

СЗ43.г1

К-228

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

24/III-72

P3 - 6237



Э.Н.Каржавина, Ким Сек Су, А.Б.Попов

СПИНЫ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ

^{147}Sm и ^{149}Sm

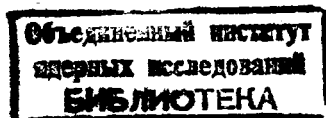
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1972

РЗ - 6237

Э.Н.Каржавина, Ким Сек Су, А.Б.Полов

СПИНЫ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ
 ^{147}Sm И ^{149}Sm



1. В предыдущей работе авторов /1/ описана методика (аналогичная предложенной в /2/) определения спинов нейтронных резонансов по множественности γ -квантов, испускаемых при захвате нейтронов. В данном сообщении приводятся полученные с помощью этой методики результаты исследования спинов резонансов ^{147}Sm и ^{149}Sm . На установке из 4-х кристаллов NaI , описанной в /1/, проведены измерения выхода γ -лучей в зависимости от времени пролета нейтронов в режиме совпадений и в режиме одиночного счета. Измерения выполнены на 250-метровой пролетной базе в бустерном режиме работы реактора, что обеспечивало разрешение ≈ 16 нсек/м. Образцы ^{147}Sm и ^{149}Sm представляли собой окись самария с обогащением по основному изотопу $\approx 95\%$.

Обработка полученных спектров проводилась на осциллографе со световым карандашом на ЭВМ БЭСМ-4 /3/. В результате обработки были получены площади резонансов S_{Σ} - в режиме одиночного счета и S_c - в режиме совпадений, а также их отношения $R \frac{S_{\Sigma}}{S_c}$. Порог в канале одиночного счета составлял ≈ 3 Мэв, а в канале совпадений - 0,33 Мэв. Анализ отношений площадей позволил провести спиновую идентификацию почти всех разрешенных резонансов ^{147}Sm в области до 250 эв и ^{149}Sm в области до 140 эв. Кроме того из анализа графиков совмещенных спектров можно было указать спины плохо разрешенных резонансов, расположенных в области больших энергий. Результаты спиновой

идентификации резонансов ^{147}Sm и ^{149}Sm приведены в таблицах 1 и 2. В этих таблицах показаны также данные других авторов. В столбцах таблиц, где приведены наши результаты, в скобках указаны спины, которые мы приписываем плохо разрешенным резонансам из анализа совмещенных спектров (рис. 1-4).

На рис. 5 приведены полученные значения R° для разрешенных резонансов ^{147}Sm и ^{149}Sm .

2. Из таблиц 1 и 2 видно, что наша идентификация спинов в большинстве случаев согласуется с результатами других авторов. Полученные подробные сведения о спинах нейтронных резонансов ^{147}Sm и ^{149}Sm позволяют с использованием наших данных о параметрах резонансов этих изотопов [7] проанализировать спиновые эффекты в плотности уровней и силовых функциях.

На рис. 6,7 представлена зависимость числа наблюдавшихся уровней с определенным спином от энергии нейтронов. Для ^{147}Sm наблюдается линейная зависимость $N_\pi(E)$ для обоих спиновых состояний как в области до 250 эв (где спиновая идентификация достаточно надежна), так и в более высокой области до 400 эв (где возможны ошибки в определении спинов). Из рис. 6 видно, что для ^{147}Sm среднее расстояние между резонансами с $J = 3$ $D_3 = 15,0 \pm 1,5$ эв, а с $J = 4$ $D_4 = 12,8 \pm 1,2$ эв. Как было отмечено в [7], в условиях нашего разрешения для ^{149}Sm в области выше 130 эв наблюдается заметный пропуск уровней, что можно также видеть на рис. 7. Оценка средних расстояний между уровнями для двух спиновых состояний ^{149}Sm по линейным участкам графиков рис.6,7 приводит к следующим значениям: $D_3 = 5,2 \pm 0,5$ эв, $D_4 = 4,1 \pm 0,3$ эв.

