

НОВЫЕ ТЯЖЁЛЫЕ ЯДРА. ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОТОПОВ 99-ГО И 100-ГО ЭЛЕМЕНТОВ

Несмотря на то, что в популярной литературе уже давно говорится о получении искусственным путём изотопов 99-го и 100-го элементов, первые, пока ещё предварительные, сообщения в научных журналах опубликованы только в 1954 г.^{1, 2, 3, 4}. Получение новых тяжёлых ядер производилось двумя методами, применёнными впервые.

1. Развивая технику ускорения многозарядных тяжёлых ионов в 60-дюймовом циклотроне, удалось разработать методы ускорения шестизарядных ионов азота — $N^{14}(+6)$ ⁵. Была использована практика ускорения углеродных ионов — $C^{12}(+6)$ и получен ток ионов азота — $N^{14}(+6)$ с силой, достигающей 0,1 микроямпера, при энергии азотных ионов более 100 Мэв. Этим током азотных ионов был бомбардирован U^{238} .

Продукты, полученные в результате бомбардировки, были идентифицированы по порядковым номерам осаждением фтористым лантаном в колонне ионного обмена. В результате были найдены изотопы транскурриевых элементов: берклия, калифорния и 99-го элемента, приведённые в таблице I.

Таблица I
Ядра, полученные из U^{238} бомбардировкой ионами N^{14}

Ядро	Период полураспада	Излучение	Энергия альфа-частиц (Мэв)	Примечания
$99^{247} (?)$	7,3 мин.	Э3 (?), α	7,35	
99^{246}	минуты	Э3		Наблюдалась только по росту дочернего 1,5-дневного Cf^{246}
Cf^{244}	43 мин.	α , Э3 (?)	7,15	
Cf^{246}	35,7 часа	α	6,75	
$Cf^{247} (?)$	$\sim 2,7$ часа	Э3		
Cf^{248}	225 дн.	α	6,26	
Bk^{243}	4,6 часа	Э3, α	6,72 (30%) 6,55 (53%) 6,20 (17%)	
Bk	дни	Э3		Наблюдались К-рентгеновские лучи, возможно неразделённой смеси Bk^{245} и Bk^{246}

Количество полученных транскурриевых изотопов было очень малым, несмотря на сравнительно большой ток азотных ионов. В трёх отдельных опытах из 40 альфа-радиоактивных атомов каждый раз 7,3-минутный изотоп 99-го элемента наблюдался распадающимся в колонне ионного обмена непосредственно перед калифорием, т. е. в положении эка-холмия. Таким образом, порядковый номер 99-го элемента можно считать определённым точно. Массовое число его было оценено по систематике альфа-радиоактивных изотопов в 6.

После бомбардировки U^{238} азотными ионами было найдено большое число продуктов деления, в количестве значительно большем, чем после бомбардировки ионами углерода.

Отсюда можно заключить, что ядра, полученные в результате реакции U^{238} с изотопом N^{14} , больше способны делиться, чем ядра, полученные при реакции U^{238} с C^{12} .

2. Второй метод^{4, 5} для получения транскурриевых изотопов представлял собою бомбардировку нейтронами изотопа Pu^{239} . Бомбардировка производилась в реакторе для испытания материалов. При этом способе можно было получать исключительно изотопы, содержащие избыток нейтронов по сравнению с бета-устойчивыми изотопами. Результаты реакции

с нейтронами идентифицировались по месту их осаждения в колонне ионного обмена и приводятся в таблице II.

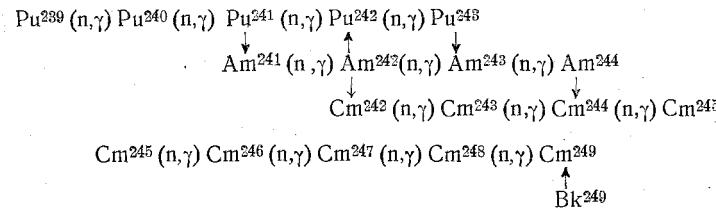
Определение порядковых номеров всех полученных изотопов, приведенных в таблице II, следует считать вполне верным, включая 99-й и 100-й элементы.

