинейно-оптический эффект в тяжёлой воде. Группой исследователей из Института общей физики имени А.М. Прохорова РАН и Института физики им. Б.И. Степанова НАН (Беларусь) открыто новое нелинейно-оптическое явление, возникающее в импульсе накачки ВКР-лазера (лазера на основе вынужденного комбинационного рассеяния) в тяжёлой воде [5]. Излучение фокусировалось в кювету с тяжёлой водой, а проходящее излучение наблюдалось на экране и исследовалось с помощью спектрографа. Перемещение каустики пучка из объёма к поверхности сопровождалось ростом порога ВКР. На глубине перетяжки пучка 3 мм порог ВКР увеличился до ~ 2 ТВт см $^{-2}$, что инициировало оптический пробой с ударной волной и выбросом капель вверх. 20-кратное снижение энергии пробоя обусловлено самофокусировкой с укорочением фронта до лавинной ионизации и пробоя. Данная работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 23-42-10019 совместно с грантом F23RNF-040 Республики Беларусь. Обнаруженный новый эффект может найти полезные практические применения в биотехнологии и медицине, а также для создания реактивной тяги в двигателе Бункина – Прохорова [6].

5. Барийные акустические осцилляции. Эффект барийных акустических осцилляций (БАО), предсказанный А.Д. Сахаровым в 1965 г., очень важен для космологических исследований. В частности, с его помощью получено подтверждение проблемы постоянной Хаббла (Hubble tension). БАО представляют собой звуковые волны в барийно-фотонной жидкости в эпоху до рекомбинации водорода, проявляющиеся в крупномасштабном распределении галактик и квазаров. Коллаборацией DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument), выполняющей спектроскопические наблюдения на 4-метровом телескопе, представлены новые результаты наблюдения БАО по данным о 5,7 млн галактик и квазаров на красных смещениях $0,1 < z < 2,1$ [7]. Точность в измерении БАО достигает уже $\sim 0,52\%$, а статистическая достоверность их обнаружения на $z = 0,93$ составляет $9,1\sigma$. При $z < 0,8$ отмечается некоторое систематическое расхождение с данными спутника Планк (по данным 2018 г.). Основным результатом является построение высокоточной шкалы расстояний, связывающей локальные и космологические "стандартные линейки".

Список литературы

1. Aad G et al. (ATLAS Collab.), arXiv:2403.15085, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.15085>; CERN-EP-2024-074
2. Berezhiani Z, Bento L *Phys. Rev. Lett.* **96** 081801 (2006)
3. Le Joubioux M et al. *Phys. Rev. Lett.* **132** 132501 (2024) <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.132501>
4. Elahi M M et al. *Phys. Rev. Lett.* **132** 146302 (2024) <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.146302>
5. Першин С М и др. *Краткие сообщения по физике ФИАН* **51** (3) 3 (2024) https://ksf.lebedev.ru/outputfile_mainpage.php?id=5793
6. Бункин Ф В, Прохоров А М *УФН* **119** 425 (1976); Bunkin F V, Prokhorov A M *Sov. Phys. Usp.* **19** 561 (1976)
7. Adame A G et al. (DESI Collab.), arXiv:2404.03000, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.03000>

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