

Д-763

УФ, 1970, т. 12, к 2, с. 268-270

9/XII-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P7 - 4755



В.А. Друин

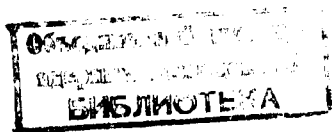
К ВОПРОСУ О РАДИОАКТИВНЫХ СВОЙСТВАХ  
ИЗОТОПОВ ЭЛЕМЕНТА 103

**P7 - 4755**

**В.А. Друин**

**К ВОПРОСУ О РАДИОАКТИВНЫХ СВОЙСТВАХ  
ИЗОТОПОВ ЭЛЕМЕНТА 103**

Направлено в журнал "Ядерная физика"



8110/2 пр.

Группа экспериментаторов из Радиационной лаборатории им. Лоуренса в Беркли (США) объявила в 1961 году <sup>/1/</sup> о наблюдении нового  $\alpha$ -излучателя с периодом полураспада  $8 \pm 2$  сек и энергией  $\alpha$ -частиц 8,6 Мэв, который образовывался при облучении калифорниевой мишени ионами  $^{11}\text{B}$  и  $^{10}\text{B}$  и был идентифицирован как изотоп элемента 103 с массовым числом 257. Идентификация была проведена чисто физическими методами путем изучения функций возбуждения и выходов излучателя в перекрестных облучениях. Никакого химического доказательства принадлежности этой активности элементу 103 авторы не приводили.

В 1965 году группа экспериментаторов из Дубны <sup>/2/</sup>, используя методику для установления генетической связи между продуктами  $\alpha$ -распада, однозначно доказала, что при облучении мишени из  $^{243}\text{Am}$  ионами  $^{18}\text{O}$  образуется изотоп  $^{256}\text{103}$  с периодом полураспада около 45 сек. В дальнейшем в Дубне двумя другими группами <sup>/3,4/</sup> была определена энергия  $\alpha$ -частиц при распаде  $^{256}\text{103}$  и уточнен период полураспада. Оказалось, что спектр  $\alpha$ -частиц этого изотопа сложный и заключен в диапазоне от 8,35 до 8,6 Мэв с выраженным максимумом при 8,42 Мэв, а период полураспада составляет  $35 \pm 10$  сек. Несколько позже группа химиков в Дубне изучила поведение хлоридов элемента 103 и доказала его принадлежность к семейству актиноидов <sup>/5/</sup>.

Данные дубненских работ об изотопе  $^{256}_{103}$  были полностью подтверждены в Беркли /6/.

Вместе с тем в Дубне не были подтверждены выводы первой берклиевской работы о  $^{257}_{103}$ . В действительности этот изотоп, по-видимому, обладает свойствами, очень близкими к свойствам более легкого изотопа  $^{256}_{103}$ ; его период полураспада существенно больше 8 сек (очевидно, около 35 сек), а энергия  $\alpha$ -частиц также имеет сложный спектр с верхней границей вблизи 8,6 Мэв.

После опубликования результатов дубненских опытов Гиорсо еще раз проанализировал свои результаты /1/ и изменил их интерпретацию, не приводя никаких дополнительных экспериментальных доказательств. Он сообщил, что, вероятно, в опытах /1/ наблюдался не  $^{257}_{103}$ , а один из более тяжелых изотопов  $^{258}_{103}$  или  $^{259}_{103}$  /7/. Однако и с этой новой интерпретацией нельзя согласиться из-за целого ряда обстоятельств, существенно противоречащих экспериментальным данным /1/.

Рассмотрим совокупность наиболее вероятных ядерных реакций, протекающих при бомбардировке калифорниевой мишени сложного изотопного состава ионами  $^{11}_{\text{В}}$  и  $^{10}_{\text{В}}$ .

В таблице 1 указаны изотопный состав калифорниевой мишени, использованной в Беркли в 1961 году, и изотопы элемента 103, которые могут быть синтезированы при облучении этой мишени ионами  $^{11}_{\text{В}}$  и  $^{10}_{\text{В}}$  в различных ядерных реакциях, сопровождающихся испарением  $x$  нейтронов, где  $x = 1+8$ .

