

СЗ41.2Г
3-177

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

4/IX-64

P-1724



Н.Г. Зайцева, В.В. Кузнецов, М.Я. Кузнецова,
Ма Хо Ик, Г. Музиоль, Хань Шу-жунь,
Чжоу Мо-лун, В.Г. Чумин

НОВЫЕ НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫЕ
ИЗОТОПЫ ЦИРКОНИЯ

ЯЯ, 1965, т 1, в 3, стр 385-388

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1964

P-1724

Н.Г. Зайцева, В.В. Кузнецов, М.Я. Кузнецова,
Ма Хо Их, Г. Музиоль, Хань Шу-жунь,
Чжоу Мо-лун, В.Г. Чумин

НОВЫЕ НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫЕ
ИЗОТОПЫ ЦИРКОНИЯ

Направлено в ЖЭТФ

2613/1 м.



До последнего времени были известны радиоактивные изотопы циркония с $A \geq 85$ /1,2/. Настоящая работа посвящена поискам новых, более легких, нейтрондефицитных изотопов циркония.

Экспериментальная часть

Нейтрондефицитные изотопы циркония получались при облучении окиси иттрия протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне ОИИИ. Время облучения изменялось от 10 до 20 мин. Радиохимически чистый цирконий выделялся из смеси продуктов расщепления экстракцией 0,5 М раствором теноилтрифторацетона в ксилоле из 2 М по HNO_3 раствора. Органический слой промывался несколько раз 1М HNO_3 , и цирконий затем реэкстрагировался раствором 0,25 М HNO_3 - 0,25 М HF /3/. Спустя 30 мин после конца облучения из препарата циркония через определенные интервалы времени проводилась выделение дочерних изотопов иттрия. Первые четыре-шесть осадений UF_6 проводились с интервалом 5-6 минут, далее интервалы увеличивались до 10, 20, 40 минут. Кроме того, в нескольких опытах последующие интервалы накопления были равны 2 и 8 часам.

В ряде опытов из полученных дочерних препаратов иттрия однократно выделялись дочерние изотопы стронция и рубидия в виде SrCO_3 и тетрафенилбората рубидия $\text{Rb}[\text{B}(\text{C}_6\text{H}_5)_4]^{1/4}$.

Химический выход иттрия, стронция и рубидия определялся весовым методом.

Измерения активности полученных препаратов дочернего иттрия проводились на сцинтилляционном γ -спектрометре с кристаллом $\text{NaI}(\text{Jl})$ размером 50x70 мм и 100-канальным амплитудным анализатором производства Центрального института ядерной физики (ЦИЯФ, Россендорф, ГДР).

Измерения активности препаратов стронция и рубидия, а в некоторых опытах также и иттрия, проводились с помощью торцевого счетчика типа МСТ-17.

Результаты измерений

Определение периодов полураспада нейтрондефицитных изотопов циркония проводилось по генетической связи с изотопами стронция, иттрия и рубидия.

