

с 341.2Г

П-38

3717/2-73

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



P7 - 7279

А.А.Плеве, А.Г.Демин, В.Куш,
М.Б.Миллер, Н.А.Данилов

ОПЫТЫ ПО СИНТЕЗУ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В РЕАКЦИЯХ С УСКОРЕННЫМИ ИОНАМИ ЦИНКА

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Опыты по синтезу сверхтяжелых элементов в реакциях
с ускоренными ионами цинка

Дается описание экспериментов по синтезу сверхтяжелых элементов в реакциях, вызываемых ускоренными ионами цинка. Экспериментальная методика была рассчитана на регистрацию спонтанного деления при работе на внешнем пучке циклотрона. Приводятся экспериментальные границы для сечений образования и времени жизни сверхтяжелых ядер.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Pleve A.A., Demin A.G., Kush V.,
Miller M.B., Danilov N.A.

P7-7279

Experiments on Superheavy Element
Synthesis in the Reactions with
Accelerated Zn Ions

The experiments are described on synthesis of superheavy elements in the reactions induced by accelerated Zn ions. The experimental technique was reckoned upon the recording of spontaneous fission at operation with the external cyclotron beam. Experimental boundaries are given for production cross sections and the life-time of superheavy nuclei.

P7 - 7279

А.А.Плеве, А.Г.Демин, В.Куш,
М.Б.Миллер, Н.А.Данилов

ОПЫТЫ ПО СИНТЕЗУ СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В РЕАКЦИЯХ С УСКОРЕННЫМИ ИОНАМИ ЦИНКА

Направлено в ЯФ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

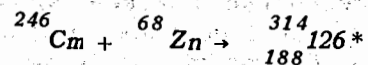
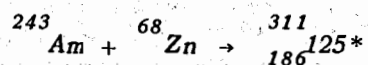
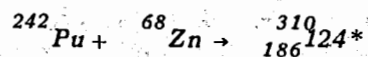
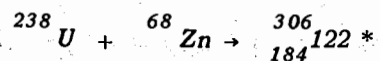
В экспериментах по синтезу сверхтяжелых ядер определяющими являются два обстоятельства. Во-первых, предсказываемые магические числа $Z = 114, 126$ и $N = 184$ должны действительно существовать и соответствующие им замкнутые оболочки в достаточной степени стабилизировать ядра типа $^{298}_{114}, ^{310}_{126} / 1-3/$. Во-вторых, стабилизирующее действие этих оболочек должно сохраняться при возбуждениях в несколько десятков мэв, чтобы возбужденные ядра, возникающие в реакциях, могли выжить и быть обнаружены в основном состоянии. Если в предсказаниях свойств основных состояний сверхтяжелых ядер различные авторы более или менее единодушны, то в оценках роли оболочек в возбужденных ядрах ясности нет. Некоторые авторы склоняются к тому, что при возбуждениях порядка 20-30 Мэв исчезает влияние ядерных оболочек на свойства распада /в частности, на отношение Γ_n / Γ_f /, однако, имеются и обратные утверждения /4-8/.

Так или иначе, сделан ряд оценок для сечений образования сверхтяжелых элементов в реакциях. Сиккеланд /4/ и Вонг /9/ оценивают сечения типа $^{251}_{Z} Cf(^{62}_{Ni}, xn)^{313-x}_{126}$ или $^{231}_{Pa}(^{81}_{Br}, xn)^{312-x}_{126}$ в несколько десятков миллибарн. Существующие уже теперь пучки тяжелых ионов (Zn, Kr, Xe) позволяют проводить опыты по синтезу даже при значительно меньших сечениях.

Для достижения $Z = 114$ достаточно тяжелыми являются уже ионы аргона. Однако при попытке осуществить реакцию $^{248}_{Sm}(^{40}_{Ar}, xn)^{288-x}_{114}$ эффект, который можно было бы приписать образованию 114 элемента, обнаружен не был: $\sigma \leq 10^{-30} - 10^{-31} \text{ см}^2 / 10/$. Такой результат неудивителен, т.к. ядра 114-го элемента в

этом случае, как возбужденные, так и образующиеся после снятия возбуждения, отстоят от замкнутой оболочки $N = 184$ на 10 и более нейтронов. Следует отметить, что в реакциях полного слияния типа /ион, xn / дважды магическое ядро ${}_{184}^{298}114$ или его ближайшие соседи недостижимы.

