

Относительные выходы изотопов Хе при фотоделении ^{237}Np и ^{235}U

Делящееся ядро	Максимальная энергия тормозного излучения, МэВ	Изотопный состав, %			
		^{131}Xe	^{132}Xe	^{134}Xe	^{136}Xe
^{237}Np	20	$21,50 \pm 0,60$	$23,00 \pm 0,70$	$29,10 \pm 0,50$	$26,40 \pm 0,40$
^{237}Np	15	$19,70 \pm 1,20$	$21,40 \pm 1,50$	$31,80 \pm 1,40$	$27,10 \pm 0,90$
^{235}U	20	$20,00 \pm 0,20$	$24,20 \pm 0,30$	$28,50 \pm 0,20$	$27,30 \pm 0,20$

тормозным излучением. Облучение проводилось на бетатроне Б-30 Ленинградского технологического института. Мишени из двуокиси нептуния и закиси-окиси урана в виде прессованных таблеток массой 1 г помещались для увеличения поглощаемой дозы вблизи орбиты ускоренных электронов в устройстве, описанном в работе [6]. За время облучения 40–50 ч суммарное количество ксенона, образовавшегося при делении, составляло около 10^{-9} см³. После двухмесячной выдержки благородные газы извлекались из мишени термическим способом в кварцевой вакуумной системе. Очистка газов осуществлялась общепринятым методом [7].

Измеренные спектры осколочного ксенона при фотоделении ^{237}Np и ^{235}U представлены в таблице. Полученные данные указывают на наличие тонкой структуры кривой выходов осколков с пиком при массе 134. Заметна также и энергетическая зависимость при делении ^{237}Np . Так, выход осколков с $A = 134$ уменьшается, а выход осколков с $A = 131$ увеличивается при возрастании энергии возбуждения делящегося ядра.

Поступило в Редакцию 28/X 1975 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wanless R., Thode H. «Canad. J. Phys.», 1955, v. 33, p. 541.
2. Wiles D., Petruska J., Tomlinson R. «Canad. J. Chem.», 1956, v. 34, p. 227.
3. Петржак К. А. и др. «Ядерная физика», 1971, т. 14, с. 950.
4. Meason I., Kuroda R. «Phys. Rev.», 1966, v. 142, p. 691.
5. Richter H., Koryel C. «Phys. Rev.», 1954, v. 95, p. 1550.
6. Кондратько М. Я., Никотин О. П., Петржак К. А. «Атомная энергия», 1969, т. 27, вып. 6, с. 544.
7. Петржак К. А., Теплых В. Ф., Паньян М. Г. «Ядерная физика», 1970, т. 11, с. 1178.

УДК 539.173.4

Измерение $\alpha(E) = \sigma_c(E) / \sigma_f(E)$ для ^{239}Pu в области энергий нейтронов от 0,007 Эв до 12 кЭв

РЯБОВ Ю. В.

Подробная информация об энергетической зависимости отношения сечений радиационного захвата и деления α в широкой области энергий представляет значительный интерес для реакторной физики.

В настоящей работе одним методом проведения относительные измерения $\alpha(E)$ для ^{239}Pu в энергетической области 0,007 эВ — 12 кЭв.

Детектором делений и радиационных захватов служил кристалл стиблена диаметром и высотой 70 мм и ФЭУ-82. Мгновенные нейтроны деления (f -канал) регистрировались по протонам отдачи с дискриминацией γ -фона по времени высвечивания [1]. Энергетический порог регистрации нейтронов составлял $\sim 0,9$ МэВ при подавлении γ -квантов $\sim 3 \cdot 10^{-4}$. Порог регистрации γ -квантов деления и радиационного захвата (γ -канал) устанавливался на уровне $\sim 0,5$ МэВ. Детектор находился в защите из В₄С и РЬ толщиной 15 см. Входное окно кристалла закрывалось от рассеянных резонансных нейтронов пучка фильтром из ^{10}B (2,5 см), а от

естественной γ -активности образца и γ -квантов от захвата рассеянных нейтронов бором — свинцом (0,5 см). Металлический образец ^{239}Pu , содержащий 1,75% ^{240}Pu , располагался под углом 45° в тщательно коллимированном пучке нейтронов. Поверхностная плотность образца $2,13 \cdot 10^{21}$ ядер/см². Чтобы в одном эксперименте провести измерения методом времени пролета в таком широком диапазоне энергии нейтронов на протонном расстоянии $L = 251,6$ м, необходимо было использовать импульсный быстрый реактор ОИЯИ в режиме редких импульсов (1 имп за 3,8 с) и средней мощности 10 кВт. Информация накапливалась двумя 4096-канальными анализаторами с шириной каналов 16 (первая тысяча) и 64 мкс. Достигнутое номинальное разрешение 230 нс/м. Использование сцинтиляционного детектора малого объема и нейтронного источника редких импульсов с большой импульсной мощностью позволило провести измерения с очень низким для выбранной методики постоянным фоном ($< 1\%$ отсчета в канале в обоих

