

УДК 621.039.556

## Измерение полных нейтронных сечений и резонансных параметров $^{147}\text{Pm}$

АНУФРИЕВ В. А., БЕЛАНОВА Т. С., ЗАМЯТНИН Ю. С., КОЛЕСОВ А. Г., НИКОЛЬСКИЙ С. Н., ПОРУЧИКОВ В. А., КАЛЕБИН С. М., АРТАМОНОВ В. С., ИВАНОВ Р. Н.

В настоящей работе приведены результаты измерений полных нейтронных сечений  $^{147}\text{Pm}$  ( $T_{1/2} = 2,652$  года) методом времени пролета. Эксперимент проводили на реакторе СМ-2 [1] с помощью селектора с синхронно вращающимися роторами, подвешенными в магнитном поле [2]. Детектором нейтронов служили счетчики, наполненные  $^3\text{He}$ . Лучшее разрешение спектрометра составляло 70 нс/м. При измерениях статистическая точность выдерживалась в пределах 0,5 — 1,5%, нейтронный фон не превышал 4%.

В качестве мишеней использовали пластины металлического прометия с разными примесями, %:  $^{147}\text{Sm}$  2;  $^{145}\text{Nd}$  0,4; Si 8; Mn < 0,1; Mg и Fe < 0,08; Cr, Fe, Al < 0,4; Cd и Ni < 0,6; Ce < 0,2; Eu < 0,01. Пропускания образцов измерены для значений толщины 0,12; 0,75 и 4,0 мм, соответствующих содержанию  $^{147}\text{Pm}$   $0,27 \cdot 10^{21}$ ;  $1,78 \cdot 10^{21}$  и  $9,97 \cdot 10^{21}$  атом/см<sup>2</sup>. Исследована область энергии нейтронов от 0,02 до 250 эВ. До 50 эВ параметры нейтронных резонансов вычислены методом формы, выше 50 эВ — методом площадей. Значения нейтронной  $2g\Gamma_n$  и полной  $\Gamma$  ширины, а также положение уровней  $E_0$  даны в таблице.

На рис. 1 приведена зависимость полного сечения  $^{147}\text{Pm}$  от энергии нейтронов в интервале 0,02—250 эВ.

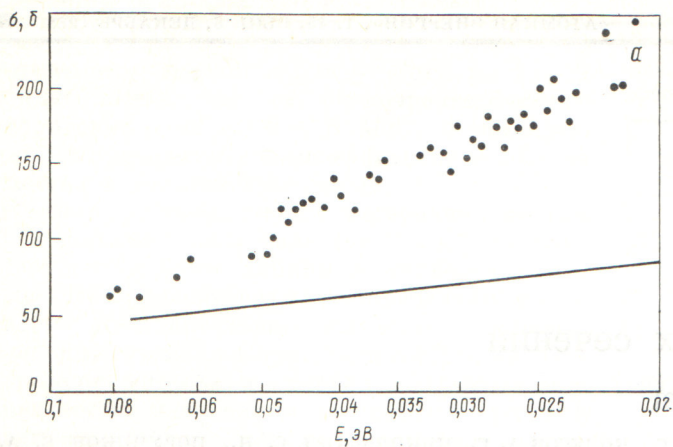
Ниже энергии 180 эВ у  $^{147}\text{Pm}$  найдено 28 резонансов, из которых уровни энергией 21,53 и 23,09 эВ обнаружены впервые. В тепловой точке измерено полное нейтронное сечение  $\sigma_t = 190 \pm 15$  б. Для согласования рассчитанного по положительным резонансам  $\sigma_t$  в тепловой области энергии с экспериментальным введен отрицательный уровень энергией 1,53 эВ.