С помощью ионов Zn , Kr , Xe можно достичь оболочки $N = 184$ при $Z = 122-126$. В частности, с ионами цинка доступны для изучения реакции:



Результаты первых опытов с ионами цинка сообщались на Международной конференции по физике тяжелых ионов в Дубне в 1971 году /11/.

Ионы цинка /десятизарядные/ были ускорены на циклотроне У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ, сначала, изотопы ${}^{64,66}Zn$, позднее ${}^{68}Zn$. По ряду параметров цинк явился для У-300 предельной частицей. Прежде всего, пришлось разработать специальный вариант ионного источника с тем, чтобы он работал на парах металлического цинка /12/. Сама задача получения десятизарядных ионов непосредственно в газоразрядной камере потребовала особого режима работы источника. Выход ионов из источника оказался весьма чувствительной функцией параметров разряда, поэтому для получения достаточно высокой интенсивности пучка были решены вопросы дополнительной стабилизации, точных измерений и непрерывного контролирования параметров плазмы. С увеличением заряда ускоряемого иона резко усиливается зависимость интенсивности пучка на конечном радиусе циклотрона от степени разрежения в вакуумной

камере. Так, изменение давления от $4 \cdot 10^{-6}$ до $8 \cdot 10^{-6}$ тор понижает интенсивность пучка ионов Zn^{+10} в 6 раз. Поэтому были приняты меры для улучшения вакуума в рабочем режиме до $4 \cdot 10^{-6}$ тор. При таких условиях интенсивность выведенного пучка ионов цинка составляла 1 - 3 $\cdot 10^8$ ионов/сек.

Весьма важным фактором в этих экспериментах является энергия ионов цинка. Высота кулоновского барьера для реакции ${}^{238}U + {}^{66}Zn$, рассчитанная обычным образом, равна 352 МэВ при значении параметра $r_0 = 1,41 \Phi$. Расчетная энергия ионов ${}^{66}Zn$ - около 400 МэВ - лишь на 13% превышает эту величину. Поэтому энергия была прежде всего тщательно измерена с помощью полупроводникового спектрометра. Спектрометр калибровался по ионам с известной энергией (${}^{12}C$, ${}^{22}Ne$, ${}^{40}Ar$). Для ${}^{64}Zn$ было получено значение $E = 381$ МэВ. Дополнительной проверкой явилось наблюдение на спектрометре, одновременно с ионами цинка-64,66, слабых линий пятизарядных ионов серы-32,33 с известной энергией. Разница в дефектах масс не позволяет полностью разделить на циклотроне эти пары, поэтому некоторое количество ионов серы ускоряется вместе с ионами цинка и имеет ту же энергию на нуклон.

Прежде чем проводить опыты по синтезу, было необходимо экспериментально убедиться в том, что имеющаяся энергия достаточна для слияния ядер цинка с ядрами урана - америция. Использованное выше значение $r_0 = 1,41 \Phi$ подтверждается экспериментальными данными, полученными для относительно легких ионов /до неона/ /13/. Существует предположение о возможной деформации при столкновении более тяжелых ядер /сплющивание вдоль траектории/, что привело бы к уменьшению эффективного значения r_0 и повышению барьера /14,15/.

Возможно, что это действительно наблюдается в опытах /14-18/. Изучение рассеяния криптона на ядрах тория привело к значению $r_0 = 1,27 \Phi$, а измерение функций возбуждения реакций, идущих путем слияния ионов криптона с мишенями из германия и кадмия, - к значению $r_0 = 1,32 \Phi$.

При таких значениях r_0 кулоновский барьер реакции ${}^{238}U + {}^{66}Zn$ был бы равен 390 - 380 МэВ.

Мы измеряли сечение образования ${}^{211}At$ в этой

реакции в зависимости от энергии ионов. ^{211}At удобно и надежно регистрируется по альфа-распаду. В опытах может наблюдаться лишь астатин, образовавшийся в результате реакции деления. Сечения образования осколков, по оценкам, должны составлять 10^{-27} - 10^{-29} см², в зависимости от их массы и заряда; для ^{211}At это 10^{-28} см². Если предположить, что ^{211}At может образоваться из ^{238}U в результате передачи 7 протонов и 20 нейтронов, то следует ожидать сечение не более 10^{-31} см² /19/.

