

MONUMENT

Измерение обычного мюонного захвата для проверки ядерных матричных элементов 2β -распадов

Тема: **03-2-1100-2019/2021** (неускорительная нейтринная физика и астрофизика)

Лаборатория ядерных проблем (ЛЯП ОИЯИ), Дубна

В.В.Белов, В.Б.Бруданин, К.Н. Гусев, И.В.Житников, Д.Р.Зинатулина,
С.В.Казарцев, Н.С.Румянцева, М.В.Фомина, Е.А.Шевчик, М.В.Ширченко,
Ю.А.Шитов

Институт Пауля Шеррера (PSI), Швейцария, Филлиген

A.Knecht, S.M. Vogiatzi

Технический университет Мюнхена, Германия, Мюнхен

T. Comellato, M. Schwarz, S.Schönert, C. Wiesinger

Университет Алабамы, Отдел Физики и Астрономии, США, Tuscaloosa

I.Ostrovskiy

Университет Ювяскюля, Финляндия, Ювяскюля

I.Suhonen, L. Jokiniemi

Физический Институт, Университет Цюриха, Швейцария, Цюрих

L.Baudis

Институт Ядерной и Радиационной Физики, Бельгия, Левен

T. Cocolios

Исследовательский центр Ядерной Физики, Университет Осаки, Япония, Осака

H. Ejiri

Технический Университет Малайзии, Йохор Бахру

I.H. Hashim, F. Othman

Руководитель проекта: Д.Р. Зинатулина (zinatulina@jinr.ru)

Заместитель руководителя проекта: М.В. Ширченко

Аннотация

Поиск двойного безнейтринного бета распада ($0\nu\beta\beta$) является одной из приоритетных задач современной физики. Его обнаружение будет иметь фундаментальное влияние не только на саму физику нейтрино, но и на физику элементарных частиц и космологию в целом. Это позволит определить природу нейтрино (майорановская или дираковская частица), протестировать иерархию нейтринных масс и, возможно, найти эффекты, происходящие с нарушением CP-инвариантности. Открытие $0\nu\beta\beta$ распада может пролить свет на причину преобладания в нашей Вселенной материи над антиматерией. Тем не менее, для определения эффективной массы майорановского нейтрино из измеренного значения вероятности $0\nu\beta\beta$ распада, необходимо с достаточной точностью знать величину ядерного матричного элемента (ЯМЭ). На сегодняшний день, теоретические расчеты ЯМЭ дают результаты, различающиеся в 2-3 раза, в зависимости от использованной модели ядра. Именно поэтому, в недавних рекомендациях APPEC (Европейский консорциум по физике частиц и астрофизике) [см. отчет APPEC: arXiv:1910.04688 и <https://www.appec.org/news/neutrinoless-double-beta-decay-report-from-the-appec-committee>] было рекомендовано интенсифицировать экспериментальные и теоретические усилия, направленные на улучшение вычислений ЯМЭ.

Целью данного проекта является проведение экспериментальных измерений мюонного захвата на нескольких дочерних, по отношению к кандидатам на $0\nu\beta\beta$ распад, ядрах. Получаемые результаты критически важны для проверки точности теоретических расчетов ядерных матричных элементов. Нашей группой, совместно с европейскими коллегами, была подана заявка на измерения обычного мюонного захвата (ОМЗ) на нескольких изотопах на мезонной фабрике Института Пауля Шеррера (PSI) в Швейцарии. Данное предложение было рассмотрено и одобрено программным комитетом PSI в январе 2020. Пучковое время предоставлено в 2020 году для предварительного исследования

Va-136 (дочернее ядро для Xe-136) с дальнейшей программой измерений, как минимум, на три года. Данный проект продолжает и расширяет предшествующую программу измерений ОМЗ, предложенную и осуществляемую под руководством сотрудников ОИЯИ в период с 1998 по 2006 годы. Наша группа, в свою очередь, имеет богатый опыт в прецизионной ядерной спектроскопии и реализации экспериментов по изучению не только редких процессов, но и экспериментов, связанных с изучением мюонного захвата.

В период с 2020 по 2022 гг., планируется провести измерения ОМЗ для изотопов Va-136, Se-76 и Mo-96. Измерение ОМЗ на Se-76 имеет особое значение в связи со стартовым в данный момент международным экспериментом нового поколения по поиску $0\nu\beta\beta$ распада на Ge-76 – LEGEND. Кроме того, мы собираемся провести измерения изотопов Ca-40, Fe-56, S-32 и Mo-100, результаты которых важны для экспериментальной проверки корректности теоретических расчетов, а также могут быть полезны для астрофизики. ОИЯИ будет играть ведущую роль в эксперименте. За исключением экспериментальной инфраструктуры на ускорительном комплексе, которая будет обеспечена нашими коллаборантами, все остальное проведение проекта будет проходить под нашим руководством. Для успешной реализации проекта планируется приобрести: изотопы для обогащенных мишеней, детекторы и, частично, необходимую электронику. Нами будет выполнено создание и производство самих мишеней и системы активной мюонной фильтрации экспериментальных данных. Дополнительно предстоит покрыть затраты на командировки для проведения самого эксперимента и совещаний по анализу данных. Затраты оцениваются в ~\$378,000 на 3 года программы.