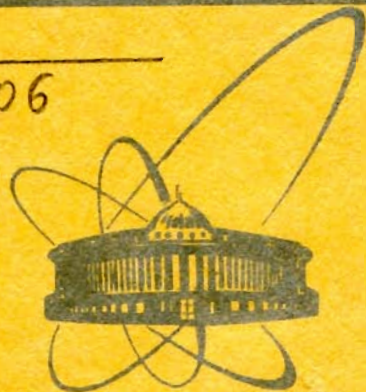


Б-906



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

92/2-80

14/1-80

P7 - 12762

Г. В. Букланов, В. А. Друин, Ю. В. Лобанов,
Р. Н. Сагайдак, В. К. Утенков

ИССЛЕДОВАНИЕ

СПОНТАННО ДЕЛЯЩИХСЯ АКТИВНОСТЕЙ,

ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РЕАКЦИЯХ $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$

1979

P7 - 12762

Г.В.Букланов, В.А.Друин, Ю.В.Лобанов,
Р.Н.Сагайдак, В.К.Утенков

ИССЛЕДОВАНИЕ

СПОНТАННО ДЕЛЯЩИХСЯ АКТИВНОСТЕЙ,

ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РЕАКЦИЯХ $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$

Букланов Г.В. и др.

P7 - 12762

Исследование спонтанно делящихся активностей, образующихся в реакции $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$

Исследованы спонтанно делящиеся продукты, образующиеся в реакциях $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$. Дано описание методики эксперимента и условий облучения /энергия и интенсивность ионов ^{22}Ne , толщина ^{249}Bk - мишени/. Измерена энергетическая зависимости сечения образования ^{256}Md . Использование коллимации ядер отдачи - продуктов реакций позволило зарегистрировать осколки спонтанно делящегося нуклида с периодом полураспада 1-2 с. Рассмотрены возможные источники этой активности. Высказано предположение о том, что одним из них может быть тяжелый изотоп элемента 107 с массой 267.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Buklanov G.V. et al.

P7 - 12762

Investigation of Spontaneous Fission
Produced in the $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$
Reaction

The spontaneous fission products produced in the $^{249}\text{Bk} + ^{22}\text{Ne}$ reaction have been investigated. The experimental technique and conditions (the energy and intensity of the ^{22}Ne ions, the target etc.) are given. By using the collimation of the product recoils we succeeded in detecting the spontaneous fission fragments of a nuclide with a half-life of 1-2 s. The possible sources of this activity are considered. It has been assumed that the activity may be due to a heavy isotope of element 107 with mass number 267.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Синтез и исследование спонтанного деления изотопов курчатовия ^{1-5/} привели к установлению эмпирической зависимости в изменении периодов спонтанного деления, отличной от имевшейся ранее для изотопов Fm и элемента 102^{16/}. Это отличие, как известно, заключается в плавном росте времен жизни относительно спонтанного деления при увеличении числа нейтронов в ядре от 150 до 156. Недавние результаты изучения спонтанного деления тяжелых изотопов нильсбория (Z=105)^{17,8/} и элемента 106^{17/} с числом нейтронов N=157 в совокупности с имеющимися данными о других изотопах этих элементов ^{9-12/} дают указание на то, что для изотопов более тяжелых элементов, по-видимому, имеет место аналогичная зависимость.

Изменение характера зависимости периодов спонтанного деления ядер от их нуклонного состава в области $Z \geq 104$ находит качественное объяснение в рамках современных представлений о форме барьеров деления таких ядер. Экстраполяция экспериментальных данных, а также динамические расчеты периодов спонтанного деления как четно-четных ^{13/}, так и нечетных по A ядер ^{14/} показывают, что их времена жизни могут быть достаточно высоки, чтобы было возможно регистрировать распад этих нуклидов обычными, ранее применявшимися методами ^{3,4,7/}. Так, например, время жизни изотопа 107-го элемента с числом нейтронов 160 ожидается в диапазоне секунд или даже десятков секунд ^{14/}. Оценка сечения образования этого изотопа в реакции $^{249}\text{Bk}(^{22}\text{Ne}, 4n)^{267}107$ дает величину $7 \cdot 10^{-34} \text{ см}^2 / 15/$, что также позволяет проводить эксперименты по синтезу и идентификации этого нуклида существующими методами на ускорителях тяжелых ионов с интенсивностью пучков в несколько мкА.

Располагая этими оценками, мы провели предварительные эксперименты по исследованию спонтанно делящихся активностей, образующихся в реакциях ^{249}Bk с ионами ^{22}Ne .

