

УДК 621.039.556

Измерение полных нейтронных сечений и резонансных параметров ^{243}Cm в области энергии 0,4—66 эВ

АНУФРИЕВ В. А., БАБИЧ С. И., КОЧЕРЫГИН Н. Г., ЛЕБЕДЕВ В. М., НИКОЛЬСКИЙ С. Н., НЕФЕДОВ В. Н., НИКОЛАЕВ В. М., ПОРУЧИКОВ В. А., ЕЛЕСИН А. А.

Методом времени пролета проведены измерения пропускания и определены резонансные параметры ^{243}Cm . Измерения осуществлялись на четырехроторном селекторе нейтронов с синхронно вращающимися роторами, подвешенными в магнитном поле [1, 2]. Детектором нейтронов служила батарея гелиевых счетчиков. Лучшее разрешение при измерениях составляло 70 нс/м. Все измерения проведены с использованием 91,75-метровой пролетной базы горизонтального канала № 1 реактора СМ-2.

Статистическая точность экспериментальных данных составляла 1—2%, нейтронный фон не превышал 4% эффекта. Поперечное сечение пучка нейтронов, падающего на образец, равнялось 0,5 мм², что дало возможность провести измерения с образцом, содержащим малое количество (5,463 мг) ^{243}Cm .

Образец изготовляли из порошка Cm_2O_3 , который получали путем прокаливании Cm при 900—1100 °С в течение 3 ч. Прокаленный порошок засыпали в калиброванную стеклянную трубочку с цилиндрическим отверстием сече-

нием 0,817 мм² и тщательно герметизировали. Источный состав образца определяли масс-спектрометрическим способом с точностью $\pm 3\%$ (табл. 1). Химическая очистка порошка перед прокаливанием обеспечила полное удаление изотопов Pu и содержание примесей изотопов америция менее 0,14%.

Параметры резонансных уровней ^{243}Cm рассчитывали по одноуровневой формуле Брейта—Вигнера методом формы на машине БЭСМ-6. При расчетах уровней ^{243}Cm данные о резонансах ^{244}Cm , ^{245}Cm , ^{246}Cm , ^{247}Cm , ^{248}Cm и ^{241}Am брали из работы [3], а данные о резонансах изотопов плутония, накопившихся в процессе измерения, из работы [4]. Измерения проведены в области энергии нейтронов 0,4—66 эВ и получены параметры 52 уровней ^{243}Cm .

Сопоставление данных табл. 2 и работы [5] в области энергий до 25,7 эВ показывает их значительное расхождение. В настоящей работе в этой области энергии нейтронов обнаружены и рассчитаны параметры 30 уровней ^{243}Cm .

Таблица 1

Характеристики образца

Изотоп	Содержание в образце		Количество изотопа, ядер/б *
	%	мг	
^{243}Cm	43,77	5,463	$1,626 \cdot 10^{-3}$
^{244}Cm	45,25	5,648	$1,674 \cdot 10^{-3}$
^{245}Cm	1,81	0,299	$6,676 \cdot 10^{-5}$
^{246}Cm	7,89	0,985	$2,895 \cdot 10^{-4}$
^{247}Cm	0,44	0,055	$1,614 \cdot 10^{-5}$
^{248}Cm	0,83	0,103	$3,01 \cdot 10^{-5}$

* 1 б = 10^{-28} м².

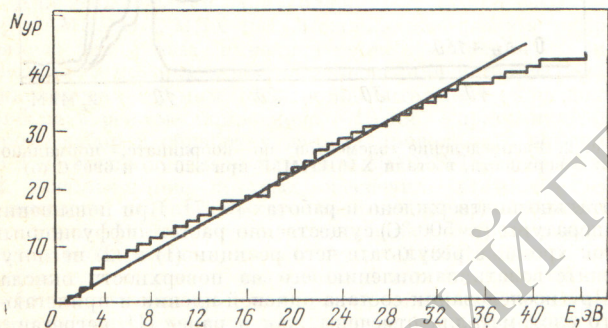


Рис. 1. Зависимость числа уровней ^{243}Cm от энергии: гистограмма — экспериментальные данные; — — расчет

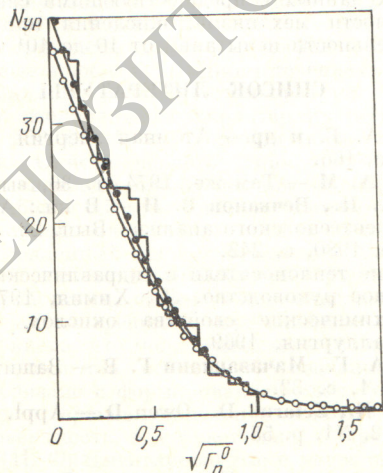


Рис. 2. Интегральное распределение $\sqrt{\Gamma_n^0/D}$ для ^{243}Cm в области энергии до 33 эВ: гистограмма — экспериментальное распределение; ○ — распределение Портера — Томаса для 37 уровней; ● — распределение Портера — Томаса для 40 уровней

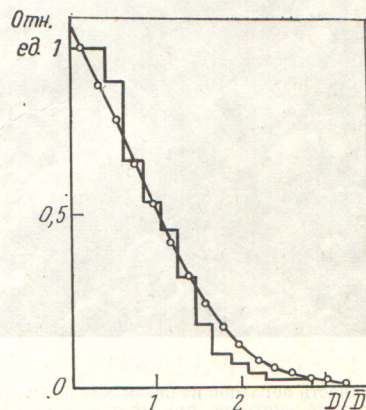


Рис. 3. Интегральное распределение D/\bar{D} для ^{243}Cm : гистограмма — экспериментальное распределение; — — теоретическое распределение Вигнера для двух систем уровней