Полученные значения параметров резонансов в основном согласуются с опубликованными в работах [3—6]. Исключение составляет уровень 5,37 эВ, у которого нейтронная и полная ширина заметно отличаются от значений работы [3] ( $2g\Gamma_n = 37 \pm 2$  мэВ и  $\Gamma = 104 \pm 6$  мэВ). По параметрам нейтронных резонансов рассчитан полный резонансный интеграл  $I = 1840 \pm 280$  б, значение которого по сравнению с данными работ [3—6] занижено на 10—15%, вследствие отмеченного выше разногласия в резонансных параметрах уровня 5,37 эВ.

На рис. 2 представлен график распределения числа уровней в зависимости от энергии нейтронов, из которого следует, что пропуск уровней начинается с 55 эВ. По данным таблицы для уровней ниже 55 эВ вычислены среднее расстояние между уровнями  $\bar{D} = 3,58 \pm 0,50$  эВ, средняя приведенная нейтронная ширина

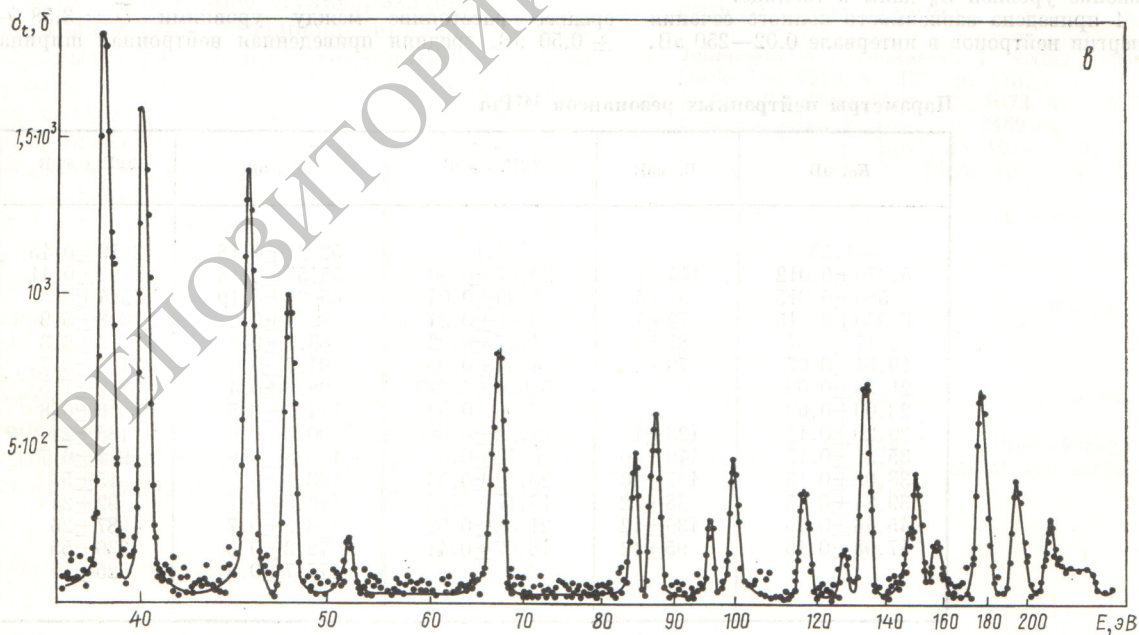
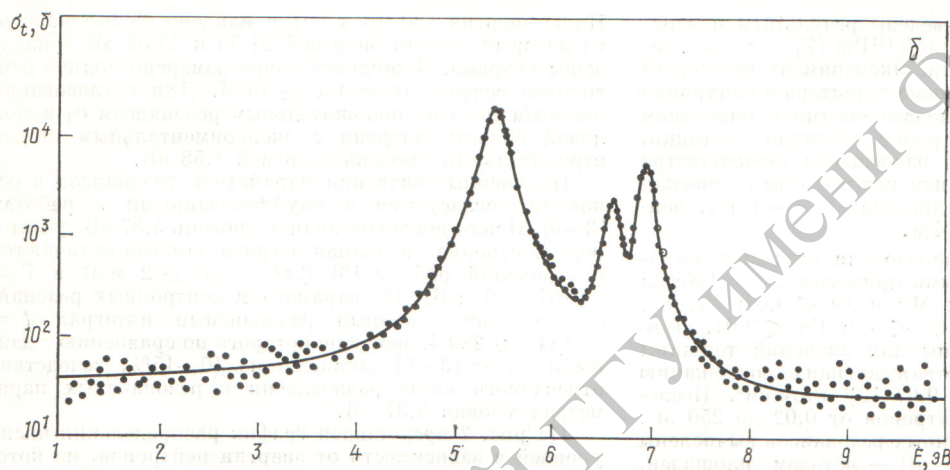
Параметры нейтронных резонансов  $^{147}\text{Pm}$