Таблица I
Спины резонансов ^{147}Sm

E_0 эв	Спин резонанса			E_0 эв	Данные работы
	Данная работа	/4/	/5/		
3,4	3	3		225,3	3
18,3	4	4	4	228,6	(3)
27,1	3	3	3	240,6	4
29,7	3	3	3	247,7	4
32,1	4	(4)	4	256,5	(4)
39,7	4	(4)	4	263,5	(3)
40,6	3	3	3	265,8	(4)
49,3	4	(4)		271,0	3
57,9	3	(4)		274,4	3
64,9	4	(4)		283,3	4
76,0	4			289,4	(4)
79,8	4		4	290,5	
83,4	3	3	3	308	(3)
99,5	4			312	(4)
102,6	3	3		321	(3)
106,8	4			330	(3)
108,4	(4)			332	(4)
123,4	3	3	3	340	(4)
140,0	4		3	350	(3)
143,3	4			359	(4)
151,3	3		3	362	(3)
160,8	4			379	(3)
163,6	4		4	382	(3)
171,7	4		4	391	(4)
179,7	3			398	(4)
183,7	3	3		399	(3)
190,8	3			406	(3)
193,5	4			412	(4)
198,0	(3)				
205,8	4				
221,6	3				

Таблица 2
Спины резонансов ^{149}Sm

E_0	Данная работа	/6/	/5/	E_0	Данная работа	/5/	E_0	Данная работа	/5/
4,98	4	4	4	83,9	4		185,4	3	3
6,48	3	3	4	87,7	3		188	(4)	
8,93	4	3		90,6	4	4	192,9	4	
12,0	3	3	3	92,1	3		195,0		
14,9	4	3	4	95,6	4		197,4	3	
15,8	3	3	3	96,3	3		201,1		
17,1	4	4	4	98,1	4		203,7	3	
23,2	4	4	4	99,5	4		210,9	4	
24,6	(4)			101,6	3		214,7	3	
25,2	3	3		104,7	4	4	218,2	4	
26,1	4	3	4	107,0	3		225,6	4	
27,9	3	3		109,0	4	4	228,2	(4)	
29,9	3	3		111,2	3		230,1	3	
30,7	4	4	4	115,1	4	(3)	234,0	(4)	
33,9	4	4	4	117,0	3		238,4		
40,1	3		3	119,4	3		240,1	(3)	
41,3	3		3	121,7	(4)		244,3	(4)	
44,3	4		4	125,2	4	(3)	248,7	3	
45,1	4		4	130,3	4	3	254,7	3	
49,5	3			134,1	4	(3)	258,9	(4)	
50,5	(3)		(4)	138,6	(4)				
51,6	4		4	141,0	(3)				
57,4	4		4	144,2	4				
59,7	4		4	145,7	(4)				
60,9	3		3	146,9	4				
62,1	4		4	149,5	(4)				
64,7	3		4	154,7	4				
68,3	4		4	157,5	3				
70,8	3		3	158,7	(3)				
72,2	(3)			168,3	3	(3)			
73,1	4		4	173,5	(3)				
74,6	4		(4)	174,7					
75,3	3		3	177,8	4	(3)			
76,9	4			179,9	3				