Мишень из окиси берклия толщиной 0,4 мг/см² диаметром 8 мм была изготовлена методом послойного нанесения на золотую подложку толщиной 10,2 мг/см² с последовательным прокали-

ванием на воздухе. Содержание дочернего калифорния-249, накопившегося в мишени, в описываемой серии экспериментов составляло от 0,5% в начале до 20% в конце опытов.

Облучения проводились на выведенном пучке циклотрона У-300 с максимальной энергией ионов ^{22}Ne 181 МэВ и интенсивностью до $2 \cdot 10^{12} \cdot \text{с}^{-1}$. Энергия и интенсивность пучка ионов контролировались по упругому рассеянию на тонких золотых мишенях с помощью двух поверхностно-барьерных детекторов. Изменение энергии ионов неона-22 осуществлялось с помощью алюминиевых поглотителей и рассчитывалось по таблицам ^{16/}.

Используемое экспериментальное оборудование подробно описано нами в предыдущих работах ^{3,4,7/}. Для улучшения охлаждения мишени использовался проточный гелий, предварительно пропущенный через ловушку с жидким азотом. В первых опытах при энергиях ионов на слое мишени 116-119 МэВ /расчетное значение максимума функции возбуждения реакции $^{249}\text{Bk}(^{22}\text{Ne}, 4n)$ составляет 118 МэВ/ в интервалах измерений от долей секунды до десятков секунд была обнаружена долгоживущая спонтанно делящаяся активность с большим выходом. Отдельно поставленные эксперименты показали, что, как и следовало ожидать из предыдущих опытов ^{3,4,7/}, она главным образом связана с распадом 2,6-часового ^{256}Fm , дочернего продукта 1,3-часового ^{256}Md , образующегося непосредственно в реакции. На рис. 1 приведена кривая распада долгоживущих спонтанно делящихся продуктов, измеренная через 10 минут после облучения берклиевой мишени в течение 1 часа 45 минут ионами ^{22}Ne с энергией 119 МэВ. Обработка этой кривой методом наименьших квадратов в предположении независимого образования ^{256}Md и ^{256}Fm в реакциях дает сечение образования ^{256}Md , составляющее $7,1 \pm 0,2$ мкб. Эта величина почти в 30 раз превышает аналогичную в исследованной ранее комбинации $^{249}\text{Bk} + ^{15}\text{N}$ ^{4/} и в 8 раз - в комбинации $^{249}\text{Bk} + ^{18}\text{O}$ ^{7/} при энергиях ионов, соответствующих максимумам функций возбуждения реакций с испарением 4 нейтронов. Энергетическая зависимость сечения образования ^{256}Md и ^{256}Fm показана на рис. 2. На этом же рисунке приведены рассчитанные функции возбуждения для реакций с образованием компаунд-ядра и последующим испарением 3-5 нейтронов ^{15/}.

В дальнейших опытах по поиску короткоживущих активностей в интервалах времен от долей секунды до десятков секунд использовалась максимально возможная длина ленты-сборника ядер отдачи /до 600 м/ с целью понижения уровня долгоживущего фона от ^{256}Md (^{256}Fm). Кроме того, для улучшения соотношения выходов короткоживущих и долгоживущих активностей использовался также эффект коллимации продуктов ядерных