На рис. 1 представлен γ -спектр дочернего препарата иттрия. Стрелками показаны области спектра, которые прослеживались по периоду полураспада и анализировались. Отдельные примеры проводимого анализа представлены на рис. 2 и 3. На рис. 2 приведена кривая разложения спада интенсивности γ -лучей в области энергий 800 кэв. На рис. 3 показаны кривые распада материнских изотопов циркония, построенные по спаду интенсивности γ -лучей (в энергетической области 800 кэв) иттриевой фракции, выделяемой из циркония с интервалом времени 6 мин. Результаты анализа для всех исследованных энергетических областей γ -спектра иттриевой фракции приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Область γ -спектра (кэв)	Наблюдаемые периоды полураспада в препаратах иттрия, 10^3 сек	Идентификация изотопов иттрия	Периоды полураспада материнских изотопов циркония, 10^3 сек	Идентификация изотопов циркония
1	2	3	4	5
390	50,40	$Y^{87m}/s/x)$	5,70 \pm 0,90	Zr^{87}
	284,40 \pm 7,20	Y^{87}	5,46 \pm 0,78	Zr^{87}
511	3,00 \pm 0,60	$Y^{84}/6,7/$	0,72 \pm 0,24	Zr^{84}
	15,12 \pm 2,88	$Y^{85}/8/$	0,78 \pm 0,24	Zr^{85}
		(сумма двух изомеров с $T_{1/2}=10,8 \cdot 10^3$ сек и $18,0 \cdot 10^3$ сек)	и 5,04 \pm 1,02	
	313,20 \pm 46,80	Y^{87}	7,14 \pm 1,80	Zr^{87}
670	0,60 \pm 0,06	$Y^{82}, Y^{83}/7/$	0,78 \pm 0,06	Zr^{82}, Zr^{83}
	2,76 \pm 0,24	Y^{84}	0,66 \pm 0,06	Zr^{84}
	13,32 \pm 1,08	Y^{85}	1,08 \pm 0,24	Zr^{85}
	\approx 108,0	-	1,44 \pm 0,06	-
800	0,60 \pm 0,06	Y^{82}, Y^{83}	0,84 \pm 0,06	Zr^{82}, Zr^{83}
	2,46 \pm 0,30	Y^{84}	0,96 \pm 0,12	Zr^{84}
	15,12 \pm 1,44	Y^{85}	1,14 \pm 0,24	Zr^{85}
	\approx 108,0	-	1,26 \pm 0,06	-
1000	0,54 \pm 0,06	Y^{82}, Y^{83}	0,60	Zr^{82}, Zr^{83}
	2,58 \pm 0,48	Y^{84}	0,72 \pm 0,12	Zr^{84}
	9,0	Y^{85}	\leq 0,84	Zr^{85}
	\approx 108,0	-	1,28 \pm 0,06	-

x) В скобках приведены ссылки на литературу.

1	2	3	4	5
1100	2,34±0,36	Y ⁸⁴	0,96 ± 0,18	Zr ⁸⁴
	12,6	Y ⁸⁵	0,96 ± 0,24	Zr ⁸⁵
	~108,0	-	1,20 ± 0,12	-
1280	~ 2,4	Y ⁸⁴	1,20 ± 0,06	Zr ⁸⁴
	~ 108,0	-	1,08 ± 0,08	-
1450	1,80±0,42	Y ⁸⁴	1,20 ± 0,24	Zr ⁸⁴
	11,52±0,72	Y ⁸⁵	1,32	Zr ⁸⁵
	~ 108,0	-	1,32 ± 0,42	-

В области энергий 1640 и 1820 кэв было трудно провести анализ данных из-за небольшой активности препарата иттрия. Однако в первых двух образцах иттрия, выделенных с интервалом в 5 минут, наблюдались периоды полураспада 0,6 и 2,4 ксек, а также более долгоживущая активность.

Активность, распадающаяся с периодом полураспада около 108 ксек, по абсолютному значению очень мала, что затрудняло ее анализ. Возможно, она принадлежит Sr⁸³ ($T_{1/2} = 122,4 \cdot 10^3$ сек).

В таблице 2 приведены результаты анализа измерений активности препаратов иттрия, стронция и рубидия на торцевом счетчике.

В препаратах иттрия наблюдались также более короткие периоды, определение которых затруднялось на уровне больших активностей долгоживущих изотопов.

Наблюдаемый в препарате стронция период полураспада, равный 216-288 ксек, трудно приписать какому-либо изотопу стронция.

Т а б л и ц а 2

Фракция	Наблюдаемый период полураспада (10^3 сек)	Идентификация изотопов	Период полураспада материнских изотопов циркония 10^3 сек	Идентификация изотопов циркония
Y	10,8 - 19,8	Y ⁸⁵	1,2 и 6,0	Zr ⁸⁵
	50,4	(сумма 2-х изомеров) Y ^{87m} , Y ⁸⁶	4,8 и 54,0	Zr ⁸⁷ , Zr ⁸⁶
	288,0	Y ⁸⁷	4,8	Zr ⁸⁷
Sr	~ 1,2	Sr ⁸¹	~ 0,42	Zr ⁸¹
	9,7	Sr ^{87m}	~ 4,8	Zr ⁸⁷
	~ 128,0	Sr ⁸³	0,3 - 0,6	Zr ⁸³
	216-288	-	-	-
	2160	Sr ⁸²	0,36	Zr ⁸²
Rb	16,2	Rb ⁸¹	0,9	Zr ⁸¹