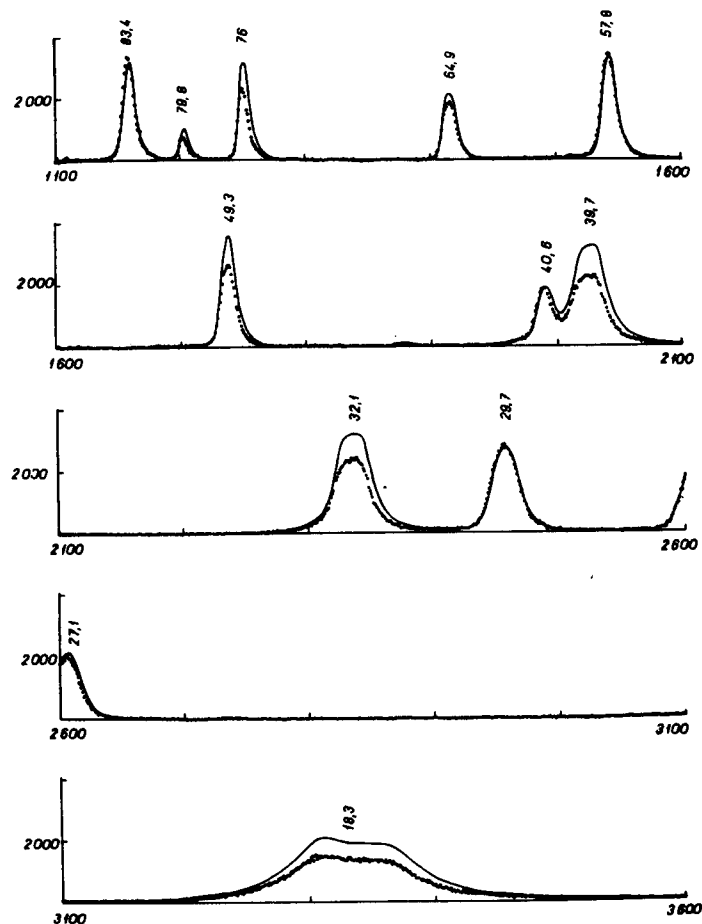


Рис. 1. Самарий-147. Сплошная кривая - спектр в режиме совпадений, точки - спектр в режиме одиночного счета. Показаны участки спектров, нормированные по резонансу 57,8 эв.

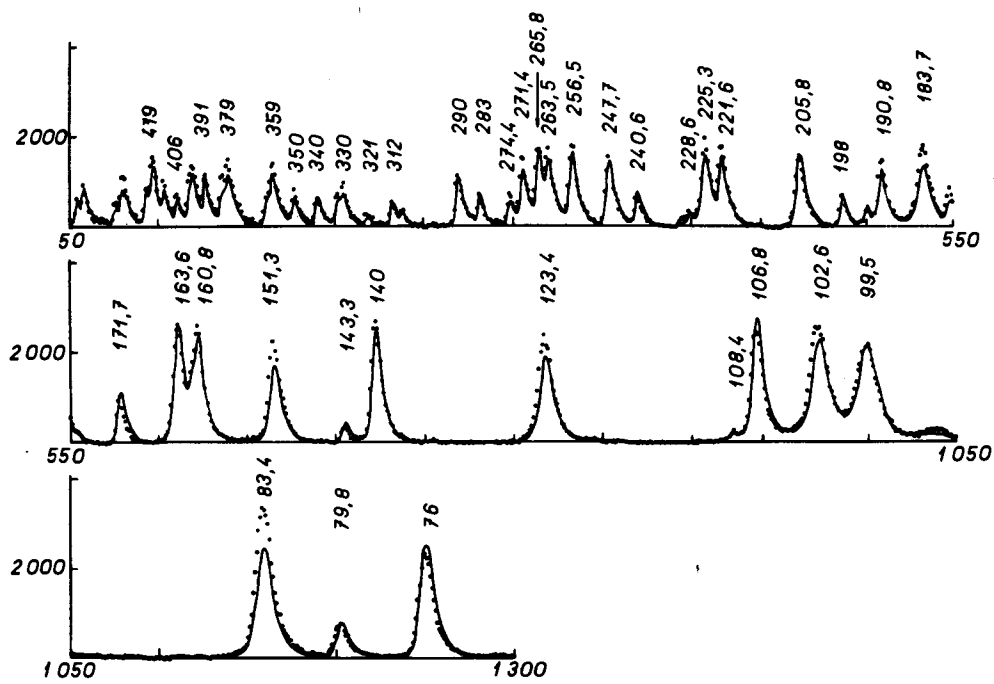


Рис. 2. Самарий-147. Сплошная кривая - спектр в режиме совпадений, точки - спектр в режиме одиночного счета. Показаны участки спектров, нормированные по резонансу 79,8 эв.