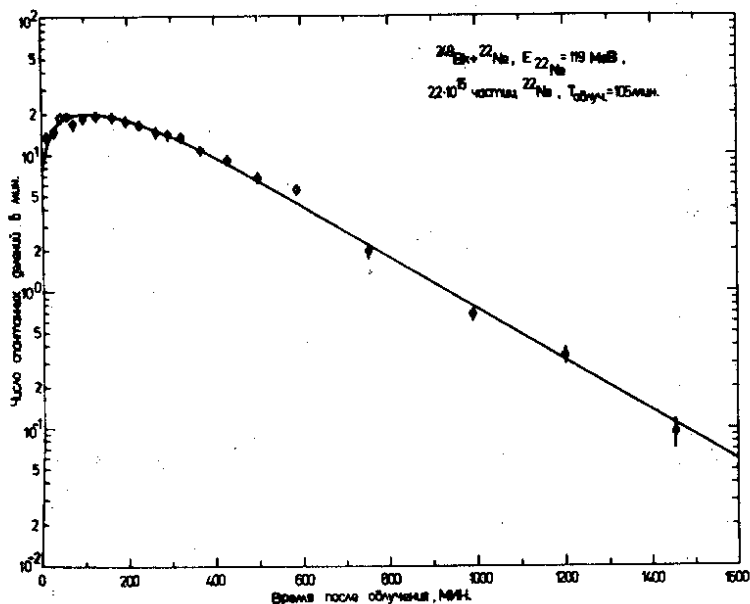


Рис. 1

реакций /17/. Коллиматор с отношением $K = L/d = 2,2$ позволил дополнительно снизить уровень долгоживущего фона в 7 раз и при интегральном потоке ионов через мишень $8 \cdot 10^{16}$ частиц обнаружить короткоживущую спонтанно делящуюся активность с периодом полураспада $1 \div 2$ секунды. Полученное распределение треков осколков спонтанного деления приведено на рис. 3. Несмотря на относительно высокий уровень постоянного фона, эффект /количество треков в диапазоне регистрации от 0,5 до 5 секунд/ вдвое превосходит его средний уровень. Соответствующее сечение образования этой короткоживущей активности составляет величину $\sim 10^{-33} \text{ см}^2$.

Рассмотрим возможные источники этой активности. Близкими периодами полураспада обладают известные спонтанно делящиеся нуклиды, такие, как ^{246}Fm , ^{259}Fm , $^{252}\text{102}$, $^{260}\text{105}$, $^{261}\text{105}$, $^{263}\text{106}$. К их синтезу могли бы привести довольно экзотические реакции многонуклонной передачи. Анализ показывает, однако, что вероятность образования этих ядер при взаимодействии ^{22}Ne с ^{249}Bk должна быть, по-видимому, меньше наблюдаемой на опыте. Другим источником этой активности могут быть неизвестные тяжелые изотопы 105-го элемен-

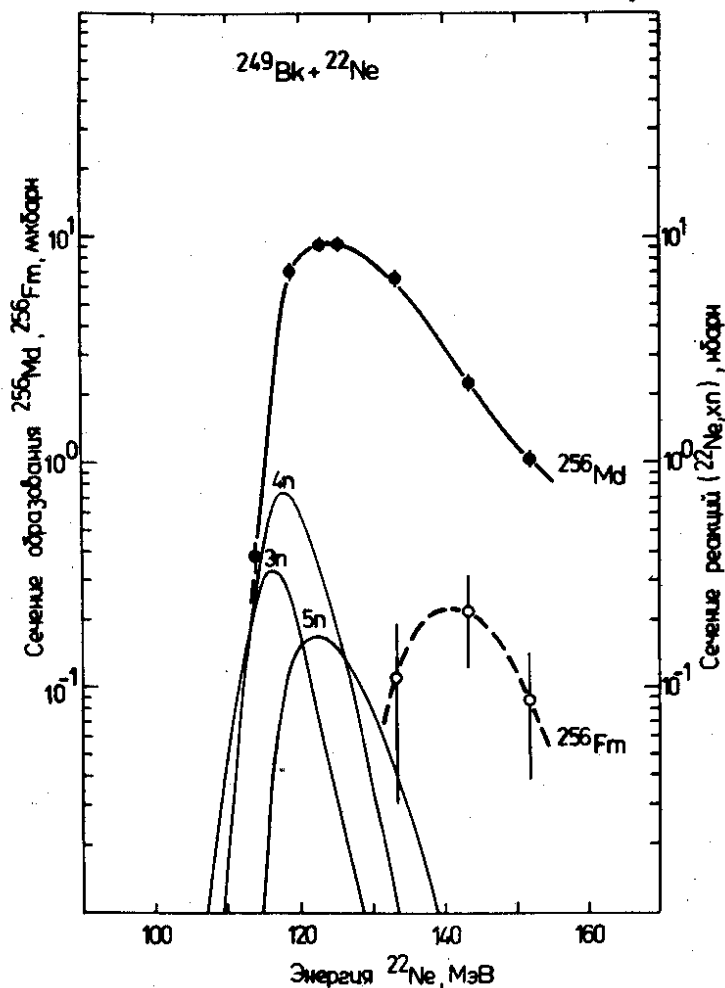


Рис. 2

та с $A \geq 263$, которые могли бы образоваться в реакциях с вылетом α -частиц и последующим испарением нескольких нейтронов. Поскольку данных о сечении реакций ($^{22}\text{Ne}; \alpha, 1-3n$) на актинидных ядрах нет, такая возможность не исключена.