Путем сопоставления результатов, полученных с помощью сцинтилляционного γ -спектрометра и на счетчике Гейгера-Мюллера (табл. 1 и 2), были определены значения периодов полураспада нейтронодефицитных изотопов циркония, которые приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Изотоп циркония	Период полураспада 10^3 сек	Идентификация по изотопам	$T_{1/2}$ изотопов циркония, известные в литературе, 10^3 сек
Zr ⁸¹	0,42 ± 0,9	Sr ⁸¹ , Rb ⁸¹	-
Zr ⁸²	0,57 ± 0,21	Y ⁸² , Sr ⁸²	-
Zr ⁸³	0,3 ± 0,8	Sr ⁸³	-
Zr ⁸⁴	0,96 ± 0,24	Y ⁸⁴	-
Zr ⁸⁵	0,90 ± 0,24 и 5,04 ± 1,02	Y ⁸⁵ (сумма двух изомеров)	0,36 ^{/2/}
Zr ⁸⁶	54,0	Y ⁸⁶	61,2 ^{/1/}
Zr ⁸⁷	5,46 ± 0,96	Y ⁸⁷ , Y ^{87m} , Sr ^{87m}	5,64 ^{/1/}

Ошибки значений периодов полураспада, приведенные в таблице 3, являются среднеарифметическими измерений на сцинтилляционном γ -спектрометре.

В заключение авторы выражают благодарность К.Я.К.Громову и В.А.Халкину за интерес к работе и полезные замечания.

Л и т е р а т у р а

1. D.Strominger, J.M.Hollander, G.T.Seaborg, Rev.Mod.Phys. 30, 2, 11, 663, 1958.
2. F.D.S.Butement, G.B.Briscol, J.Inorg. Nucl. Chem. 25, 2, 151, 1963.
3. F.L.Moore. Analyt. Chem. 28, 6, 997, 1956.
4. Э.Ю.Янсон, А.Ф.Иевиньш. Успехи химии, 28, 8, 980, 1959.
5. D.Strominger, J.M.Hollander, G.T.Seaborg. Rev. Mod. Phys. 30, 2, 11, 661,
6. T.Yamazaki, H.Ohnuma, Y.Hashimoto, M.Fujioka, E.Takekoshi, A.Hashizume.^{1958.}
J.Phys. Soc. Japan, 17, 8, 1223, 1962.
7. V.Maxia, W.H.Kelly, D.J.Horen. J.Inorg. Nucl. Chem. 24, Dec, 1175, 1962.
8. J.Dostrovsky, S.Katcoff, R.W.Stoenner. Phys. Rev. 132, 6, 2600, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 июня 1964 г.

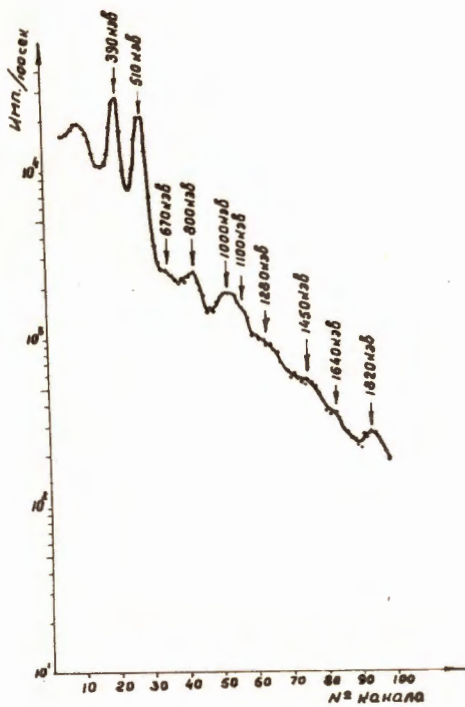


Рис. 1. γ -спектр препарата иттрия, выделенного из циркония.

