

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию **Сидорова Семёна Владимировича** на тему «Влияние тензорных сил и ΛN -взаимодействия с нарушением зарядовой симметрии на структуру экзотических ядер и Λ -гиперядер», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

Официальный оппонент:

старший научный сотрудник Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, д. ф-м. н. Беспалова Ольга Викторовна.

Расширение базы экспериментальных данных за счет новых данных о характеристиках нестабильных ядер со значительным избытком нуклонов одного сорта над другим, свидетелями которого нам всем повезло стать, привело к необходимости учета тензорного вклада в ядерное взаимодействие. Ранее им пренебрегалось при описании свойств стабильных ядер, чтобы, прежде всего, избежать усложнения расчетов. Учет такого вклада позволил в современных работах объяснить целый ряд экспериментальных фактов, касающихся как экзотических, так и стабильных ядер. Учету тензорных сил и взаимодействия с нарушением зарядовой симметрии лямбдагиперонов с нуклонами посвятил свою диссертационную работу С.В. Сидоров.

Актуальность

Актуальность темы диссертации С.В. Сидорова не подлежит сомнению. Исследование экзотических ядер и явлений безусловно принадлежит в настоящее время к самым актуальным и «горячим» направлениям современной ядерной физики. Диссертация С.В. Сидорова представляет собой разноплановое исследование ряда объектов и явлений, которые следует отнести к ядерно-физической экзотике. Это прежде всего сами объекты исследования – экзотические ядра кремния, никеля и лямбдагиперядра, а также слабые процессы в экзотических ядрах никеля, происходящие в горячих коллапсирующих звездах.

Новизна

Традиционно на влияние тензорного вклада обращается внимание при исследованиях нейтрон-протонного взаимодействия, другими словами на влияние заполнения подболочек нуклонами одного сорта на оболочечные характеристики нуклонов другого сорта. Поэтому один из новых результатов С.В. Сидорова связан с

влиянием различных параметризаций тензорного члена на оболочечные характеристики нуклонов одного и того же сорта, в частности энергии нейтронных подоболочек $1d$, $1f_{7/2}$ изотопов кремния, и на проявление парных корреляций. Так, в работе сделан вывод об ослаблении последних при учете тензорного взаимодействия в изотопах кремния.

Также С.В. Сидоров впервые рассмотрел совместное действие тензорной компоненты нуклон-нуклонного взаимодействия и тепловых эффектов среды на примере слабых реакций, протекающих в горячих коллапсирующих звездах с участием изотопов $^{56,78}\text{Ni}$, важных с точки зрения звездного нуклеосинтеза. Автор диссертационной работы сделал вывод о взаимном усилении их действий. Необходимо отметить, что эти реакции вносят существенный вклад в давление электронного газа, препятствующего звездному коллапсу.

Новым является и рассмотрение влияния лямбдагиперон-нуклонного взаимодействия с нарушением зарядовой симметрии на связанность средне-легких лямбдагиперон-ядер, а значит и на положение линий нуклонной стабильности на карте гиперядер. Ранее проблема нарушения зарядовой симметрии лямбдагиперон-нуклонного взаимодействия изучалась на примере легких лямбдагиперон-ядер, таких как зеркальные ядра $^4_{\Lambda}\text{H}$ и $^4_{\Lambda}\text{He}$. Автор диссертации рассмотрел два механизма нарушения зарядовой симметрии в случае лямбдагиперядер: за счет смешивания лямбда- и сигма-гиперонов и за счет действия трехчастичных сил. Ему удалось показать, что учет этих механизмов приводит к значимому изменению энергии связи лямбдагиперона в рассмотренных лямбдагиперядрах, и ядра $^9_{\Lambda}\text{C}$, $^{17}_{\Lambda}\text{F}$, $^{20}_{\Lambda}\text{Na}$, $^{20}_{\Lambda}\text{Mg}$ – кандидаты в гиперядра, связанные по отношению к испусканию протона, в отличие от их нуклонного остова.

Достоверность

Результаты, достигнутые в диссертации, представляются обоснованными и достоверными, что обусловлено современными теоретическими подходами, примененными в работе, достигнутым согласием как с имеющимися экспериментальными данными, так и с теоретическими работами различных авторов. Результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных журналах и надежно апробированы на международных научных конференциях.

