

СЗ41.2Г

3-14

22/1-66

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2470



Б.А. Загер, М.Б. Миллер, В.Л. Михеев,
С.М. Поликанов, А.М. Сухов,
Г.Н. Флеров, Л.П. Челноков

О СВОЙСТВАХ ИЗОТОПА 102^{254}

*Акт. Энергия, 1966, т 20, в 3,
с. 230-232.*

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

1965

P - 2470

Б.А. Загер, М.Б. Миллер, В.Л. Михеев,
С.М. Поликанов, А.М. Сухов,
Г.Н. Флеров, Л.П. Челноков

О СВОЙСТВАХ ИЗОТОПА 102^{254}

Направлено в АЭ

3890/1. 48.



В последнее время был проведен ряд оценок ожидаемых свойств еще не синтезированных тяжелых изотопов трансурановых элементов ^{/1-3/}. При проведении таких оценок приходится опираться на данные о свойствах уже известных ядер. В этой связи весьма существенно знание свойств различных изотопов элемента 102.

В 1958 году были опубликованы данные о свойствах изотопа $102^{254/4/}$. Так как сейчас появились новые методы исследования короткоживущих α -активных изотопов ^{/5/}, нами были предприняты опыты, целью которых являлось уточнение свойств изотопа 102^{254} .

Как известно, опыты по синтезу изотопа 102^{254} были проведены в 1958 году на линейном ускорителе тяжелых ионов в Беркли А. Гиорсо с сотрудниками ^{/4/}. Как было указано в этой работе ^{/4/}, а также в последующей ^{/8/}, изотоп 102^{254} образуется при облучении Sm^{249} (со-державшегося в количестве 4,5% в мишени из Sm^{244}) ионами C^{12} в результате реакции $\text{Sm}^{246} (\text{C}^{12}, 4n) 102^{254}$. На основании полученных в указанных работах результатов авторы высказали утверждение, что период полураспада изотопа 102^{254} составляет 3 сек, а энергия α -частиц, испускаемых при распаде этого изотопа, равна 8,3 Мэв.

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные, полученные в опытах на выведенном пучке 150-сантиметрового пиклотрона ОИЯИ при исследовании свойств изотопа 102^{254} , образующегося в реакции $\text{Am}^{243} (\text{N}^{15}, 4n) 102^{254}$. Для наблюдения α -распада изотопа 102^{254} была использована методика, аналогичная методике Макферлена и Гриффioenна ^{/5,7/}. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Сущность методики состоит в том, что ядра образующихся в реакции изотопов, выбиваемые из мишени Am^{243} толщиной 0,4 мг/см², нанесенной на подложку из алюминиевой фольги, тормозятся в гелии, после чего направленной струей газа, выходящей из небольшого отверстия в объеме с мишенью, переносятся на металлический сборник, который периодически перемещается к кремниевому поверхностно-барьерному детектору, регистрирующему α -частицы. Используемый в опытах многомерный анализатор редких событий, являющийся усовершенствованным вариантом описанного в работе ^{/8/}, позволял проводить время-амплитудный анализ импульсов одновременно с двух детекторов.

Основная часть опытов по синтезу изотопа 102^{254} проводилась при энергии ионов N^{15} 82–84 Мэв. Согласно расчетам, эта энергия соответствует максимуму реакции $Am^{243}(N^{15}, 4n)102^{254}$. Чтобы проверить это, мы провели опыты по синтезу достаточно хорошо изученного изотопа Fm^{248} /4,8/ в реакции $Np^{237}(N^{15}, 4n)Fm^{248}$. Поперечное сечение этой реакции в максимуме при энергии ионов N^{15} 78 ± 2 Мэв, что хорошо совпадает с расчетом, оказалось около $2 \cdot 10^{-31}$ см². Идентификация изотопа Fm^{248} проводилась по энергии α -частиц (7,8 Мэв) и периоду полураспада (36 сек), а в дальнейших опытах и по наблюдению α -распада дочерних продуктов.

На рис. 2 представлен типичный спектр α -частиц, полученный во время одного из облучений Am^{243} ионами N^{15} , при котором цикл накопления активности на сборниках, равный циклу обсчета активности полупроводниковым детектором, составлял 13 сек. Видно, что имеет место образование какого-то изотопа, испускающего α -частицы с энергией 8,4 Мэв. Однако период полураспада этой активности по крайней мере на порядок больше 3 сек, а сечение образования составляет, если относить его к Am^{243} , не более $1 \cdot 10^{-32}$ см².