Таблица 1

Мишень ион	$^{252}_{\text{Cf}}$ (50,8)%		$^{251}_{\text{Cf}}$ (23,3)%		$^{250}_{\text{Cf}}$ (32,8)%		$^{249}_{\text{Cf}}$ (3,3)%	
	$^{11}_{\text{В}}$	$^{10}_{\text{В}}$	$^{11}_{\text{В}}$	$^{10}_{\text{В}}$	$^{11}_{\text{В}}$	$^{10}_{\text{В}}$	$^{11}_{\text{В}}$	$^{10}_{\text{В}}$
масса изотопа элемента 103								
259	4	3	3	2	2	1	1	0
258	5	4	4	3	1	2	2	1
257	6	5	5	4	4	3	3	2
256	7	6	6	5	5	4	4	3
255	8	7	7	6	6	5	5	4

Как уже отмечалось, изотопы  $^{256}_{103}$  и  $^{257}_{103}$  обладают резко отличными от указанных в работе 1961 года /1/ свойствами.

Недавно в Дубне проведены новые эксперименты, которые позволили установить свойства  $^{255}_{103}$ .

Синтез этого изотопа осуществлялся в ядерной реакции  $^{243}_{\text{Am}}(^{16}_{\text{O}}, 4n)^{255}_{103}$ . Использовался метод сбора атомов отдачи на фильтрах из газового потока, проходящего через фильтр /8/. Система пневматического привода позволяла быстро перемещать фильтр из положения "облучение" в положение "измерение" /9/. Облучение мишени пучком ионов  $^{16}_{\text{O}}$  проводилось непрерывно, а время пребывания фильтра - сборника в потоке газа когда накапливалась активность, и под детектором, регистрировавшим  $\alpha$ -распад собранных атомов, варьировалось с помощью специального автоматического устройства. Импульсы с двух детекторов  $\alpha$ -частиц после соответствующего усиления регистрировались многомерным анализатором. Зная время появления каждого импульса заданной амплитуды, можно было определить период полураспада  $\alpha$ -излучателей на сборнике. Для идентификации различных  $\alpha$ -радиоактивных продуктов изуча-

лись их функции возбуждения, а также выходы с различными коллиматорами /10/. Было показано, что  $\alpha$ -излучатель с  $E_\alpha = 8,38$  Мэв и  $T_{1/2} \approx 20$  сек ведет себя как продукт полного слияния  $^{16}\text{O}$  и  $^{243}\text{Am}$  с последующим испарением 4 нейтронов, т.е. как изотоп  $^{255}_{103}$ .

Таким образом, экспериментально было установлено, что и 3-й из возможных изотопов элемента 103 отличается от 8-секундного излучателя с  $E_\alpha = 8,6$  Мэв, зарегистрированного авторами работы 1961 г. /1/.

Что касается двух других более тяжелых изотопов с массовыми числами 258 и 259, то в принципе они могли быть синтезированы в опытах 1961 года. Однако закономерности их образования в ядерных реакциях с ионами бора должны существенно отличаться от экспериментальных данных, приведенных в оригинальной работе /1/.

В частности, если обратиться к функции возбуждения для образования  $\alpha$ -излучателя с характеристиками распада  $8+2$  сек и 8,6 Мэв, измеренной в 1961 году, то, как указывали авторы, она была очень широкой как на  $^{11}\text{B}$ , так и на  $^{10}\text{B}$ . В этом свете первоначальная интерпретация результатов, данная самими авторами /1/, представляется наиболее убедительной. Действительно изотоп  $^{257}_{103}$  может образоваться с ионами  $^{11}\text{B}$  за счет реакций с испарением 3-6 нейтронов на различных изотопах Cf, а в случае  $^{10}\text{B}$  - за счет испарения 2-5 нейтронов. Следует отметить, что реакции с испарением 4-5 нейтронов имеют максимальный выход, а функция возбуждения и в самом деле должна быть очень широкой.

