

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »

Проректор

Московского государственного
университета имени М.В.Ломоносова

профессор А. А. Федянин



2018 г.

О Т З Ы В

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» на диссертацию РАЧКОВА Владимира Александровича «Теоретическое исследование роли перераспределения нейтронов в реакциях слияния при энергиях вблизи кулоновского барьера», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц

Интенсивные теоретические и экспериментальные исследования процесса слияния двух сложных ядер играют исключительно важную роль в современной физике ядерных реакций. Во многом интерес к этому процессу определяется тем, что при энергиях выше кулоновского барьера он обеспечивает единственную, на сегодняшний день, возможность синтеза новых нейтроноизбыточных изотопов, включая и сверхтяжелые ядра. В тоже время детальное изучение реакций слияния средних по массе ядер вблизи кулоновского барьера позволяет получить новую информацию о ядро-ядерном взаимодействии, о динамике самого слияния и о механизмах различных сопровождающих его ядерных процессов. В этой области современной науки принципиально важным и актуальным вопросом является выявление взаимосвязи перераспределения нейтронов между двумя сталкивающимися

ядрами и особенностей протекания процесса их слияния при энергиях ниже кулоновского барьера. Исследованию именно этого круга явлений и посвящена диссертационная работа В. А. Рачкова.

Долгое время считалось, что возможность перераспределения нейтронов с положительными значениями энергосвободы (Q) в процессе слияния ядер приводит к увеличению сечения при под-барьерных энергиях. Эффект от перераспределения нейтронов можно наблюдать при сравнении двух близких комбинаций ядер, выбранных таким образом, что для одной из них существует возможность перераспределения нейтронов с положительными значениями Q , а для другой нет. Здесь, хрестоматийным примером являются столкновения ядер ^{40}Ca с изотопами $^{90,96}\text{Zr}$. Аналогичное увеличение сечения слияния наблюдалось и для целого ряда других комбинаций сталкивающихся ядер. Все они детально обсуждаются в рамках настоящей диссертации. Однако существует ряд экспериментальных данных, указывающих на отсутствие дополнительного увеличения под-барьерного сечения слияния, несмотря на наличие каналов нейтронных передач с положительными значениями Q . В качестве примера таких реакций можно привести: $^{130}\text{Te} + ^{58}\text{Ni}$, $^{64}\text{Ni} + ^{100}\text{Mo}$. Разрешению этой проблемы современной физики ядерных реакций посвящена значительная часть диссертации В. А. Рачкова.

Следует отметить, что для современного уровня развития методов теоретического анализа реакций слияния представляется чрезвычайно актуальным построение и развитие моделей, дающих максимально полное описание процесса слияния и учитывающих взаимосогласованное влияние коллективных степеней свободы и нейтронных передач. В диссертационной работе В. А. Рачкова представлены результаты таких исследований при энергиях вблизи кулоновского барьера. В своей диссертационной работе он развивает известную и хорошо зарекомендовавшую себя эмпирическую модель связи каналов. Автор предложил успешное и удобное в использовании обобщение эмпирической модели на случай согласованного учета перераспределения нейтронов и коллективных степеней свободы. Апробация

предложенного в диссертации обобщения проведена на большом количестве экспериментальных данных, полученных различными исследовательскими группами. Последнее делает достоверными полученные в работе результаты, а ее выводы обоснованными. Практическую значимость имеют разработанные вычислительные коды эмпирической модели связи каналов, которые включены в базу знаний по ядерной физике низких энергий NRV (<http://nrv.jinr.ru>) и находятся в свободном доступе в сети Интернет.

К наиболее интересным результатам, которые представлены в диссертации В. А. Рачкова, следует отнести новый способ учета перераспределения нейтронов в квантовой модели связи каналов. Связь относительного движения с коллективными степенями свободы, такими как колебания ядерных поверхностей и/или вращения статически деформированных сталкивающихся ядер, рассматривается в квантовом подходе, а вероятность передачи нейтронов вычисляется в квазиклассическом приближении. Расчеты находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными. Подчеркнем, этот способ позволил впервые воспроизвести функции распределения по барьерам во всем диапазоне энергий. Также в диссертации убедительно показано, что выводы о взаимном влиянии коллективных степеней свободы и нейтронных передач, сделанные в эмпирической модели связи каналов с учетом перераспределения нейтронов, подтверждаются в рамках квантовой модели связи каналов с учетом перераспределения нейтронов.

Следует также отметить ряд расчетов, выполненных в рамках диссертационной работы и носящих предсказательный характер. Так, В. А. Рачковым были предложены реакции и выполнены соответствующие вычисления сечений слияния, приводящие к синтезу 11 новых нейтронообогащенных изотопов трансфермиевых элементов.

Тем не менее, по тексту диссертации можно сделать ряд несущественных замечаний. Например, при описании деталей вычислений потенциальной энергии взаимодействия автору следовало бы привести выражения для кулоновской и ядерной энергий не только для сферических, но и для

деформированных ядер или хотя бы указать ссылки на работы из списка литературы, в которых такие выражения присутствуют. Рис. 2.15 состоит из двух частей, “а)” и “б)”. Тем не менее, в подписи к этому рисунку приведено описание только части “а)”. В соотношении 4.10 включен коэффициент Крамерса, зависящий от величины параметра ядерной вязкости. Само же значение этого параметра, используемое в расчетах, в тексте диссертации не представлено.

Подчеркнем, что указанные замечания не носят принципиального характера и совершенно не влияют на общую высокую оценку работы. Диссертация В. А. Рачкова представляет собой законченную работу, выполненную на высоком научном уровне. **Практическая ценность** исследований, проведенных в рамках настоящей диссертации, также несомненна, так как ее результаты могут быть использованы в дальнейшем при исследованиях реакций слияния вблизи кулоновского барьера. В частности, при изучении роли нейтронных передач и коллективных возбуждений. Развитые в диссертации теоретические подходы, а также рассчитанные сечения реакций слияния могут быть использованы при подготовке к проведению дальнейших экспериментальных исследований в области ядерной физики с тяжелыми ионами. Текст диссертационной работы написан ясным языком, хорошо оформлен, расположение материала компактно и продумано, так что работа легко читается.


Материалы диссертационной работы опубликованы в 11 печатных работах, в том числе, в 8 журналах, включенных в перечень ВАК рецензируемых научных изданий. 10 работ опубликованы в журналах, включенных в системы цитирования Scopus и/или Web of Science. Результаты диссертационной работы были представлены на многочисленных авторитетных международных совещаниях и конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертация соответствует паспорту специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Таким образом, диссертационная работа Рачкова Владимира

Александровича «Теоретическое исследование роли перераспределения нейтронов в реакциях слияния при энергиях вблизи кулоновского барьера», полностью удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842 (ред. от 28.08.2017). Сам же Рачков Владимир Александрович заслуживает присвоения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Материалы диссертации были заслушаны на научном семинаре отдела ядерных реакций Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (НИИЯФ МГУ) 17 мая 2018 г. Настоящий отзыв был рассмотрен и одобрен на заседании совета отдела ядерных реакций 18.05.2018, протокол № 3.

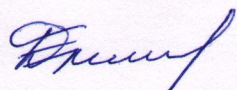
Директор НИИЯФ МГУ
профессор



М.И.Панасюк

Отзыв составил:

Заместитель директора НИИЯФ МГУ
по научной работе,
доктор физико-математических наук
Тел.: +7 (495) 939-24-65
e-mail: eremenko@sinp.msu.ru



Д.О.Еременко

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Адрес организации:

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1.

Тел.: +7 (495) 939-10-00

e-mail: info@rector.msu.ru