Таблица 2

Параметры резонансных уровней ^{243}Cm

E , эВ	Γ , мэВ	$2g\Gamma_n$, мэВ	E , эВ	Γ , мэВ	$2g\Gamma_n$, мэВ
0,671±0,115	485±29	0,044±0,003	22,73±0,04	66±10	0,87±0,03
1,137±0,006	412±49	0,049±0,006	23,60±0,01	200	0,084±0,036
1,466±0,004	200±16	0,029±0,003	24,47±0,01	151±14	2,48±0,15
2,046±0,019	120*	0,019±0,004	25,70±0,01	145±14	2,78±0,17
2,309±0,062	563±34	1,61±0,02	27,41±0,16	200*	0,076±0,05
2,757±0,021	120*	0,016±0,003	28,60±0,02	322±56	1,25±0,10
3,073±0,002	212±13	0,68±0,01	29,83±0,02	203±60	0,95±0,1
3,734±0,002	150±10	0,63±0,01	30,84±0,11	200*	0,17±0,06
5,682±0,007	471±30	0,58±0,02	31,29±0,12	401±68	1,57±0,13
6,145±0,008	892±50	1,44±0,08	32,71±0,61	108±45	1,31±0,11
7,211±0,006	342±20	1,95±0,12	33,04±0,2	100*	0,083±0,060
8,175±0,046	402±27	0,46±0,02	36,29±0,03	674±91	2,96±0,24
9,107±0,019	1247±72	3,12±0,18	37,27±0,06	343**	0,61±0,11
10,571±0,011	679±40	0,73±0,03	39,55±0,19	100*	0,16±0,09
11,854±0,002	180±10	1,93±0,12	40,70±0,04	343**	1,22±0,13
12,393±0,028	150*	0,052±0,01	44,11±0,08	250*	0,79±0,14
14,728±0,005	202±15,6	0,67±0,03	45,24±0,10	250*	0,69±0,15
15,902±0,005	615±17	3,91±0,24	46,44±0,04	343**	1,95±0,18
17,298±0,006	210±29	0,54±0,04	47,62±0,06	250*	1,37±0,18
17,773±0,011	417±37	0,94±0,06	49,50±0,06	343**	1,63±0,20
18,23±0,03	167±118	0,16±0,06	52,2±0,1	100*	0,87±0,21
18,74±0,04	395±152	0,31±0,09	55,59±0,06	343**	2,79±0,27
19,28±0,01	159±10	1,24±0,04	57,23±0,05	343**	3,68±0,30
20,31±0,02	276±70	0,39±0,05	59,39±0,22	250*	0,74±0,27
21,05±0,04	400*	0,35±0,04	62,36±0,20	343**	1,06±0,32
21,58±0,01	682±75	2,43±0,14	66,03±0,06	1308±83	31,0±2,0

* Значение Γ дано приблизительно.

** Дано среднее значение Γ , полученное по первым 37 резонансам.

а в работе [5] только 15 наиболее интенсивных. Однако и данные об этих 15 уровнях значительно отличаются как по положению последних, так и по значению резонансных параметров. Это можно объяснить следующими причинами. Во-первых, содержание ^{243}Cm в образцах, используемых в работе [5], не превышало 1,51%. Во-вторых, лучшее разрешение в работе [5] составляло 147 нс/м. В-третьих, количество ^{243}Cm (ядер/б) в настоящей работе в 6 раз больше, что было достигнуто использованием специально изготовленного коллиматора, формирующего нейтронный пучок сечением 0,5 мм², и ампулы с калиброванным цилиндрическим сечением 0,847 мм² для засыпки Cm_2O_3 .

На основании экспериментально полученных данных (см. табл. 2) проведена их статистическая обработка (рис. 1—3). Из зависимости числа резонансов от энергии нейтронов (см. рис. 1) следует, что до 33 эВ ($n = 37$ уровней) заметного пропуска уровней не наблюдается. Экспериментальное интегральное распределение приведенных нейтронных штрих в этой области энергии (см. рис. 2) сравнивается с распределением Портера — Томаса. Наилучшее согласие экспериментальных данных с расчетными наблюдается при $n = 40$ уровням. Получены средние

значения $\bar{D} = 0,809$ эВ; $2g\Gamma_n = 0,278$ мэВ; $S = (1,714 \pm 0,408) \cdot 10^{-4}$.

Экспериментальное интегральное распределение относительных расстояний между уровнями D/\bar{D} , отнормированное на их число, согласуется с распределением Вигнера для двух систем уровней (см. рис. 3).

По параметрам резонансных уровней рассчитан полный резонансный интеграл поглощения ^{243}Cm : $I_a = (1770 \pm 300)$ б.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочерыгин Н. Г. и др. Препринт НИИАР 28(387). Димитровград, 1979.
2. Калевин С. М., Руколайне Г. В., Адиб М. — Приборы и техника эксперимента, 1970, № 3, с. 79.
3. Беланова Т. С. и др. Препринт НИИАР Р-ДЗ(307). Димитровград, 1977.
4. Mughabghab S., Garber D. BNI-325. Third Edition, 1973.
5. Berrethm J., Simpson F., Rusche B. — Nucl. Sci. Engng, 1972, v. 49, p. 145.

Поступило в Редакцию 08.01.81