Таблица II

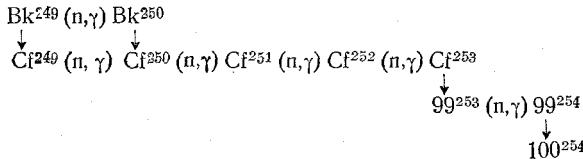
Ядра, полученные из Pu^{239} и Cf^{252}
бомбардировкой нейтронами в реакторе

Ядро	Период полураспада	Излучение	Энергия частиц ($M\text{эв}$)
100^{254}	~ 3 часа	α	7,2
99^{253}	около 30 д.	α	6,6
Cf^{248}	годы	α	6,15
Cf^{249}	десятки лет	α	6,05
Cf^{250}	сотни лет	α	5,8
$\text{Bk}^{249}(?)$	более едели	β^-	мягкие

Массовые числа определены по предполагаемому ходу ядерных реакций и по систематике альфа-радиоактивных ядер⁶. Процесс получения трансюриевых изотопов представляет собой последовательные захваты нейтронов и негатронный распад. Можно предположить, что цепь реакций, приводящая к получению Bk^{249} из Pu^{239} , имеет следующий вид:



Ссылкой на неопубликованную работу в сообщении указывается, что Cm^{247} является β -устойчивым, в то время как среди изотопов Bk нет совсем β -устойчивых. Таким образом, возможная цепь реакций, приводящая к получению изотопа 99^{253} и изотопа 100^{254} , может иметь вид:



Периоды полураспада для большинства изотопов, приведённых в таблице II, найдены грубо по систематике альфа-радиоактивности⁶, иногда с точностью до коэффициента 10.

В примечаниях ко всем реферируемым работам указывается о существовании многих неопубликованных работ, проведённых в других лабораториях и тоже относящихся к получению изотопов 99-го и 100-го элементов.

Последние сообщения^{7, 8} приводят данные об изотопах 99-го и 100-го элементов, полученные в других лабораториях. Изотопы получены облучением плутония тепловыми нейтронами в реакторе для испытания материалов реакций, приведённой выше. Элементы разделялись в колонне ионного обмена. Фракция, содержащая 99-й элемент, подверглась дополнительному четырёхдневному облучению. Таким образом получены: изотоп 99^{253} с периодом полураспада $19,3 \pm 0,3$ дня, с альфа-частицами с энергией $6,61 \pm 0,01$ Мэв и изотоп 100^{254} с периодом полураспада $3,3 \pm 0,2$ часа, с альфа-частицами с энергией $7,17 \pm 0,01$ Мэв, соответствующими предыдущим работам. В работах^{7, 8} производились также грубые измерения периода для спонтанного деления вновь открытых изотопов, причём оказалось, что изотоп 99^{253} имеет период для спонтанного деления $> 10^5$ лет, а $100^{254} - 220 \pm 40$ дней. Это показывает, что в соответствии с существующими теориями вероятность спонтанного деления быстро растёт с порядковым номером.

B. K.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Ghiorso, G. Rossi, B. Harvey and S. Thompson, Phys. Rev. **93**, 257 (1954).
2. Nature **173**, 290 (1954).
3. S. Thompson, A. Ghiorso, B. Harvey and G. Choppin, Phys. Rev. **93**, 908 (1954).
4. B. Harvey, S. Thompson, A. Ghiorso and G. Choppin, Phys. Rev. **93**, 1129 (1954).
5. G. Rossi, W. Jones, J. Hollander and J. Hamilton, Phys. Rev. **93**, 256 (1954).
6. И. Перлман, А. Гиорсо и Г. Сиборг, УФН **47**, 220 (1954).
7. M. Studier, P. Fields, H. Diamond, J. Mech, H. Friedman, P. Sellers, G. Pyle, C. Stevens, L. Magnusson and J. Huizinga, Phys. Rev. **93**, 1428 (1954).
8. P. Fields, M. Studier, J. Mech, H. Diamond, H. Friedman, L. Magnusson and J. Huizinga, Phys. Rev. **94**, 209 (1954).