Результаты показаны на рис. 1. Через экспериментальную точку при максимальной энергии /сечение

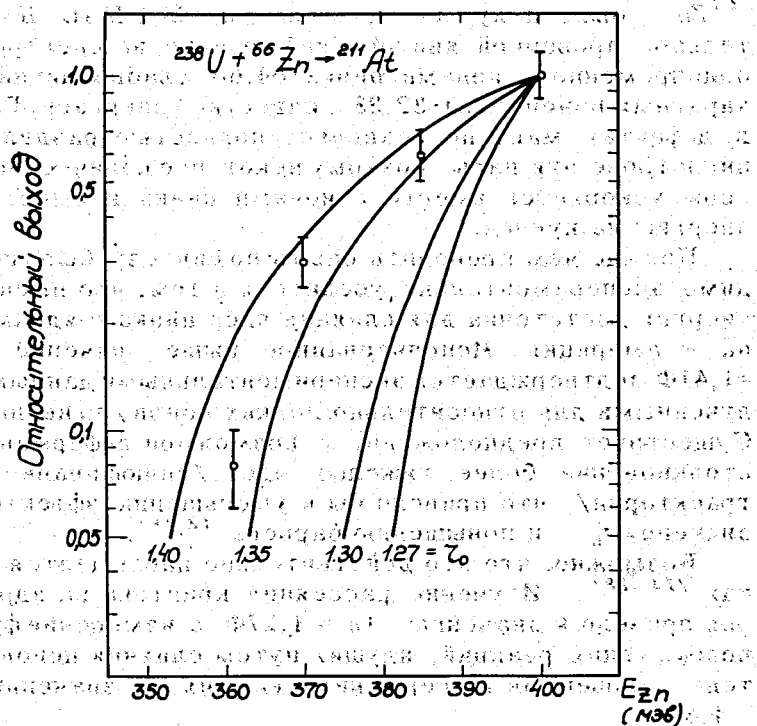


Рис. 1

$2 \cdot 10^{-28}$ см² /19/ проведены кривые полных сечений реакции, рассчитанные по модели черного ядра с резким краем /13/ при различных значениях r_0 . Экспериментальные точки соответствуют $r_0 = 1,37 \pm 0,05\text{Ф}$. По-видимому, нет причин считать, что эффективные значения r_0 для деления и для полного слияния могут существенно различаться. Поэтому основной вывод состоит в том, что в данном случае увеличение барьера, если и есть, то незначительное, и не является препятствием для реакции синтеза.

После этого были проведены облучения мишеней ^{238}U , ^{243}Am ионами ^{66}Zn с максимальной энергией /схема опыта и описание - ниже/. Было показано, что сечение образования спонтанно делящихся продуктов с периодами полураспада от 10^{-9} сек до нескольких суток не превышает 10^{-30} см² /11/.

В дальнейшем опыты были продолжены с ионами ^{66}Zn , ^{68}Zn . Реакция $^{243}\text{Am} + ^{68}\text{Zn} \rightarrow ^{311}\text{125}$ особенно интересна. Возбужденное составное ядро $^{311}\text{125}$ имеет 186 нейтронов, так что при испарении нейтронов в процессе снятия возбуждения промежуточные ядра оказываются в непосредственной близости к оболочке $N = 184$. Энергия возбуждения составного ядра, по оценкам, равна 33 МэВ, энергии связи нейтронов - 6-7 МэВ /20/, так что должно испариться, по-видимому, не более 4-х нейтронов. Ядра, как промежуточные, так и конечные, нечетны по Z , что должно дополнительно стабилизировать их относительно деления и альфа-распада. Вероятное конечное ядро $^{308}\text{125}$ - нечетно-нечетное. Цепочки распадов должны приводить, в конце концов, к спонтанно делящимся ядрам /3/. В реакциях с ^{66}Zn все ядра оказываются соответственно на 2 нейтрона дальше от замкнутой оболочки.