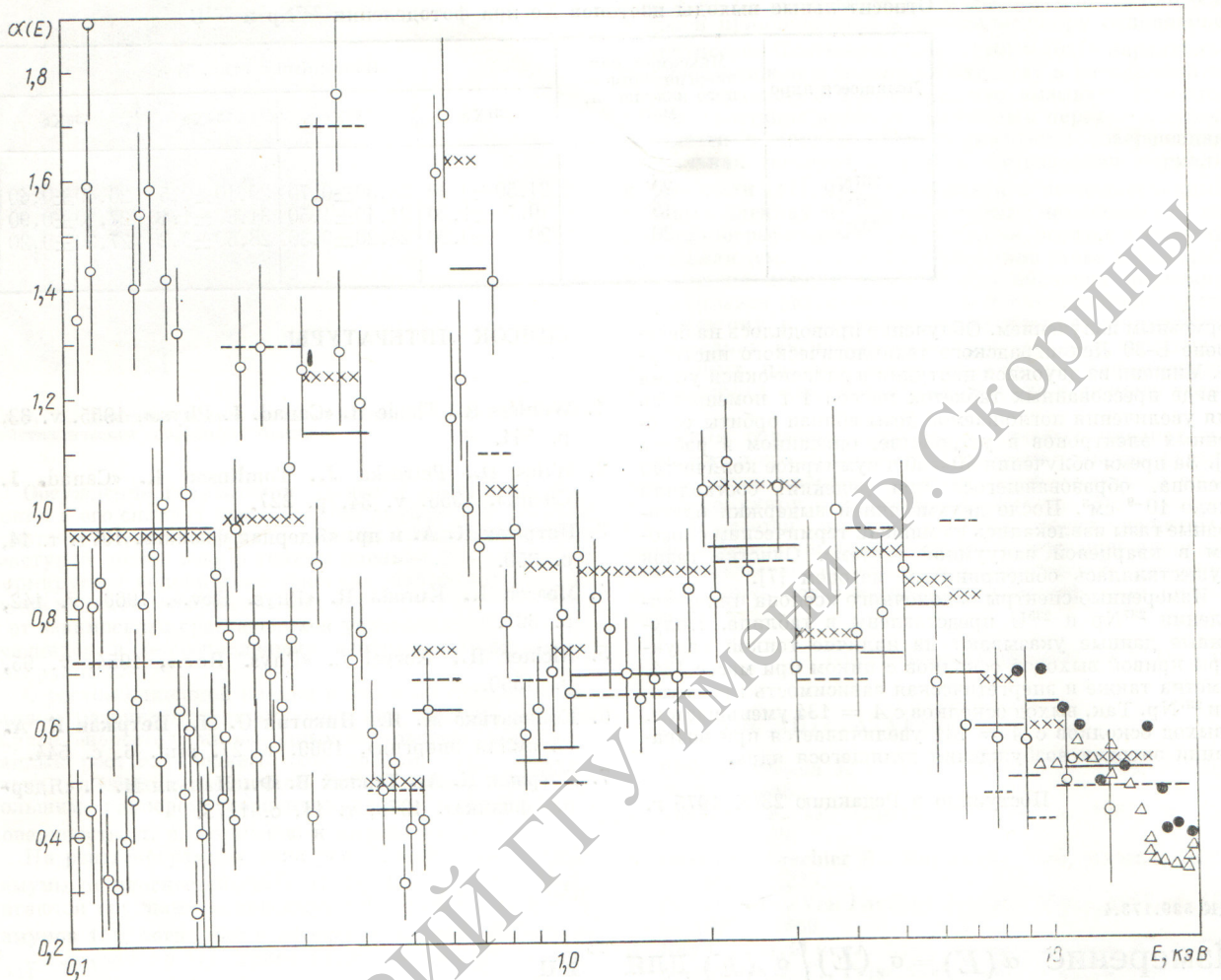


Рис. 1. Результаты измерений $\alpha(E)$ при 0,1–20 кэВ:

○ — настоящая работа; — — —, — — —, × × × — [2, 3, 6]; △, ● — данные, полученные на электростатических генераторах [7, 9]

спектрах для $E_n = 0,0253$ эВ), который практически определялся только спонтанным делением в образце. Фон быстрых нейтронов и γ -излучения реактора становился существенным при энергии >100 эВ и определялся методом «черных» фильтров [2]. В каналах деления и захвата он был равен: 0,8; 5,2% (100–200 эВ); 3,8; 20% (1–1,5 кэВ) и 14 и 56% (10–12 кэВ) от полного счета соответственно.