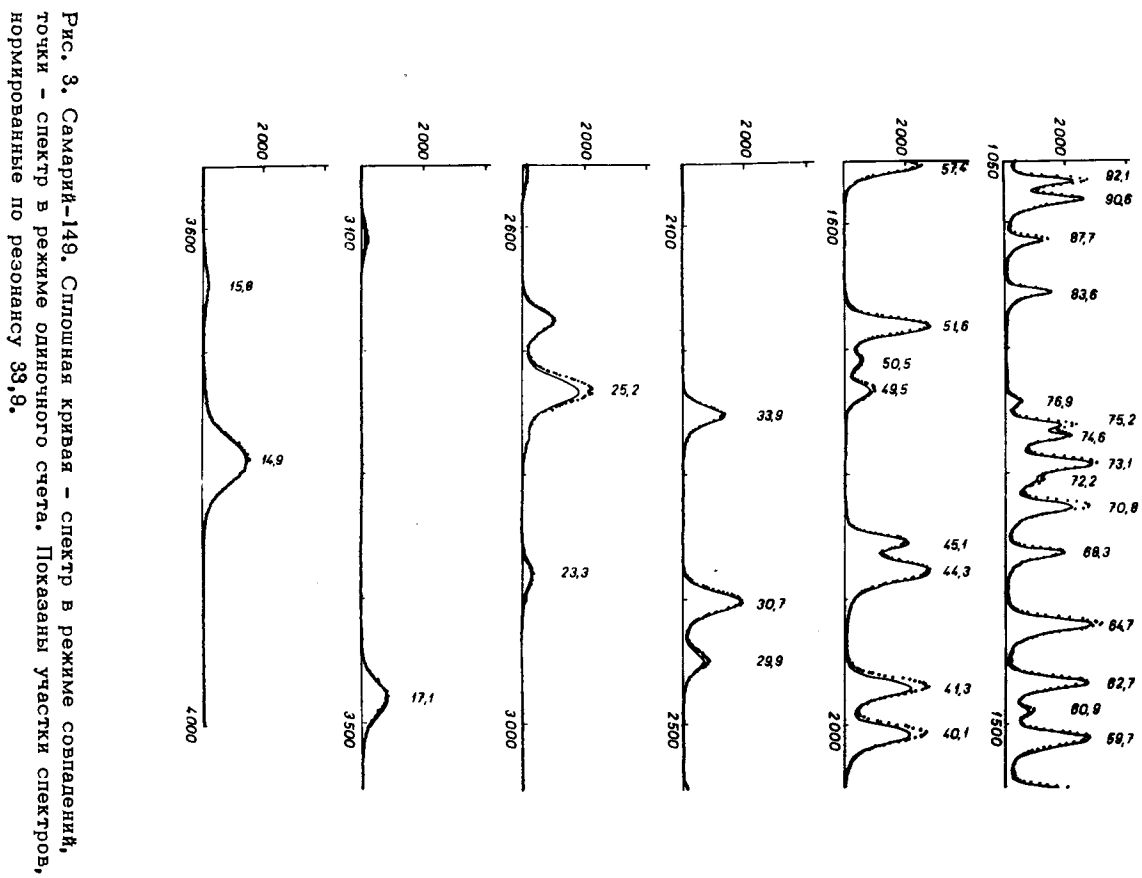


Рис. 3. Самарий-148. Сплошная кривая - спектр в режиме совпадений, точки - спектр в режиме одиночного счета. Показаны участки спектров, нормированные по резонансу 39,9.