Следует отметить, что для циклотрона У-300 энергия ионов цинка 5,94 МэВ/нуклон /392 МэВ для ^{66}Zn / оказалась предельной. При переходе к ускорению ионов

* Для получения этой точки ускоритель работал в форсированном режиме. Это дало возможность получить ионы ^{66}Zn с энергией 405 МэВ, но с существенно меньшей интенсивностью. В дальнейшем этот режим не использовался.

^{68}Zn ... увеличение напряженности магнитного поля циклотрона оказалось невозможным, и была соответственно уменьшена частота ускоряющего напряжения. В результате энергия ионов ^{68}Zn составила 382 МэВ /5,62 МэВ/нуклон/.

Схема опыта показана на рис. 2. Мишень /1,5 мг/см²

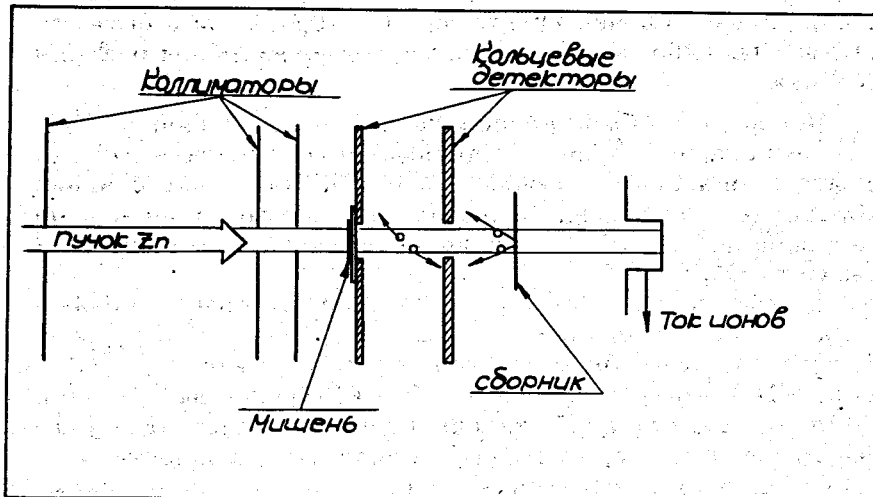


Рис. 2. Схема опыта.

^{243}Am на алюминиевой фольге толщиной 3 мкм/ была обращена слоем америдия к пучку для того, чтобы избежать потери энергии ионов и одновременно частично затормозить ядра отдачи. Пучок контролировался с помощью цилиндра Фарадея, а также путем регистрации ионов, рассеянных на тонкой золотой фольге, спектрометром с полупроводниковым детектором.

Как и в предыдущих опытах, методика была рассчитана на регистрацию осколков спонтанного деления продуктов реакций диэлектрическими детекторами/фосфатное стекло/. Ядра отдачи пролетали свободное пространство камеры и останавливались в сборнике. Распады налету, т.е. за времена 10^{-9} - 10^{-8} сек, регистрировались

кольцевым детектором, ближайшим к мишени /см. рис. 2/; распады ядер, остановившихся в сборнике, - вторым кольцевым детектором. Сборник представлял собой кристалл кремния высокой чистоты толщиной 10 мк. Чистота сборника в этих опытах имеет важнейшее значение. Примеси элементов от редких земель до урана в количестве 10^{-8} г/г могли бы дать фон осколков деления и рассеянных ионов Zn, следы которых в материале детекторов могут быть практически неотличимы от следов осколков.

Другим источником фона могут быть реакции, приводящие к делящимся изомерам или к спонтанно делящимся изотопам трансурановых элементов, таким, как ^{254}Cf , ^{256}Fm , ^{246}Fm .

Среди делящихся изомеров, которые образуются при облучении ^{243}Am различными ионами /от бора до аргона/, наибольшее сечение образования имеет изомер ^{242m}Am / $T_{1/2} = 14$ мсек /21/. Сечение реакции /в данном случае передачи одного нейтрона/ слабо зависит от типа иона, поэтому его можно оценить для случая Zn по результатам для других ионов /21/. Оценки приводят к сечениям $2-3 \cdot 10^{-32}$ см² для ^{66}Zn /392 МэВ/ и $1-2 \cdot 10^{-32}$ см² для ^{68}Zn /382 МэВ/. Ядра ^{242m}Am образуются в реакции передачи и имеют относительно широкое угловое распределение. Конструкция камеры такова, что на сборник, по оценкам, должна попадать примерно третья часть ядер изомера, остальные - на обратную сторону второго детектора. В результате, с учетом геометрической эффективности, фон должен распределяться между обоими детекторами примерно поровну.

