

ОТЗЫВ

официального оппонента ведущего научного сотрудника НИИЯФ МГУ доктора физико-математических наук, профессора Юрия Михайловича Чувильского на диссертацию Анны Николаевны Безбах "Влияние структуры тяжелых ядер на их образование и распад" представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 (физика атомного ядра и элементарных частиц).

Получение и исследование сверхтяжелых ядер относится, безусловно, к одному из важнейших направлений современной ядерной физики. Возможности методов получения новых элементов, основой для которых были пучки ионов ^{48}Ca , в настоящее время практически исчерпаны. Поэтому теоретический анализ перспектив использования пучков более тяжелых ионов занимает важное место в данной области исследований. Основными задачами такого анализа являются: предсказание сечений образования испарительных остатков в столкновениях ^{50}Ti , ^{54}Cr , ^{58}Fe и ^{64}Ni с ядрами актинидов и изучение цепочек альфа-распадов, с помощью которых новые сверхтяжелые элементы могут быть идентифицированы. В свою очередь, каждый альфа-переход характеризуется энергией и шириной, для расчета которых требуется знать спектр низколежащих состояний родительского и дочернего ядер, а расчеты сечений испарительных остатков невозможны без определения барьеров деления, нейтронных порогов и плотности уровней высоковозбужденных состояний ядер. Представленная диссертация посвящена вычислению именно этих величин. Поэтому острая актуальность избранной автором темы исследования не вызывает сомнений.

Тонкая структура спектров альфа-частиц, испускаемых сверхтяжелыми ядрами, изомерные состояния, а также плотности высоковозбужденных состояний этих ядер мало изучены. Поэтому полученные в рамках представленного исследования количественные результаты, как и результаты расчетов выхода испарительных остатков, являются принципиально новыми и значимыми для данной области физики атомного ядра.

Методы, используемые автором, включают в себя: хорошо апробированную модифицированную двухцентровую модель оболочек, проверенную на многочисленных примерах модель двойной ядерной системы, а также устоявшиеся, широко представленные в научной литературе феноменологические оценки модельных параметров. Результаты расчетов, в рамках известного, сравниваются с результатами экспериментов и демонстрируют хорошее согласие. Все это подтверждает надежность предсказаний и достоверность выводов данной диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения; три объемные таблицы вынесены в приложения.

Во введении излагается история исследования сверхтяжелых элементов, обзор

методов, используемых в данной работе, а также дается краткое описание содержания диссертации.

В первой главе подробно представлена модифицированная двухцентровая оболочечная модель ядра, а также основные формулы и характерные величины входящих в них параметров. Анализируются свойства множества сверхтяжелых элементов с атомным номером $Z > 105$. Вычислены дефекты масс ядер, энергии отделения нейтрона, оболочечные поправки, энергии альфа-распада. Результаты расчетов сведены в таблицу 3.1. Получено хорошее согласие с существующими экспериментальными данными. В частности, отклонение полученных в результате расчета энергий альфа-распада от эксперимента не превышает 0.3 МэВ. Проводится сравнение результатов используемой модели с результатами, получаемыми в рамках модели Меллера-Никса и с помощью массовых формул Лирана-Зельдеса. Предсказываются сечения образования испарительных остатков в столкновениях ^{50}Ti , ^{54}Cr , ^{58}Fe и ^{64}Ni с ядрами актинидов. Даны также предсказания величин оболочечной поправки. В области $Z = 120 - 126$, $N = 180 - 184$ они велики, это обстоятельство определяет высокую относительную стабильность таких изотопов.

Во второй главе рассматриваются цепочки альфа-переходов, содержащие сверхтяжелые элементы Fl, Lv, 117 и 120. Для выделения характерных альфа-линий рассчитаны одно- и двухквaziчастичные спектры ядер в этих цепочках. Проведен поиск высокоспиновых изомерных состояний в соответствующих изотопах. Показано что энергетическая щель в спектрах ядер $^{296,298,300}120$ достаточно велика. Предсказаны ядра, на которых будут происходить обрывы альфа-распадных цепочек за счет спонтанного деления.

