

ОТЗЫВ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу Калжигитова Нурсултана Кувандиковича
**«Микроскопическая двух- и трехкластерная модель легких атомных
ядер ${}^6\text{Li}$ и ${}^8\text{Be}$ »**, представленную на соискание степени доктора
философии PhD по образовательной программе «8D05308 – Ядерная
физика»

Диссертационная работа Калжигитова Нурсултана Кувандиковича **«Микроскопическая двух- и трехкластерная модель легких атомных ядер ${}^6\text{Li}$ и ${}^8\text{Be}$ »** посвящена исследованию структуры легких атомных ядер и динамики различных ядерных процессов. Это актуальные проблемы теоретической ядерной физики и ядерной астрофизики. Особое место в диссертации уделяется теоретическому анализу свойств и различных проявлений резонансных состояний в одно- и многоканальных ядерных системах. Для реализации намеченных Калжигитову Н. К. планов, были использованы микроскопические двух- и трехкластерные модели или, другими словами, двух- и трехкластерные реализации метода резонирующих групп. Метода резонирующих групп, как неоднократно было продемонстрировано большим числом исследователей, это эффективный и очень популярный метод описания структуры легких ядер, процессов развала составного ядра на два и более фрагментов, изучения различных ядерных реакций, включая реакции радиационного захвата, которые важны для астрофизических приложений как важный инструмент синтеза атомных ядер во Вселенной.

Часть результатов представленной диссертации была получена в двухкластерной модели, но большая их часть – в трехкластерной модели. Для реализации большей части поставленных задач, необходимо было существенно модифицировать трехкластерную версию метода резонирующих групп. Следует подчеркнуть, что желание усовершенствовать трехкластерную модель привело к достаточно громоздким аналитическим вычислениям, программированию сложных математических конструкций, содержащих, например, многократные суммы, а также трудоемким численным вычислениям. Калжигитов Нурсултан преодолел эти трудности и получил ряд очень важных научных результатов. Остановимся на наиболее важных результатах.

Детально исследована структура резонансных состояний ядра ${}^8\text{Be}$, а также общие закономерности состояний непрерывного спектра, порождаемого взаимодействием двух альфа-частиц. Исследования были проведены в двухкластерной модели с привлечением трех нуклон-нуклонных потенциалов. Показано, что эта модель хорошо воспроизводит параметры 0^+ , 2^+ и 4^+ резонансных состояний. Показано также, что форма нуклон-нуклонного потенциала слабо влияет на параметры узких 0^+ и 2^+ резонансных состояний, но в значительной мере отражается на энергии и ширине широкого 4^+ резонансного состояния. Предложен алгоритм вычисления массового среднеквадратичного радиуса, среднего расстояния между кластерами и спектроскопического фактора для состояний непрерывного спектра. Эти величины позволяют получить дополнительную информацию о состояниях непрерывного спектра и в особенности резонансных состояниях. Показано, что резонансные состояния — это наиболее компактные структуры среди всех состояний непрерывного спектра, и чем больше период полураспада резонансного состояния, тем он компактней. Эти результаты изложены в первой главе. В этой же главе исследовано влияние принципа Паули на состояние непрерывного спектра и продемонстрировано, что наибольшее влияние принцип Паули оказывает на резонансные состояния с малой шириной.

Вторая глава диссертации посвящена теоретическому анализу спектра ядра ${}^6\text{Li}$ в трехкластерной модели. Для этого был существенно усовершенствован метод резонирующих групп, это позволило включить в рассмотрение несколько трехкластерных конфигураций и как результат позволило учесть все бинарных каналы распада ядра ${}^6\text{Li}$. Кроме этого, трехкластерные конфигурации дали возможность описать кластерную поляризацию ядер, т.е. способность кластеров изменять свою форму и свои размеры при взаимодействии с другим кластером. Показано, что кластерная поляризация существенно влияет на свойства связанного и низколежащих резонансных состояний положительной четности. Отмечено, что поляризация заметно уменьшает их энергию и увеличивает время жизни резонансных состояний. Визуализация поляризуемости наглядно показала, как изменяются размеры дейтрона и ядра ${}^3\text{He}$ когда они приближаются к ядрам ${}^4\text{He}$ и ${}^3\text{H}$, соответственно. Установлено также, что поляризация слабо влияет на параметры высоковозбужденных резонансных состояний отрицательной четности.

Исследуя состояния непрерывного спектра ядра ${}^6\text{Li}$, диссертантом были выявлены резонансные состояния, которые известны как резонансы Паули и которые рассматриваются как ложные решения уравнений метода резонирующих. Это стимулировало проведения обширных исследований их свойств и условий, приводящих к появлению таких резонансов в легких атомных ядрах. Эти результаты изложены в третьей главе. Были исследованы состояния непрерывного спектра большого числа легких ядра в трех версиях метода резонирующих групп – стандартной, улучшенной и реалистичной. Эти версии отличаются тем, какие волновые функции используются для описания внутренней структуры взаимодействующих кластеров. Показано, что паулевские резонансы возникают, когда используется более реалистичная форма этих волновых функций. Установлены общие закономерности появления паулевских резонансов, определена доминирующая область энергий появления резонансов и доминирующие величины ширин их распада, а также главные факторы, порождающие их. Детальный анализ свойств паулевских резонансов позволил сформулировать метод их удаления. Продемонстрировано, что этот метод эффективно удаляет все выявленные паулевские резонансы.

В период работы над диссертацией Калжигитов Нурсултан Кувандикович продемонстрировал целеустремленность, большую работоспособность, способность быстро вникать в суть поставленной проблемы и находить эффективные методы решения поставленных задач. Диссертант принимал активное участие в постановке задачи, в получении необходимых аналитических выражений и их программировании, в проведении численных расчетов, а также в анализе полученных результатов и оформлении статей и докладов.

Результаты исследований, изложенные в диссертации Калжигитова Нурсултана Кувандиковича, своевременно и полностью опубликованы в научной литературе и прошли хорошую апробацию на многочисленных международных и республиканских конференциях, семинарах. Результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих, высокорейтинговых рецензируемых научных журналах, среди которых Nuclear Physics A, Physical Review C и Ukrainian Journal of Physics. Кроме этого, Нурсултан Кувандикович использовал каждую возможность, чтобы доложить свои результаты на различных международных и республиканских конференциях. Он также регулярно выступал на семинарах отдела теории ядра и квантовой теории поля Института теоретической физики им. Н.Н.

Боголюбова и получал высокую оценку специалистов по кластерных моделях ядра.

Считаю, что по новизне, научной значимости и достоверности полученных результатов, уровню исполнения, диссертация «Микроскопическая двух- и трехкластерная модель легких атомных ядер ${}^6\text{Li}$ и ${}^8\text{Be}$ » отвечает всем требованиям, а ее автор, Калжигитов Нурсултан Кувандикович, безусловно заслуживает присуждения ему степени доктора философии PhD по образовательной программе «8D05308 – Ядерная физика».

Зарубежный научный консультант,
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
отдела теории ядра и квантовой теории поля
Института теоретической физики
им. Н.Н. Боголюбова НАН Украины

В.С. Василевский

20 октября 2024 г.

Подпись доктора физ.-мат. наук В.С. Василевского заверяю:

Ученый секретарь

Института теоретической физики
им. Н.Н. Боголюбова НАН Украины
кандидат физико-математических наук



И.А. Стародуб