Можно высказать и весьма вероятное предположение, что наблюдаемая спонтанно делящаяся активность связана с рас-

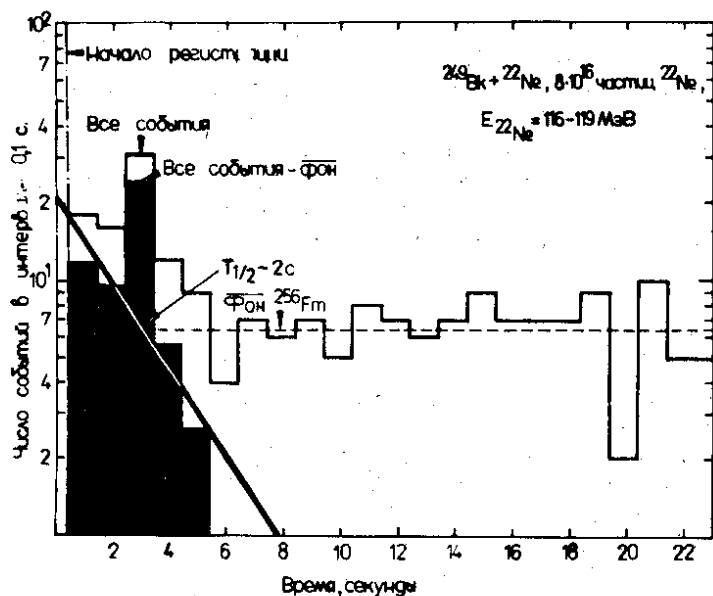


Рис. 3

падом тяжелого изотопа 107-го элемента $^{267}107$. На это указывают следующие факты: во-первых, изменение ее выхода при использовании коллиматора соответствует поведению продуктов, образующихся в реакциях полного слияния налетающего иона и ядра-мишени с последующим испарением нейтронов; во-вторых, величина сечения ее образования ~ 1 нбарн/ близка к расчетной для реакции с испарением 4-х нейтронов и, в-третьих, наблюдаемое время жизни лежит в области значений, ожидаемых для изотопа $^{267}107$.

Окончательные выводы, по-видимому, можно будет сделать, измерив функцию возбуждения наблюдаемой активности и более детально изучив ее выходы в зависимости от степени коллимации, т.е. используя полный набор методов идентификации спонтанно делящихся активностей, ранее давших положительные результаты.

Если эта активность связана с распадом тяжелого изотопа 107-го элемента, то в химических опытах, основанных на термохроматографии газообразных соединений 18 , она должна вести себя как аналог рения и может быть идентифицирована химическими методами. Наблюдаемое время жизни позволяет проводить эти опыты.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить академика Г.Н.Флерова и проф. Ю.Ц.Оганесяна за постоянный интерес к работе, ее поддержку и ценные замечания.

Мы благодарим А.Г.Рыкова, Е.А.Ерина за проделанную большую работу по выделению и очистке ^{249}Bk , группу сотрудников во главе со С.П.Третьяковой за обработку трековых детекторов, а также персонал циклотрона У-300 за обеспечение стабильной работы ускорителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флеров Г.Н. и др. АЭ, 1964, 17, с.310; Phys.Lett., 1964, 13, p.73.
2. Оганесян Ю.Ц. и др. АЭ, 1970, 28, с.393.
3. Друин В.А. и др. ЯФ, 1976, 24, с.254.
4. Друин В.А. и др. АЭ, 1977, 43, с.55.
5. Оганесян Ю.Ц. и др. Nucl.Phys., 1975, A239, p.157; ОИЯИ, Д7-8224, Дубна, 1974.
6. Silva R.J. et al. Nucl.Phys., 1973, A216, p.97.
7. Друин В.А. и др. ЯФ, 1979, 29, с.1149; ОИЯИ, Р7-12056, Дубна, 1978.
8. Bemis C.E. et al. Phys.Rev.Lett., 1977, 39, p.1246.
9. Оганесян Ю.Ц. и др. Nucl.Phys., 1976, A273, p.157.
10. Оганесян Ю.Ц. и др. Письма в ЖЭТФ, 1974, 20, с.580.
11. Флеров Г.Н. и др. АЭ, 1970, 29, с.243; 1970, A160, с.181.
12. Bemis C.E. et al. Phys.Rev. C., 1977, 16, p.1146.
13. Baran A. et al. Proc. 3rd Int.Conf. on Nuclear Far from Stability, CERN, 1976, 76-16, p.537.
14. Pomorski K. Proc. 10th Masurian School in Nuclear Phys. Nukleonika, 1978, part 2, 23, p.125.
15. Ильинов А.С. ОИЯИ, Р7-7108, Дубна, 1973; Ильинов А.С., Черепанов Е.А. Сообщение ИЯИ АН СССР, П-0090, М., 1978.
16. Hubert F. et al. Preprint IN2P3, 1978.
17. Друин В.А. и др. АЭ, 1970, 29, с.232.
18. Звара И. и др. Радиохимия, 1974, 16, с.720.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 сентября 1979 года.