Связующей нитью диссертации стало использование приближения Хартри-Фока со взаимодействием Скирма с включением вкладов, обеспечивающих современный уровень исследований и необходимых для успешного описания свойств таких объектов и явлений. Так, для решения поставленных задач С.В. Сидоров дополнил это приближение вкладами от тензорного взаимодействия, парных корреляций в подходе Бардина-Купера-Шриффера и членами, позволяющими учесть эффект нарушения зарядовой симметрии в

лямбдагиперон-нуклонном взаимодействии. Автор реализовал эти дополнения в программных кодах, разработанных ранее для расчета задач в разных областях ядерной физики, выведя расчеты с их использованием на новый, более высокий уровень, что открывает новые перспективы дальнейших исследований и представляет собой один из безусловно ценных аспектов диссертации.

Ценность и значимость

Ряд предсказаний, сделанных в работе, определяет ценность и значимость теоретической работы С.В. Сидорова. Особо значимыми результатами видятся вывод о влиянии тензорной компоненты на энергетические расщепления нейтронных и протонных состояний стабильных и экзотических изотопов кремния и на проявление в них парных корреляций, на увеличение силы Гамов-Теллеровских переходов в изотопах $^{56,78}\text{Ni}$ в горячих коллапсирующих звездах и, совместно со взаимодействием, нарушающим зарядовую симметрию, на предсказание границы протонной стабильности средне-легких лямбдагиперядер.

Как теоретические результаты С.В. Сидорова, так и сами вычислительные коды, усовершенствованные им в ходе работы над диссертацией, могут найти свое применение в работах сотрудников научных центров России, таких как Объединённый институт ядерных исследований (Дубна), Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, НИЦ «Курчатовский институт», Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», ИЯИ РАН и др. Так, сама автор настоящего отзыва поблагодарила С.В. Сидорова в своей (с соавторами) работе, опубликованной в 2023 г., за любезно предоставленные им результаты работы одного из таких кодов.

Диссертация содержит 3 основные главы, посвященные влиянию тензорной компоненты нуклон-нуклонного взаимодействия на, последовательно: характеристики ядер кремния; на силовую функцию Гамов-Теллеровских переходов в нагретых ядрах и скорость слабых реакций на примере изотопов $^{56,78}\text{Ni}$, находящихся в условиях горячей коллапсирующей звезды; совместному влиянию тензорной компоненты и нарушения зарядовой симметрии в лямбдагиперон-нуклонном взаимодействии на свойства гиперядер и положение протонной границы их стабильности. Диссертация хорошо оформлена и проиллюстрирована, содержит необходимую информацию в виде формул и таблиц, в приложении к диссертации приведены детали формализма теплового квазичастичного приближения случайных фаз. Список литературы включает в себя 148 ссылок на работы. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа демонстрирует глубокие знания автора в широкой области ядерно-физических задач, возникающих при рассмотрении процессов в экзотических

ядрах, в ядерном веществе коллапсирующих звезд, в гиперядрах. Им использован широкий арсенал ядерно-физических методов и подходов. К основным относятся собственно метод Хартри-Фока со взаимодействием Скирма с тензорной компонентой нуклон-нуклонного и лямбдагиперон-нуклонного взаимодействий, процедура Бардина-Купера-Шриффера для учета парных корреляций, формализм теплового квазичастичного приближения случайных фаз для рассмотрения процессов в горячей звездной материи. Такой арсенал составляет одну из сильных сторон диссертации, он характеризует обширный круг ценных научных связей соискателя, которые представляют собой залог его будущих научных успехов.

Замечания

Автор оправданно использует терминологию «локальные магические ядра», поэтому мне думается, что ссылка на работы И.Н. Бобошина, введшего в наш лексикон эту терминологию, была бы уместна, в том числе и с точки зрения продвижения идей и результатов, достигнутыми сотрудниками университета, в котором была выполнена диссертационная работа. В частности, я имею в виду докторскую диссертацию И.Н. Бобошина, его работу (с соавторами), посвященную новому магическому числу ^{96}Zr , свойства которого как локального магического ядра были впоследствии отнесены к влиянию тензорного взаимодействия и препринт НИИЯФ «Локальные магические ядра».

Как большинство рукописей, диссертация несвободна от незначительного количества опечаток и неточностей. Так на стр. 23 полусумма энергий отделения нуклона с противоположным знаком названа их полуразностью.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Семён Владимирович Сидоров заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Отзыв составила:

доктор физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына.

 /Беспалова О.В./

Контактные данные: рабочий телефон: +7 (495) 939-24-65

E-mail: besp@sinp.msu.ru.

Адрес места работы:

119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2, НИИЯФ МГУ.

Подпись сотрудника ФГБОУВО МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИЯФ МГУ имени Д.В. Скобельцына с.н.с., д.ф.-м.н. О.В. Беспаловой заверяю,

д.ф.м-н., проф.



Д.О. Еременко

05.04.2024