Согласно нашим данным, единственной группой α -частиц, которую мы могли бы связать с распадом изотопа 102^{254} , является группа α -частиц с энергией $8,10 \pm 0,05$ Мэв. Сечение образования изотопа, испускающего α -частицы с энергией 8,10 Мэв и периодом полураспада 30–40 сек, составляет $\approx 1 \cdot 10^{-31}$ см², однако не исключено, что частично эта группа α -частиц связана с распадом изотопа Fm^{248} /9/, образующегося при взаимодействии N^{15} с возможными примесями свинца в мишени. Последнее обстоятельство вызывает некоторые сложности в уточнении периода полураспада 102^{254} .

Для подтверждения того, что мы, действительно, имеем дело с изотопом 102^{254} , были поставлены специальные опыты по исследованию α -распада ядер, образующихся после α -распада первичных изотопов. Схема опыта ясна из рис. 1. Часть продуктов α -распада ядер, находящихся на сборниках, за счет отдачи при α -распаде попадает на поверхность полупроводникового детектора, который, таким образом, является сборником дочерних продуктов. После облучения в течение одного часа, при котором циклы нахождения сборников под струей газа, выносящей атомы отдачи, и под детектором соответствовали периоду полураспада первичных продуктов, между сборниками и детекторами помещались экраны, исключающие попадание в детекторы α -частиц от распада первичных ядер на сборниках. Изучение в последующие 1,5 часа α -спектров ядер, находящихся на детекторах, дает представление об α -спектрах дочерних продуктов.

Исследования показали, что в спектре дочерних продуктов присутствует группа α -частиц с энергией $7,45 \pm 0,05$ Мэв, а период полураспада изотопа, испускающего эти α -частицы, близок к 30 мин., что хорошо согласуется с данными о свойствах

$Fm^{250/10/}$, который образуется при распаде 102^{254} . Распределение Fm^{250} на двух детекторах, разделенных при накоплении вторичных продуктов временными интервалами от 26 до 200 сек, показывает, что время жизни первичного продукта (102^{254}) значительно больше 3 сек.

По интенсивности выход Fm^{250} среди дочерних продуктов соответствует выходу первичной α -активности с энергией $8,10 \pm 0,05$ Мэв и не может быть объяснен только распадом изотопа, испускающего в первичных продуктах α -частицы с энергией больше, чем 8,10 Мэв. В контрольных опытах по облучению этой же самой мишени Am^{243} ионами N^{14} в интервале энергий 80–90 Мэв выход излучателя с энергией α -частиц $8,10 \pm 0,05$ Мэв существенно упал, а α -активность с энергией 7,45 Мэв в спектре дочерних продуктов отсутствовала. Это указывает на то, что загрязнениями мишени можно объяснить лишь часть наблюдавшегося эффекта. Таким образом, полученные нами экспериментальные данные находятся в противоречии с данными А. Гиорсо и др.^{/4,6/} о свойствах изотопа 102^{254} ($T_{1/2} = 3$ сек, $E_{\alpha} = 8,3$ Мэв). Согласно нашим данным, период полураспада изотопа 102^{254} лежит в интервале от 20 до 50 сек, а энергия α -частиц равна $8,10 \pm 0,05$ Мэв. Полученные нами данные о свойствах изотопа 102^{254} находятся в достаточно хорошем согласии с результатами работы^{/11/}, в которой период полураспада 102^{254} тщательно исследовался по дочерним ядрам химически выделенного Fm^{250} .

В связи с тем, что данные о свойствах изотопа 102^{254} важны для предсказания свойств новых изотопов трансурановых элементов, нам представляются необходимыми дальнейшие исследования свойств этого изотопа.

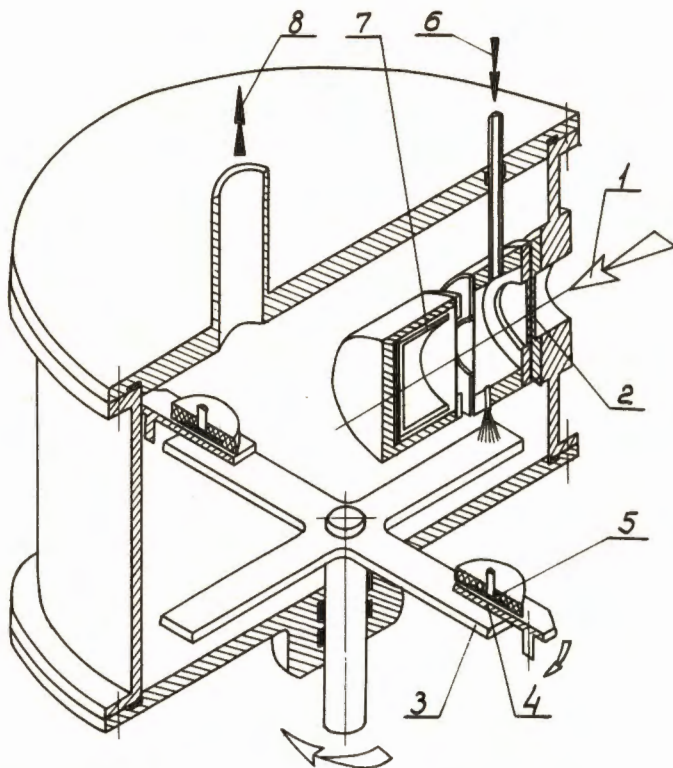
В заключение мы считаем своим приятным долгом поблагодарить коллектив ускорителя во главе с А.Ф. Линевым, И.А. Шелаевым и В.С. Алфеевым за обеспечение четкой работы циклотрона, К.А. Гаврилова за изготовление устойчивых под высокоинтенсивными пучками мишеней и В.А. Чугреева за проведение конструкторских работ. Нам также очень приятно поблагодарить доктора физико-математических наук И.Г. Гвердцители, предоставившего в наше распоряжение изотоп N^{15} , и В.И. Кузнецова, А.Г.Смирнова—Аверина и А.Г. Козлова, обеспечивших получение Am^{243} для мишеней. Авторы благодарят также за помощь в экспериментах А.Г. Белова, В.И. Илюшенко и В.М. Николаева.