Таким образом исследования, содержащиеся в этой главе, представляют собой значительный шаг в развитии альфа-спектроскопии сверхтяжелых ядер, важность которого отмечена выше. С другой стороны, автор ограничивается только изучением разрешенных переходов в нечетных ядрах и не обсуждает возможные альфа-распады с ненулевым переданным моментом (тонкую структуру) в четно-четных. Оценка ширины таких переходов весьма полезна, не представляет особого труда и, по крайней мере, ее следует провести в процессе последующих вычислений.

Глава заканчивается расчетами сечения образования испарительных остатков в реакциях $^{50}\text{Ti} + \text{Cf}$ и $^{54}\text{Cr} + \text{Cm}$ и обсуждением тенденций его изменения в зависимости от заряда и массы остатка. Представленные результаты не дублируют а дополняют материалы, содержащиеся в первой главе. Однако, по моему мнению, было бы проще собрать эти однотипные материалы в первой главе или выделить в отдельную (третью из четырех) главу диссертации.

В третьей главе изучается плотность состояний сверхтяжелых ядер в модифицированной двухцентровой оболочечной модели. Эффекты спаривания рассчитываются в модели сверхпроводимости. Параметры плотности уровней извлекаются из сравнения полученного численного решения с результатами расчетов по модели ферми-газа. Определяется зависимость параметра плотности уровней от массового числа, оболочечных эффектов и энергии возбуждения. Демонстрируется сильная корреляция оболочечной поправки и параметра плотности уровней. При

$Z = 120$ параметр плотности уровней имеет минимальное значение. Для ядер с $Z = 124 - 128$ аналогичные минимумы обусловлены заполненной нейтронной оболочкой $N = 184$. Таким образом показано, что поведение параметра плотности уровней в соответствующих областях масс сверхтяжелых ядер подобно поведению этой величины в известных околomagических областях. Проведена оценка коэффициента затухания оболочечной поправки с ростом энергии возбуждения. В итоге данный раздел работы демонстрирует заметный вклад автора в исследование статистических свойств сверхтяжелых ядер.

В заключении приведены основные результаты диссертации.

Возвращаясь к общей оценке результатов работы и суммируя оценки отдельных глав можно заключить, что к защите представлены результаты цельного законченного теоретического исследования возможностей получения и идентификации новых сверхтяжелых ядер. Достигнуто вполне удовлетворительное описание свойств известных ядер в этой области масс. Работа актуальна и дает основу для последующего развития этой тематики в нескольких направлениях.

Кроме замечаний, касающихся главы 2, следует указать, что в тексте диссертации можно обнаружить неточные или неаккуратные фрагменты. Приведу несколько примеров. В таблице 3.1 значения энергий альфа распада приведены с точностью до 1 кэВ, что никак не соответствует реальной точности, достижимой в теоретических расчетах. На стр. 32 вместо правильного оборота "...максимальные сечения испарительных остатков..." говорится "...максимальные испарительные остатки...". В формулах параграфа 1.2 в отличие от общепринятых положительных подразумеваются отрицательные значения энергии связи ядер. В гл. 3 вместо корректного термина "...плотность состояний внутреннего движения..." используется весьма неудачный "...внутренняя плотность состояний...".

Очевидно, что все перечисленные в настоящем отзыве замечания либо носят характер пожеланий, либо относятся к форме изложения полученных результатов и не снижают высокую оценку проделанной автором исследовательской работы.

Вышесказанное позволяет с уверенностью утверждать, что представленная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – А.Н. Безбах безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 (физика атомного ядра и элементарных частиц).

Результаты диссертации могут найти применение в ОИЯИ, НИИЯФ МГУ, РНЦ КИ, ИТЭФ, ФЭИ, ИЯИ РАН, и других научных учреждениях Российской Федерации.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Профессор



Ю.М. Чувильский

23 марта 2015 г.

Подпись Ю.М. Чувильского заверяю

директор НИИЯФ МГУ, профессор



М.И. Панасюк

Чувильский Юрий Михайлович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела физики атомного ядра Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова"(НИИЯФ МГУ).

Адрес: 119991, ГСП-1, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 2.

Телефон: 8 (495) 939-49-05

E-mail: tchuvl@nucl-th.sinp.msu.ru