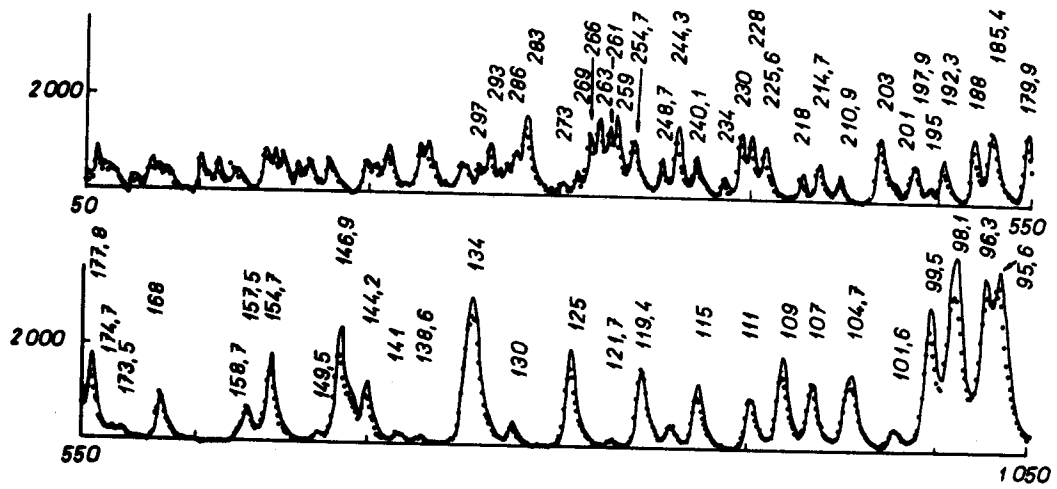


Рис. 4. Самарий-149. Сплошная кривая - спектр в режиме совпадений, точки - спектр в режиме одиночного счета. Показаны участки спектров, нормированные по резонансу 119,4.

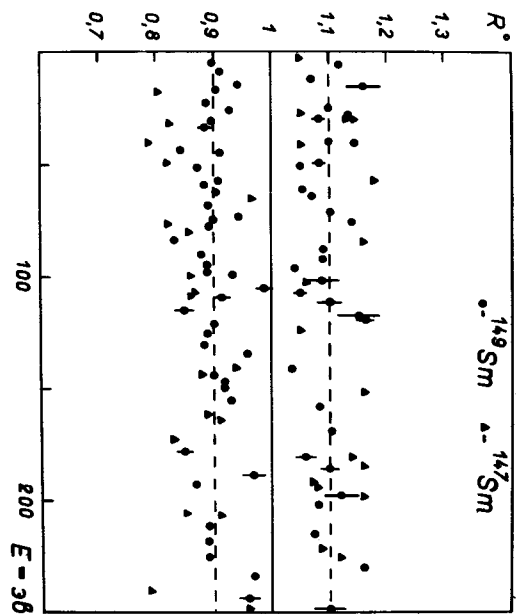


Рис. 5. Значения R^0 для разрешенных резонансов ^{147}Sm и ^{149}Sm . (Для большинства точек ошибки меньше их размера).

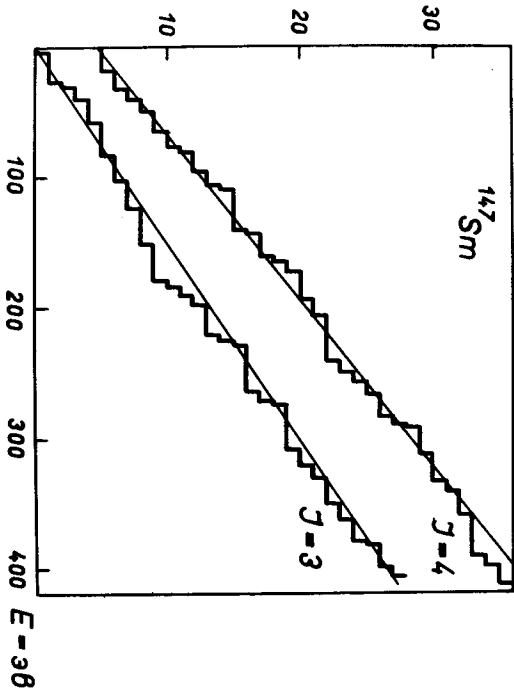


Рис. 6. Зависимость числа резонансов с разными спиновыми состояниями от энергии нейтронов для ^{147}Sm .