Спонтанно делящиеся изотопы трансурановых элементов могут образовываться лишь в сложных реакциях многонуклонных передач: ^{254}Cf - в реакции $(+3p, +8n)$; ^{256}Fm - $(+5p, +8n)$; ^{246}Fm - $(+5p, -2n)$. Сечения таких реакций по оценкам, основанным на экстраполяции данных с более легкими частицами, не превышают 10^{-32} см².

Таким образом, ожидаемые сечения образования фоновых спонтанно делящихся излучателей много ниже предполагаемых сечений образования сверхтяжелых элементов /4, 9/ и ниже границы, установленной в первых опытах с ^{66}Zn / 10^{-30} см² /.

Прежде всего, мы продолжили изучение реакции $^{243}\text{Am} + ^{66}\text{Zn}$ и провели облучение в рабочих условиях с интегральным потоком $4 \cdot 10^{13}$ ионов цинка через мишень. В результате облучения на детекторах не было обнаружено ни одного трека, похожего на след от осколка деления. Для регистрации распада долгоживущих продуктов реакции сборник после облучения помещался в контакт с детектором осколков на несколько суток. Следов осколков обнаружено не было.

Этот результат снизил установленную ранее границу сечения реакции $^{243}\text{Am} (^{66}\text{Zn}, xn)^{309-x}125$ с величины 10^{-30} см² до $2,5 \cdot 10^{-32}$ см². Было показано также, что сборник достаточно чист и отсутствует фон от вынужденного деления тяжелых примесей в сборнике, а также фон таких продуктов реакций, как делящиеся изомеры и спонтанно делящиеся изотопы трансурановых элементов.

В дальнейшем та же мишень с тем же сборником и в той же установке облучалась ионами ^{68}Zn . Интегральный поток ионов через мишень составил $6 \cdot 10^{13}$. На детекторе, ближайшем к мишени, был найден 1 след осколка; на ближайшем к сборнику - 3 следа. Анализ их длин и направлений показал, что след на первом детекторе нельзя объяснить делением ядра отдачи налету или делением ядра, попавшего на сборник; 3 следа на втором детекторе вызваны осколками, вылетевшими из сборника. Долгоживущих спонтанно делящихся излучателей, так же как в опытах с ^{66}Zn , обнаружено не было. Зарегистрированному количеству осколков деления соответствует сечение реакции $5 \cdot 10^{-32}$ см².

Напомним различия между опытами с ^{66}Zn и ^{68}Zn . Интегральный поток ионов во втором случае был в 1,5 раза больше, а энергия - несколько меньше /392 и 382 МэВ/. Основное же различие - два дополнительных нейтрона в ядре ^{68}Zn , что приближает число нейтронов в конечных ядрах /изотопы 126-го элемента/ и продуктах их α - и β -распадов к магическому числу $N = 184$.

Как показано в опытах с ^{66}Zn , фон от делящихся примесей в сборнике и спонтанно-делящихся продуктов реакций отсутствует. По-видимому, этот вывод можно распространить на случай облучения ионами ^{68}Zn , поскольку методически эти два опыта полностью идентичны, и не видно физических причин, по которым фон во втором

случае мог бы существенно возрасти. В отношении выхода фоновых реакций некоторое увеличение интегрального потока ионов как раз компенсируется уменьшением проникаемости кулоновского барьера /см. рис. 1/.

К сожалению, число зарегистрированных актов деления слишком мало для того, чтобы можно было уверенно сопоставить результаты этих двух опытов. В частности, нельзя полностью исключить, что наблюдается распад спонтанно делящегося изомера ^{242m}Am , поскольку оценочная величина сечения его образования $/1-2 \cdot 10^{-32}$ см² / близка к тому, что получено в описываемых опытах. Поэтому приведенную выше величину $5 \cdot 10^{-32}$ см² следует рассматривать как верхнюю границу сечения образования в реакциях $^{243}\text{Am} + ^{66,68}\text{Zn}$ сверхтяжелых ядер с $Z \leq 125$, которые либо сами делятся спонтанно, либо в результате α - или β -распада переходят в спонтанно делящиеся изотопы с временами жизни от 10^{-9} сек до нескольких суток.