С другой стороны, если перейти к изотопам  $^{258}_{103}$  и  $^{259}_{103}$ , то их синтез, в частности, с ионами  $^{10}\text{B}$  возможен лишь в ядерных реакциях на тяжелых изотопах калифорния с испарением только 3 или 4 нейтронов, например, в таких реакциях  $^{252}\text{Cf}(^{10}\text{B}, 3n)^{259}_{103}$  или  $^{252}\text{Cf}(^{10}\text{B}, 4n)^{258}_{103}$ . Таким образом, при использовании ускоренных пучков ионов  $^{10}\text{B}$  функция возбуждения не может быть широкой, пос-

кольку максимумы ядерных реакций ( $^{10}\text{B}, 3n$ ) и ( $^{10}\text{B}, 4n$ ) близки, а ширины функций возбуждения составляют всего 8-10 Мэв.

Кроме того содержание  $^{252}\text{Cf}$  в 2 раза превышает содержание соседнего изотопа  $^{251}\text{Cf}$  (а только на этих изотопах и возможен синтез  $^{258,259}_{103}$ ). Поэтому в основном должны проявляться реакции одного типа и функции возбуждения тем более должны быть узкими.

В итоге новая интерпретация /7/ прежних данных /1/ приходит в резкое противоречие с экспериментальными фактами.

Нужно еще заметить, что хорошо известный теперь изотоп  $^{256}_{103}$  должен был наблюдаться в берклиевских опытах с большим выходом. Однако в спектре  $\alpha$ -частиц (рис. 1), приведенном в оригинальной статье /1/, нельзя найти каких-либо указаний на регистрацию значительного количества  $\alpha$ -частиц с энергией от 8,35 до 8,6 Мэв с максимумом при 8,42 Мэв. Этот факт также представляется весьма удивительным. Кроме того, в работе 1961 года было указано, что в опытах,

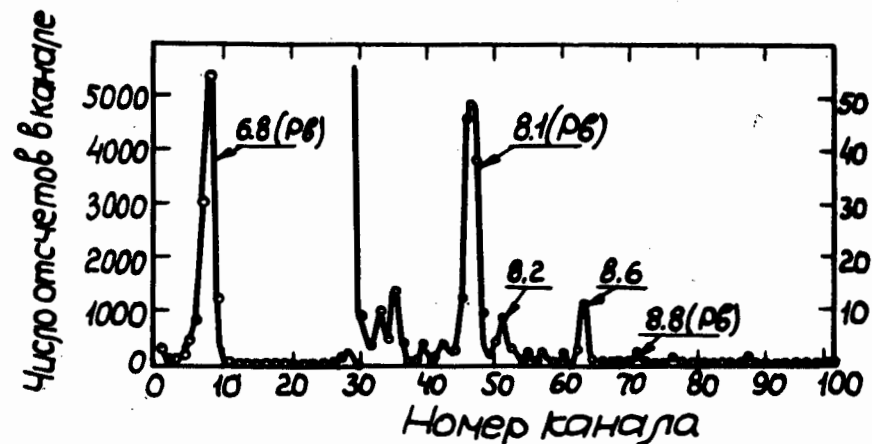


Рис.1. Cf+ $^{11}\text{B}$ . Альфа-спектр с первого детектора. Интегральный поток ионов равен 5,0 мка·час. Время цикла = 15 сек.

помимо  $^{257}_{103}$ , наблюдается изотоп  $^{255}_{102}$  с периодом полураспада около 15 сек и энергией  $\alpha$ -частиц 8,2 Мэв. В течение длительного времени эти данные об изотопе  $^{255}_{102}$  помещались во всех таблицах изотопов. В действительности оказалось, что его свойства совсем другие: период полураспада равен 3 мин., а энергия  $\alpha$ -частиц 8,09 Мэв <sup>/11/</sup>. Изотоп  $^{255}_{102}$ , вероятно, мог возникать при облучении калифорния ионами бора, однако, весь эффект от его  $\alpha$ -распада "тонул" в фоновой активности от примесей свинца в мишени (линия 8,1 Мэв на рис.1).