Л и т е р а т у р а

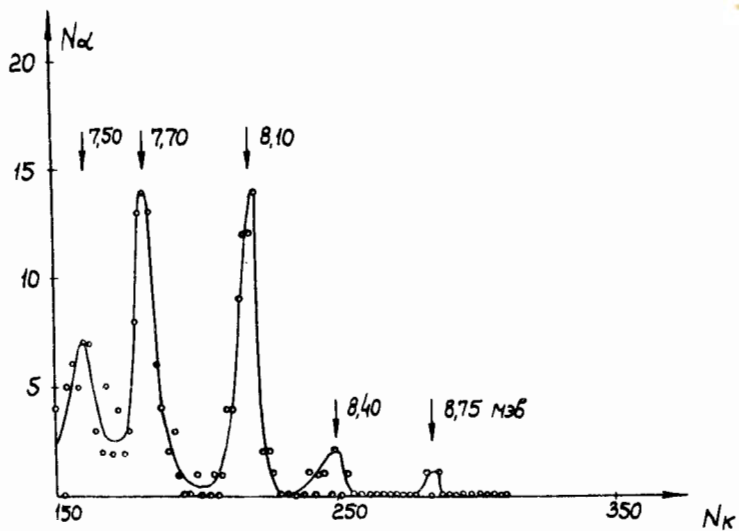
1. V.E.Viola, G.T.Seaborg, Nuclear Systematics of the Heavy Elements, I, Energetics and masses (в печати).
2. V.E.Viola, G.T.Seaborg, Nuclear Systematics of the Heavy Elements, II, Lifetimes for alpha, beta and Spontaneous Fission Decay (в печати).
3. V.E.Viola, B.D.Wilkins, Fission Barriers and Halfives of the Trans-Radium elements (в печати).

4. A.Ghiorso, T.Sikkeland, J.R.Walton, G.T.Seaborg. Phys. Rev.Lett., 1, № 1, 18 (1958).
5. R.D.Macfarlane, R.D.Griffioen. Nucl. Instrum. and Methods, 24, 461 (1963).
6. А. Гюрсо. Атомная энергия, 7, в. 4, 338 (1959).
7. В.Л. Михеев. Преприят ОИЯИ, 2281, Дубна, 1965.
8. Э.Г. Имаев, Б.В. Фефилов, Л.П. Челноков. Преприят ОИЯИ, 2355, Дубна, 1965.
9. R.D.Griffioen, R.D.Macfarlane. Phys.Rev., 133, 6B, B1373 (1964).
10. D.Strominger, J.M.Hollander, G.T.Seaborg. Rev. Mod. Phys., 30, № 2, Ц, 585 (1958).
11. Е.Д. Донец, В.А. Шеголев, В.А. Ермаков. Преприят ОИЯИ,Р-2471, Дубна, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 ноября 1965 г.



Р и с. 1. Схема экспериментальной установки. 1 - пучок ионов; 2 - кассета с мишенью; 3 - сборник атомов отдачи, который периодически поворачивается на 90° ; 4 - подвижный экран, вводимый дистанционно между сборником и полупроводниковым детектором 5 на время регистрации α -распада дочерних ядер; 6 - трубка для подачи гелия под давлением 0,5 - 1 атм в объем с мишенью; 7 - цилиндр Фарадея, 8 - трубопровод для откачки гелия, выходящего из отверстия диаметром 0,5 мм в объеме с мишенью. Давление гелия в области расположения полупроводниковых детекторов составляет 1-3 тор.



Р и с. 2. Участок α -спектра в интервале от 7,5 до 9,5 Мэв, полученный при облучении Am^{243} ионами N^{15} с энергией 83 Мэв. Цикл накопления активности на сборнике равен циклу обсчета этой активности детектором и составляет 13 сек.