

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Титова Олега Александровича

на тему: «Теоретическое исследование электронного захвата в атомах и ионах с приложениями к проблемам физики нейтрино»

по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация Титова Олега Александровича выполнена в отделении физики нейтрино Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Диссертация посвящена теоретическому исследованию эффектов, проявляющихся в реакции захвата орбитального электрона атомным ядром, и изучению возможности использования этих эффектов для решения задач в области физики нейтрино, в частности, для создания новых типов нейтринных пучков на ускорителях с использованием радиоактивных ядер, испытывающих электронный захват и позитронный распад.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка цитируемой литературы (145 ссылок).

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, указаны цели и задачи исследования, дано обоснование научной новизны, достоверности и практической значимости результатов диссертационной работы, а также сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе автор дает обзор теории слабых низкоэнергетических лептон-нуклонных процессов, которая используется для описания процесса электронного захвата. Обосновывается возможность описания лептон-нуклонных процессов в рамках эффективной низкоэнергетической теории.

Во второй главе говорится о возможности создания пучков электронных нейтрино с модулируемой монохроматической составляющей. Подробно обсуждаются виды пучков и ядра, которые могут использоваться в накопительных кольцах для создания таких пучков. Обсуждается применение модулированных пучков в осцилляционных экспериментах и экспериментах по изучению когерентного рассеяния нейтрино на ядрах. Получено теоретическое описание

процесса модуляции нейтринного излучения водородоподобного атома. Рассматриваются типы гамов-теллеровских переходов, которые возможны для реализации монохроматического нейтринного излучения. Проанализированы все известные ядра и составлены таблицы для перспективных ядер, которые могут быть использованы для создания чисто монохроматических и комбинированных пучков электронных нейтрино.

В третьей главе автор рассматривает возможность наблюдения макроскопической силы отдачи от нейтринного излучения, действующей на источник нейтрино при распаде за счет электронного распада поляризованных ядер. Приводятся таблицы ядер-кандидатов для измерения силы отдачи. Рассчитана сила отдачи для конкретных источников и приводится описание устройств для измерения этой силы. В заключительной части главы рассматриваются применения пучков для определения массы нейтрино, изучение фундаментальных симметрий и пр., а также пути улучшения чувствительности.

В заключении автор приводит основные результаты диссертационной работы и обсуждает возможное применение пучков нейтрино с монохроматическим спектром.

Актуальность избранной темы проведенного исследования доказывается развитием физики нейтрино и необходимостью лучшего знания источника нейтрино для достоверного анализа данных эксперимента. Создание монохроматических пучков нейтрино возможно при использовании ядер, испытывающих электронный захват.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на материалах научных работ автора, на основании которых написана диссертация.

Научная новизна. В работе впервые сформулирована идея создания пучков электронных нейтрино с модулируемой монохроматической составляющей, обусловленной электронным захватом в водородоподобных ионах. Приведён список изотопов-источников таких пучков, а также рассчитаны основные параметры водородоподобных ионов этих изотопов.

Впервые последовательно вычислена сила отдачи от нейтринного излучения, действующая на источник, ядра которого поляризованы и распадаются по каналу электронного захвата за счёт разрешённого ядерного перехода общего вида.

Практическая ценность диссертации состоит в возможности использования найденных ядер-источников в накопительных кольцах ускорителей для получения монохроматических и смешанных модулируемых пучков нейтрино. Разработаны новые методы исследования силы отдачи ядер при испускании нейтрино.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, подтверждается большим количеством публикаций автора в рецензируемых научных изданиях и докладами на российских и международных конференциях. Выводы работы соответствуют современным представлениям о свойствах нейтрино и слабого взаимодействия и согласуются с выводами других авторов, рассматривавших схожие задачи. При выполнении оценок интенсивности пучков электронных нейтрино были найдены новые изотопы-источники, а также подтверждена перспективность ранее рассмотренных в литературе изотопов. Результаты, связанные с силой отдачи от нейтринного излучения, включают в себя как частный случай результаты более ранних работ.

К недостаткам работы можно отнести некоторое количество опечаток и небольших неточностей.

Так, например, на стр. 60 сказано: “конечные атомы с малой энергией E_R будут быстро тормозиться в образце”, но никакие характерные времена процессов не приводятся. В разделе 3.4 при вычислении тепловых мощностей автор неявно предполагает, что вторичные продукты будут полностью поглощаться образцом. Насколько это правомерно? В заключении на стр. 92 даются очень краткие рекомендации по поводу будущих исследований по отдаче от нейтринного излучения. Более уместно было бы поместить их в раздел 3.7, в котором обсуждаются приложения эффекта отдачи. При этом желательно было бы подробнее раскрыть содержание этих рекомендаций.

Однако, указанные недостатки не снижают качества работы.

Материалы диссертации со всей полнотой изложены в опубликованных работах автора. **Автореферат отражает содержание диссертации.**

Таким образом, диссертация Титова Олега Александровича на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи создания монохроматических пучков нейтрино при использовании ядер с электронным захватом в ускорителях. Диссертация имеет существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а именно нейтринной физики, создание монохроматических пучков нейтрино с известным спектром, что соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник Лаборатории
гамма-астрономии и реакторных нейтрино
ОЭФ ИЯИ РАН,

доктор физико-математических наук
спец. 01.04.16

Синев Валерий Витальевич

Федеральное государственное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, 117312 Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а +7 499 135 4056, vsinev@inr.ru

Подпись Синева Валерия Витальевича заверяю:

Заместитель директора ИЯИ РАН,

доктор физико-математических наук



Г. И. Рубцов

2019 2