Полученные значения D_J для разных спинов дают такое отношение

$$\frac{D_4}{D_3} = \frac{\rho_3}{\rho_4} = 0,85 \pm 0,11 \text{ и } 0,79 \pm 0,10$$

для ^{147}Sm и ^{149}Sm , соответственно. Эти данные интересно сопоставить с общепринятой теоретической зависимостью плотности уровней от спина при постоянной энергии возбуждения ядра /8/

$$\rho(J) = \text{const}(2J + 1) \exp \left[-\frac{(J + \frac{1}{2})^2}{2\sigma^2} \right]. \quad (1)$$

Сравнение $(D_4/D_3)_{\text{эксп}}$ с теоретическим отношением, даваемым формулой (1), позволяет получить оценку спинового фактора σ , входящего в эту формулу: для ^{147}Sm $\sigma = 7_{+\infty}^{-2,5}$, для ^{149}Sm $\sigma = 12_{+\infty}^{-6,5}$, т.е. для обоих изотопов $\sigma \geq 4,5$, что согласуется с оценками величины σ в этой области атомных весов, даваемых разными авторами (например, /8/).

Оценивая силовые функции для разных спиновых состояний как

$$S_J^\circ = \frac{\sum \Gamma^\circ}{J \Delta E} \text{ и используя данные из /7/ для } ^{147}\text{Sm}, \text{ мы получили}$$

(рис. 8-10), что по интервалу до 260 эв $S_3^\circ = 4,4 \pm 1,6$ (число резонансов $m = 18$) и $S_4^\circ = 4,2 \pm 1,5$ ($m = 20$) (S° везде в единицах 10^{-4}). Оценка S° по интервалу до 400 эв дает $S_3^\circ = 3,9 \pm 1,2$ и $S_4^\circ = 3,8 \pm 1,1$ ($m_3 = 25$, $m_4 = 32$).

Полученные значения S_J° показывают, что у ^{147}Sm не наблюдается никакой зависимости силовой функции от спина резонансов. Не имеется существенного различия в силовых функциях для разных спинов и у ^{149}Sm . Так, на интервале до 120 эв, где надежна спиновая идентификация и нет пропуска резонансов, $S_3^\circ = 6,3 \pm 2,1$ ($m = 23$) и $S_4^\circ = 7,7 \pm 2,2$ ($m = 30$).

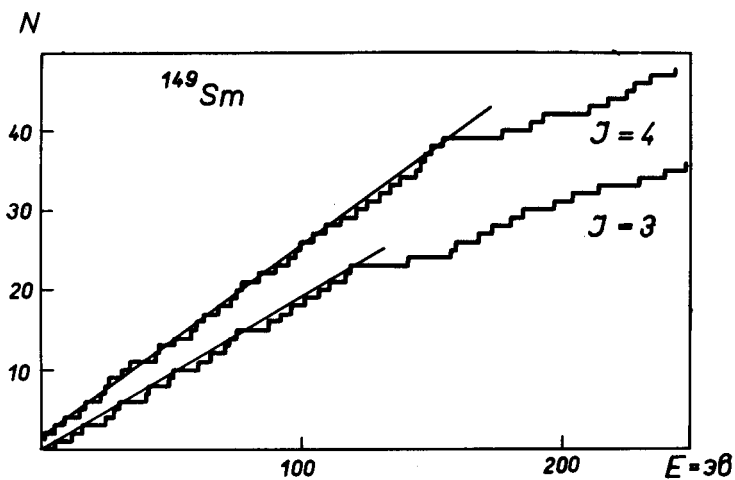


Рис. 7. Зависимость числа резонансов с разными спиновыми состояниями от энергии нейтронов для ^{149}Sm .