Таким образом, экспериментальные сечения образования сверхтяжелых элементов в изученных реакциях оказываются, по крайней мере, на 6 порядков ниже предсказанных теорией /4,9/. Это означает, что либо свойства изотопов сверхтяжелых ядер, которые могли образоваться в наших опытах, таковы, что мы не могли их наблюдать, либо сечения реакций их образования очень малы. Предполагая, что полученная оценка сечения объясняется малой вероятностью образования сверхтяжелых ядер, а не свойствами их в основном состоянии, проанализируем возможные причины расхождения между экспериментальными данными и предсказанными величинами.

Одна из возможных причин - малая вероятность полного слияния очень тяжелых ионов (Zn , Kr , Xe) с тяжелыми ядрами. Существуют теоретические указания на то, что реакции типа $U + \text{Kr}$, $U + \text{Xe}$ не приводят к полному слиянию ядер вследствие ограничений, связанных с угловым моментом /23/. Это как будто подтверждается результатами опытов по измерению сечения двойного деления в реакции $^{238}\text{U} + ^{84}\text{Kr}$ методом коррелированных осколков: для сечения полного слияния получена граница $\sigma_{CF} \leq 10$ мб /16-18/. С другой стороны, есть расчеты, в которых получена оценка $\sigma_{CF} \approx 200$ мб для той же реакции /24/.

В Дубне получены экспериментальные данные по сечениям реакций с ионами ксенона. В реакции $^{70}\text{Zn} + (^{136}\text{Xe}, xn) ^{206}\text{Po}$ сечения процессов с вылетом 4 и 5 нейтронов оказались соответственно 31 и 52 мБ ^{/25/}. По этим данным и известным значениям Γ_n / Γ_f для ядер полония ^{/26/} было вычислено сечение образования составного ядра ^{206}Po , которое оказалось равным 400 мБ.

В реакции $^{181}\text{Ta} + ^{136}\text{Xe}$ изучались массовые и зарядовые распределения осколков деления ^{/27/}. Показано, что положение максимумов и величина дисперсии распределений не противоречат предположению о том, что в этой реакции образуется составное ядро $^{317}\text{127}$, которое затем делится на 2 осколка. Сечение образования составного ядра в таком предположении составляет ~150 мБ. Аналогичные результаты были получены ранее для реакции $^{238}\text{U} + ^{40}\text{Ar} \rightarrow ^{278}\text{110}^*$, где также изучались массовые, зарядовые и угловые распределения осколков ^{/28,30/}.

Напомним также, что Сиккеланд получил четкую картину реакции "полного слияния" при облучении урана аргонном, регистрируя коррелированные осколки деления ^{/29/}. Однако в таких опытах, строго говоря, доказывается лишь полная передача импульса, но не образование составного ядра.

Таким образом, на основе имеющихся экспериментальных данных вряд ли можно сделать однозначный вывод о вероятности образования составных ядер /полного слияния/ в реакциях типа $U, Am + Zn$.

Другой причиной малой величины сечения может быть большая делимость возбужденных ядер с $Z = 125$. Уже при синтезе элементов 102-105 основные экспериментальные трудности были связаны с возрастающей делимостью возбужденных ядер - продуктов и соответствующим уменьшением сечений образования. Так, элемент ^{105}Am - нильсборий - был синтезирован в реакции $^{243}\text{Am} + (^{2}\text{Ne}, 4n) ^{261}\text{Ns}$ с сечением в максимуме функции возбуждения 5.10^{-34} см² ^{/22/}.