Значение $\alpha(E)$ рассчитывалось из соотношения [3]

$$\alpha(E) = \frac{A \frac{N_\gamma(E)}{N_f(E)} - 1}{B - C \frac{N_\gamma(E)}{N_f(E)}}$$

где N_γ — скорость счета в γ -канале; $N_f(E)$ — скорость счета нейтронов деления в f -канале; A, B, C — отношения эффективности регистрации в соответствующих каналах нейтронов и γ -квантов деления, γ -квантов захвата и деления, γ -квантов захвата в f -канале и γ -

квантов деления соответственно. Значения констант A, B и C определялись из нормировки на известные значения α_0 для низкоэнергетических резонансов [2] с учетом поправки на энергетическую зависимость среднего числа мгновенных нейтронов [4], $A = 0,26$; $B = 0,66$; $C = 0,0054$.

Экспериментальные погрешности $\Delta\alpha(E)$ зависят [5] от точности учета фонов, нормировки и, в меньшей мере, определяются статистической точностью. На рис. 1 полученные значения $\alpha(E)$ в области 100 эВ — 12 кэВ сравниваются с результатами, измеренными различными методами с более высоким энергетическим разрешением. Лучшее согласие отмечается с данными [3]. Результаты настоящей работы и [2] не подтверждают ярко выраженной структуры в средних значениях $\alpha(E)$ ниже 1 кэВ. Увеличение погрешности $\alpha(E)$ выше 3 кэВ связано с тем, что последняя по энергии точка определения фона находится при $E_n = 2,85$ кэВ (резонанс Na) и подгонка кривой фона [2] допускает большую неопределенность, чем в области ниже 3 кэВ. На рис. 2

Средние значения $\langle \alpha(E) \rangle$ в области энергии 0,007—100 эВ

ΔE , эВ	$\langle \alpha(E) \rangle$		ΔE , эВ	$\langle \alpha(E) \rangle$		
	Настоящая работа	[6]		Настоящая работа	[6]	[8]
0,007—0,008	0,332±0,036	—	0,5—0,6	0,446±0,055	0,46±0,05	—
0,008—0,009	0,335±0,036	—	0,6—0,7	0,394±0,048	0,38±0,081	—
0,009—0,010	0,338±0,036	—	0,7—0,8	0,363±0,046	0,31±0,11	—
0,010—0,015	0,346±0,038	—	0,8—0,9	0,348±0,046	0,31±0,14	—
0,015—0,020	0,350±0,039	—	1,5—2,0	0,218±0,096	—	—
0,02—0,03	0,357±0,041	0,37±0,03	2,0—3,0	0,221±0,107	—	—
0,03—0,04	0,368±0,042	0,38±0,03	3,0—4,0	0,231±0,085	—	—
0,04—0,05	0,386±0,044	0,40±0,03	4,0—5,0	0,233±0,078	—	—
0,05—0,06	0,414±0,044	0,42±0,03	5,0—10,0	0,482±0,067	—	0,64±0,07
0,06—0,07	0,439±0,045	0,44±0,03	10,0—20,0	0,579±0,069	—	0,52±0,06
0,07—0,08	0,451±0,046	0,46±0,03	20,0—30,0	0,787±0,089	—	0,61±0,07
0,08—0,09	0,465±0,046	0,48±0,03	30,0—40,0	0,840±0,093	—	0,40±0,04
0,09—0,10	0,485±0,049	0,50±0,03	40,0—50,0	3,261±0,192	—	1,40±0,15
0,10—0,15	0,538±0,054	—	50,0—60,0	1,082±0,087	—	0,74±0,08
0,15—0,20	0,636±0,059	0,61±0,04	60,0—70,0	0,398±0,058	—	0,47±0,06
0,2—0,3	0,675±0,065	0,69±0,04	70,0—80,0	0,412±0,061	—	0,47±0,09
0,3—0,4	0,637±0,058	0,66±0,04	80,0—90,0	0,237±0,047	—	0,23±0,03
0,4—0,5	0,534±0,056	0,56±0,03	90,0—100,0	0,682±0,076	—	1,16±0,12