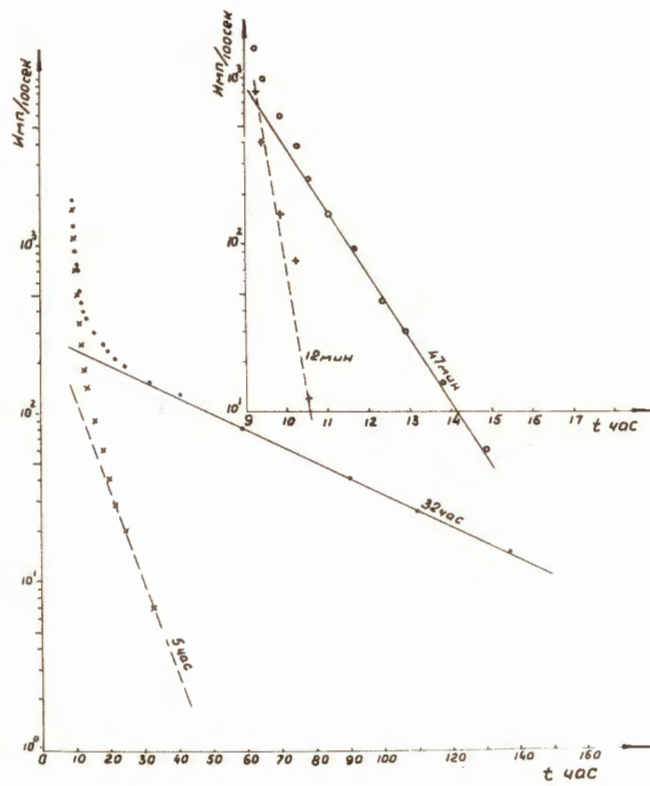


Рис. 2. Разложение кривой спада интенсивности γ -лучей в области энергий 800 кэв.

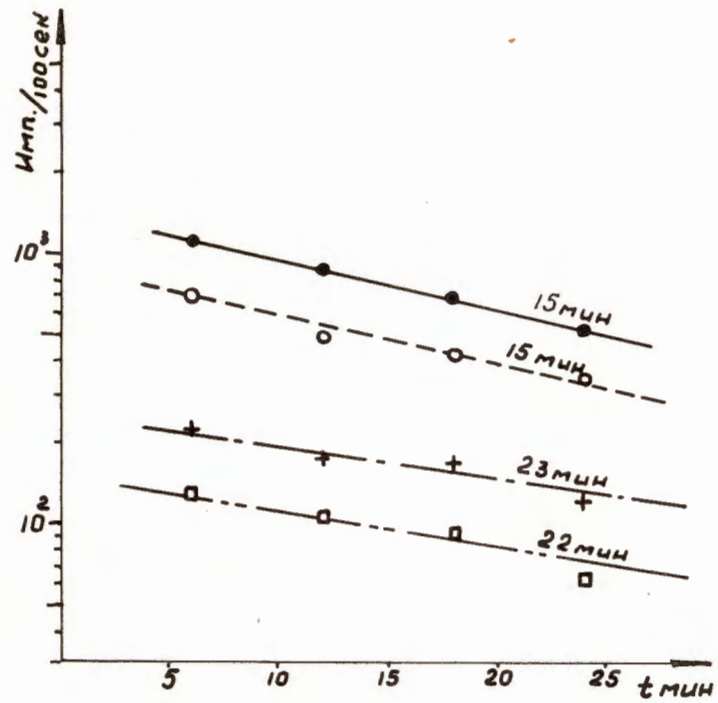


Рис. 3. Кривые распада материнских изотопов циркония, построенные по спаду интенсивности γ -лучей иттрия.

- для иттрия с $T_{1/2} = 0,72$ ксек
- для иттрия с $T_{1/2} = 2,82$ ксек
- для иттрия с $T_{1/2} = 18,0$ ксек
- для иттрия с $T_{1/2} = 115,2$ ксек