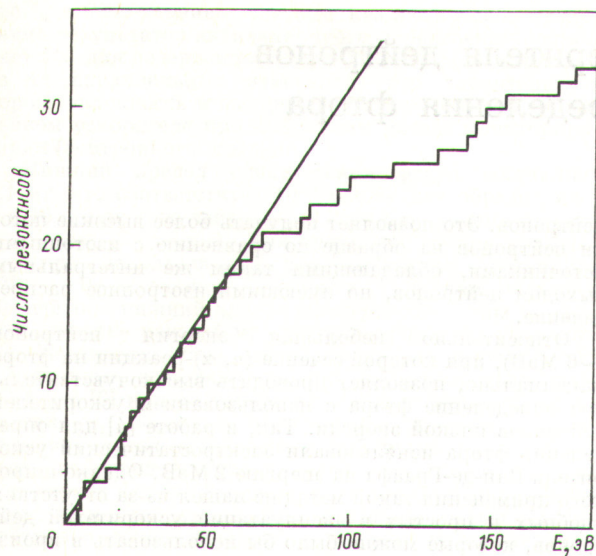
$E_0$ , эВ	$\Gamma$ , мэВ	$2g\Gamma_n$ , мэВ	$E_0$ , эВ	$2g\Gamma_n$ , мэВ
-1,53		2,1	52,21±0,18	2,79±0,45
5,370±0,012	144±5	20,57±0,50	55,55±0,18	1,93±0,41
6,580±0,015	54±4	1,39±0,04	65,20±0,19	55,4±6,3
6,930±0,015	72±7	3,81±0,24	82,1±0,2	30,8±5,9
15,17±0,07	87±4	1,27±0,02	85,1±0,2	34,6±6,3
19,54±0,07	79±4	4,04±0,05	94,7±0,3	21,2±3,7
21,53±0,08		0,026±0,013	98,9±0,4	38,2±7,5
23,09±0,09		0,06±0,02	114,3±0,5	56,6±6,8
29,20±0,12	123±14	2,12±0,06	130,3±0,6	138±21
35,31±0,15	149±50	0,42±0,08	139,8±0,6	9,1±6,7
38,02±0,15	137±10	20,72±0,56	143,1±0,7	15±5
39,84±0,15	138±12	17,17±0,46	146,5±0,7	92±24
45,46±0,16	139±12	21,38±0,52	153,2±0,7	87±26
47,98±0,16	95±13	18,67±0,41	172,2±0,8	336±55
			177,7±0,9	25±15



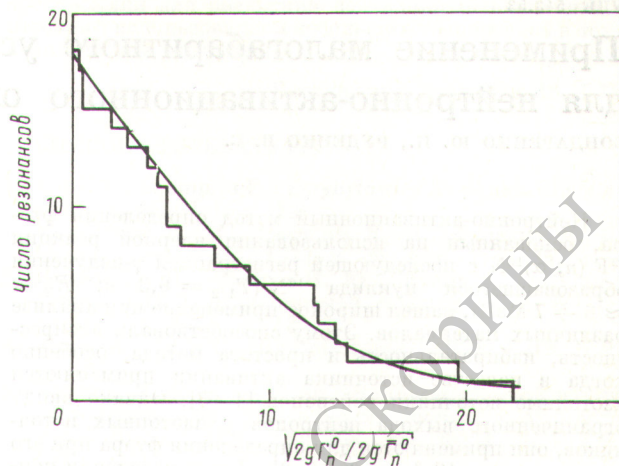
Р и с. 1. Полное нейтронное сечение при 0,02—0,08 (а);  
1—10 (б) и 36—250 эВ (в):