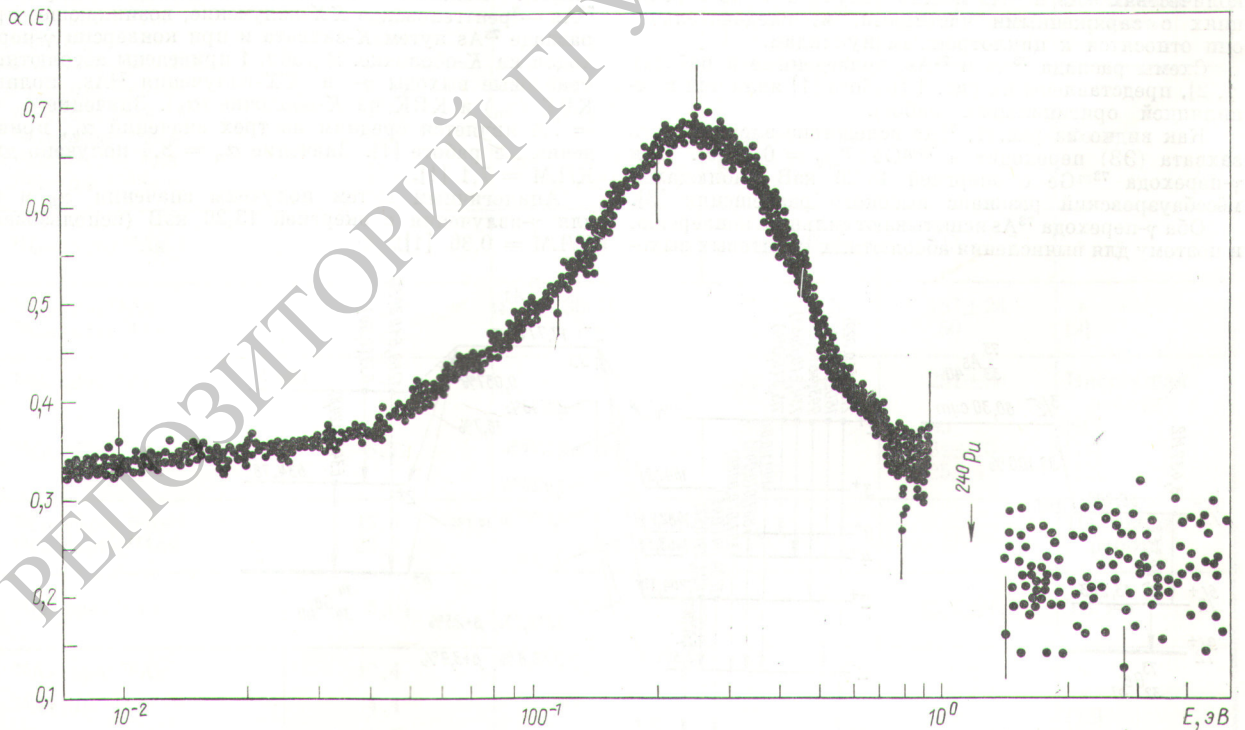


Рис 2. Результаты измерений $\alpha(E)$ в интервале 0,007—5 эВ

впервые приведены $\alpha(E)$ в области 0,007—5 эВ, а в таблице — средние значения $\alpha(E)$ в энергетических интервалах до 100 эВ, где энергетическое разрешение еще позволяет применять процедуру усреднения. В этой энергетической области полученные результаты и [6, 8] в основном согласуются.

Отметим, что в полученные данные об $\alpha(E)$ не вводились поправки на радиационный захват в ^{240}Pu , так как большие систематические погрешности, характерные для применяемого метода измерений и нормировки, значительно превышают значения этой поправки.

Автор выражает благодарность А. А. Омеляненко за помощь в измерениях.

Поступило в Редакцию 28/X 1975 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чан Бом Зен и др. «Ядерная физика», 1973, т. 18, вып. 1, с. 34.