Из всего изложенного можно сделать следующие выводы:

1) Происхождение  $\alpha$ -излучателя с  $E_{\alpha} = 8,6$  Мэв и  $T_{1/2} = 8 \pm 2$  сек, обнаруженного в 1961 году в Беркли <sup>/1/</sup>, остается неясным. Многочисленные и тщательные эксперименты, проведенные в Дубне, по поиску изотопа элемента 103 с такими характеристиками  $\alpha$ -распада дали отрицательный результат. Вместе с тем в Дубне были найдены изотопы, которые должны возникать при облучении калифорния ионами  $^{10,11}_{\text{B}}$ , но по непонятным причинам не были зарегистрированы в опытах Гиорсо и др. <sup>/1/</sup>.

2) Авторы работы <sup>/1/</sup>, в которой был обнаружен и идентифицирован как изотоп  $^{257}_{103}$  новый  $\alpha$ -излучатель, отказались от своей первоначальной идентификации <sup>/7/</sup>. В настоящее время эти радиоактивные свойства ( $T_{1/2} = 8 \pm 2$  сек и  $E_{\alpha} = 8,6$  Мэв) приписываются ими одному из более тяжелых изотопов  $^{258}_{103}$  или  $^{259}_{103}$ , что противоречит экспериментальным фактам, указанным в опубликованной в 1961 году статье <sup>/1/</sup>.

3) Если все же исходить из крайне маловероятной гипотезы о том, что выходы продуктов реакций типа ( $^{10,11}_{\text{B}}, x\text{n}$ ) при малых  $x$  имеют другие соотношения на калифорниевой мишени, нежели на других мишенях, т.е. что закономерности образования изотопа элемента 103 с  $E_{\alpha} = 8,6$  Мэв и  $T_{1/2} = 8 \pm 2$  сек являются специфичными для использованной

в Беркли калифорниевой мишени, то авторам для доказательства факта синтеза изотопа элемента 103 необходимо провести дополнительные опыты на разделенных изотопах калифорния.

#### Л и т е р а т у р а

1. A.Ghiorso, T.Sikkeland, A.E.Larsh, R.M.Latimer, Phys.Rev. Letters, 6, 473 (1961).
2. Е.Д. Донец, В.А. Щеголев, В.А. Ермаков, Атомная энергия, 19, 109 (1965).
3. Г.Н. Флеров, Ю.С. Короткин, В.Л. Михеев, М.Б. Миллер, С.М. Поликанов, В.А. Щеголев.
4. Г.Н. Флеров, Г.Н. Акапьев, А.Г. Демин, В.А. Друин, Ю.В. Лобанов, Б.В. Фефилов. Ядерная физика, 7, 977 (1968).
5. Ю.Т. Чубурков, В.З. Белов, Р. Цалетка, М.Р. Шалаевский, И.Звара, Препринт ОИЯИ Д7-4085, Дубна, 1968.
6. A.Ghiorso, J.Maly, T.Sikkeland, R.J.Silva, Abstr., Symp. Macroscopic Studies of Actinides, San Francisco, Calif., April 1-5, 1968, N24.
7. A.Ghiorso. Private Communication in "table of Isotopes" by C.M.Lederer, J.M.Hollander, I.Perlman. Sixth Edition, J.Wiley & Sons, (1967).
8. В.А. Друин, Н.К. Скобелев, Г.Я. Сун-Цзин-Ян, Препринт ОИЯИ 13-3975, Дубна, 1968 г.
9. В.А. Друин. Природа, 11, 71 (1968).
10. В.А. Друин, Ю.В. Лобанов, Ю.П. Харитонов. Препринт ОИЯИ P7-4681, Дубна, 1969 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 октября 1969 года.