● — эксперимент; — — расчет по резонансным параметрам таблицы





Р и с. 2. Зависимость числа резонансов от энергии нейтронов для  $^{147}\text{Pm}$ .



Р и с. 4. Интегральное распределение значений приведенной нейтронной ширины  $^{147}\text{Pm}$ :

— распределение Портера — Томаса для одной степени свободы; гистограмма — экспериментальное распределение

$2g\Gamma_n^0 = 1,68 \pm 0,62$  мэВ, значение нейтронной силовой функции  $S_0 = (2,9 \pm 1,1) \cdot 10^{-4}$ .

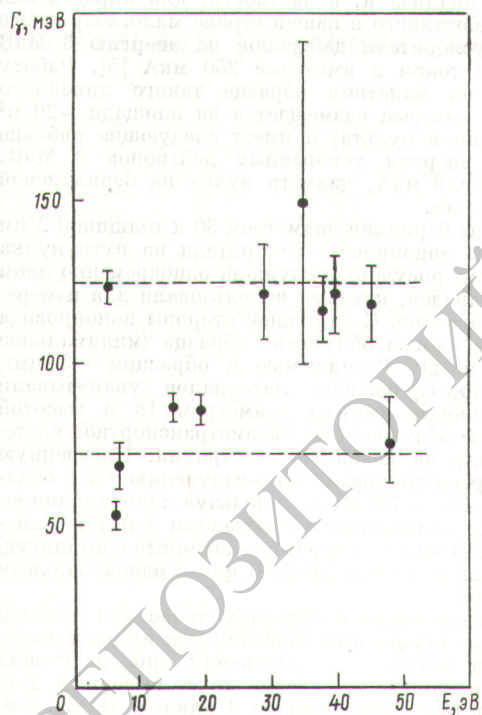
Для 41 резонансов представилась возможность вычислить радиационную ширину  $\Gamma_\gamma = \Gamma - 2g\Gamma_n$ . Из графика на рис. 3 видно, что значения  $\Gamma_\gamma$  группируются около двух средних значений:  $72 \pm 6$  мэВ (5 резонансов) и  $125 \pm 9$  мэВ (6 резонансов). Среднее значение ( $\bar{\Gamma}_\gamma = 100$  мэВ) было использовано в расчетах параметров нейтронных резонансов методом площадей.

Статистическая обработка данных для резонансов, расположенных ниже 55 эВ, показывает, что значения приведенной нейтронной ширины следуют распределению Портера — Томаса с одной степенью свободы (рис. 4).

Поступило в Редакцию 4.X.76  
В окончательной редакции 12.V.78

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бать Г. А., Коченов А. С., Кабанов Л. П. Исследовательские ядерные реакторы. М., Атомиздат, 1972.
2. Беланова Т. С. и др. Препринт НИИАР П-6(272). Димитровград, 1976.
3. Kirouas G. e.a. «Nucl. Sci. and Engng», 1973, v. 52, p. 310.
4. BNL-325. Third Edition, N.Y., 1973.
5. Codding J. e.a. «Nucl. Sci. and Engng», 1971, v. 43, p. 58.
6. Harvey J. e.a. In: Proc. II Intern. Conf. Geneva, 1958, v. 16, p. 150.



Р и с. 3. Распределение значений радиационной ширины уровней  $^{147}\text{Pm}$ .