2. Куров М. А. и др. «Атомная энергия», 1971, т. 30, вып. 4, с. 362.
 3. Shomberg M. G. In: Proc. IAEA Symp. «Nuclear Date for Reactors — 1970», Helsinki, v. I, p. 315.
 4. Trochon J. e.a. «J. Phys.», 1973, v. 34, p. 131.
 5. Ryabov Yu. V. Rep. IAEA 71-2101, 1971.
 6. Gwin R. e.a. «Nucl. Sci. and Engng», 1971, v. 45, N 1, p. 47.
 7. Кононов В. Н. В сб.: Труды конф. «Нейтронная физика». Т. I. Киев, «Наукова думка», 1972.
 8. Рябов Ю. В. и др. «Атомная энергия», 1968, т. 24, вып. 4, с. 351.
 9. Bandl R. e.a. In: Proc. 3rd Conf. on Neutron Cross Sections and Technology. Knoxville, 15—17 March 1971, v. I, p. 273.

УДК 621.039.8.002

Выходы ^{73}As и ^{74}As в ядерных реакциях с протонами, дейтронами и альфа-частицами

ДМИТРИЕВ П. П., МОЛИН Г. А.

Изотопы ^{73}As и ^{74}As широко применяются в прикладных исследовательских задачах. В значительных количествах ^{73}As и ^{74}As можно получить лишь в реакциях с заряженными частицами, и, следовательно, они относятся к циклотронным нуклидам.

Схемы распада ^{73}As и ^{74}As , приведенные в работах [1, 2], представлены на рис. 1 (работа [1] является копией оригинальных работ).

Как видно из рис. 1, ^{73}As вследствие электронного захвата (ЭЗ) переходит в ^{73}mGe ($T_{1/2} = 0,53 \text{ с}$). Для γ -перехода ^{73}mGe с энергией 13,26 кэВ наблюдался мессбауэровский резонанс высокого разрешения [3].

Оба γ -перехода ^{73}As испытывают сильную конверсию, и поэтому для вычисления абсолютных квантовых выхо-

дов γ -лучей с энергией 53,437 и 13,263 кэВ необходимо знать их полные коэффициенты внутренней конверсии (КВК). Важный компонент квантового излучения ^{73}As — рентгеновское КХ-излучение, возникающее при распаде ^{73}As путем К-захвата и при конверсии γ -переходов на К-оболочке. В табл. 1 приведены абсолютные квантовые выходы γ - и КХ-излучения ^{73}As , полные КВК (α_n) и КВК на К-оболочке (α_k). Значение $\alpha_k = 7,4$ является средним из трех значений α_k , приведенных в работе [1]. Значение $\alpha_n = 8,4$ получено для $\text{K/LM} = 7,1$ [1].

Аналогичным путем получены значения α_k и α_n для γ -излучения с энергией 13,26 кэВ (использовано $\text{K/LM} = 0,36$ [1]).

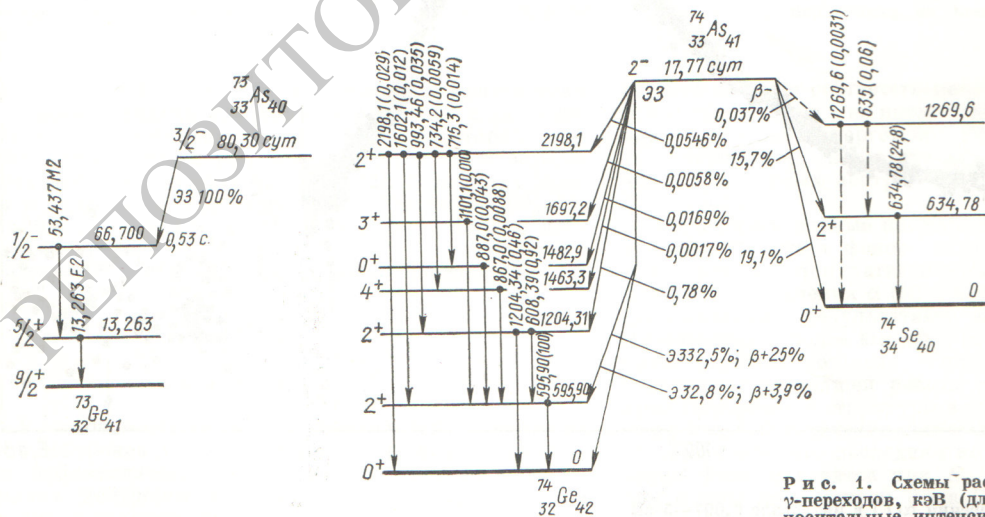


Рис. 1. Схемы распада ^{73}As и ^{74}As . Энергия γ -переходов, кэВ (для ^{74}As в скобках даны относительные интенсивности γ -переходов)