На успешный синтез сверхтяжелых ядер в реакциях полного слияния можно надеяться лишь в том случае, если предполагаемое стабилизирующее влияние замкнутых оболочек сохраняется при возбуждениях, характерных

для реакций /для случая $^{243}\text{Am} + ^{68}\text{Zn}$ энергия возбуждения составного ядра $^{311}\text{125}$, по оценкам ^{/20/}, составляет 33 МэВ/. Иначе сечения могут катастрофически уменьшиться. Существующие на этот счет теоретические соображения противоречивы ^{/5,6/}, а экспериментальные данные немногочисленны и, кроме того, относятся к другим областям ядер. Вопрос о том, какова роль оболочек в возбужденных сверхтяжелых ядрах, остается пока открытым.

Авторы признательны академику Г.Н.Флерову за постановку задачи и постоянную поддержку в работе; доктору физико-математических наук Ю.Ц.Оганесяну за полезные обсуждения результатов. С.П.Третьяковой, А.С.Пасюку, Ю.П.Третьякову, Г.Н.Акапьеву мы благодарны за помощь в проведении экспериментов; Т.И.Рыбаковой и К.И.Меркиной за большой труд по просмотру детекторов осколков деления. Мы благодарны группе эксплуатации ускорителя ЛЯР, обеспечившей оптимальные условия для успешного ускорения ионов цинка.

Литература

1. W.D.Myers and W.J.Swiatecki. Nucl.Phys., 81, 1 (1966).
2. V.M.Strutinski. Nucl.Phys. A95, 420 (1967).
3. E.O.Fiset and J.R.Nix., LA-DC-13345 (1972).
4. T.Sikkeland, Arkiv Fysik, 36, 539 (1967).
5. L.Moretto. Nucl.Phys., A180, 337 (1972).
6. А.В.Игнатюк, Ю.Н.Шубин. ЯФ, 8, 1135 /1968/.
7. V.S.Ramamurty, S.S.Kapoor, S.K.Kataria. Phys.Rev.Lett., 25, 386 (1970).
8. В.Л.Михеев, С.М.Поликанов. Труды Международной конференции по физике тяжелых ионов, Дубна, 13-19 октября 1966 г.
9. C.Y.Wong. Nucl.Phys., A103, 625 (1967).
10. S.G.Thompson et al. Phys.Lett., 28B, 458 (1969).
11. А.Г.Демин и др. Труды Международной конференции по физике тяжелых ионов, Дубна, февраль 1971 г.
12. А.С.Пасюк, Ю.П.Третьяков, Б.А.Загер. АЭ 32, 505 /1972/.
13. В.В.Бабилов. ЖЭТФ, 38, 274 /1960/.
14. P.W.Riesenfeldt and T.D.Thomas. Phys.Rev., C2, 711 (1970).
15. J.O.Rasmussen and K.Sugawara-Tanabe. Nucl.Phys., A171, 497 (1971).
16. H.Gauvin et al. Phys.Rev.Lett., 28, 697 (1972).
17. P.Colombani et al. Communications de la Conference Europeene de

Physique Nucleaire, Aix-enProvence (France), 26 juin- 1 juillet 1972, 11, 43.

18. B.Tamain et al. *ibid*, 50.
19. Ю.Ц.Оганесян и др. ОИЯИ, Р7-5495, Дубна, 1970г.
20. W.D.Mayers and W.J.Swiatecki. UCRL-11980 (1965).
21. Ю.П.Гангрский и др., ЯФ, 5, 535 /1967/.
22. Г.Н.Флеров и др. Труды Международной конференции по физике тяжелых ионов, Дубна, февраль 1971г.
23. F.Plasil. *Communications de la Conference Europeene de Physique Nucleaire, Aix-enProvence (France), 26 juin- 1 juillet 1972, 11, 51.*
24. J.V.Natovitz. *Phys.Rev. C1, 623 (1970).*
Phys.Rev. C1, 2157 (1970).
25. Г.Н.Флеров и др. ОИЯИ, Р7-6262, Дубна /1971/.
26. T.Sikkeland. *Phys.Rev., C1, 1564 (1970).*
27. Г.Н.Флеров, Ю.Ц.Оганесян. ОИЯИ, Р7-6523, Дубна /1972/.
28. Ю.Ц.Оганесян и др. ОИЯИ, Р7-4339, Дубна 1969 г.
29. T.Sikkeland et al. *Phys.Lett., 27B, 277 (1968).*
30. И.В.Кузнецов и др., ЯФ, 8, 448 /1968/.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 июля 1973 года.