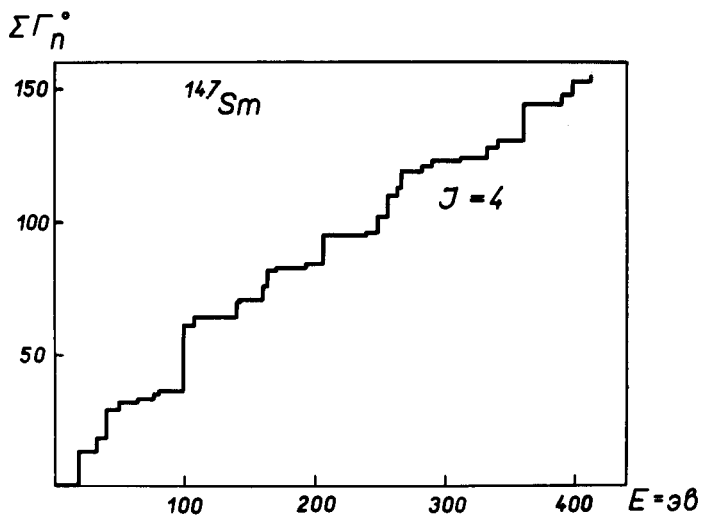


Рис. 8. Зависимость суммы приведенных нейтронных ширины резонансов с разными спиновыми состояниями от энергии нейтронов.

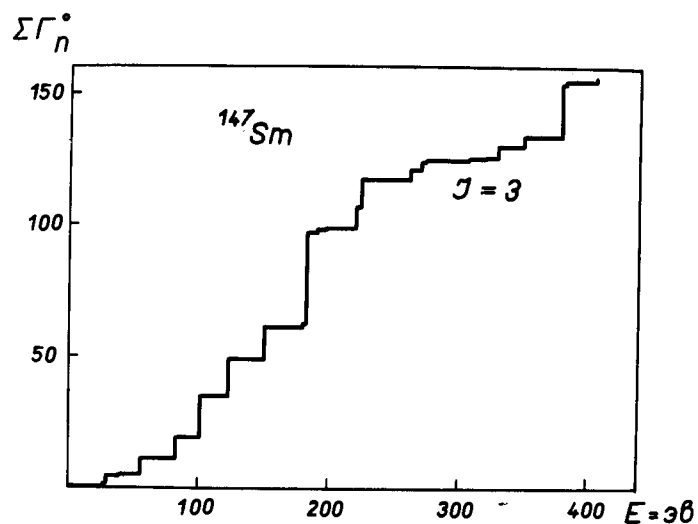


Рис. 9. Зависимость суммы приведенных нейтронных ширин резонансов с разными спиновыми состояниями от энергии нейтронов для ^{147}Sm .

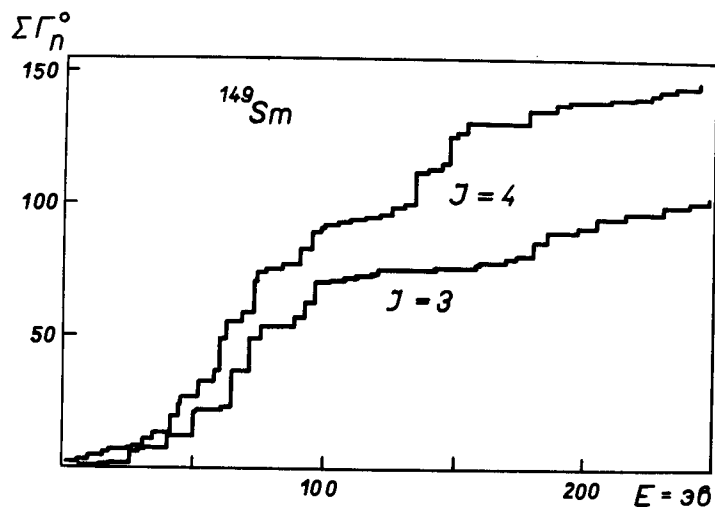


Рис. 10. Зависимость суммы приведенных нейтронных ширин резонансов с разными спиновыми состояниями от энергии нейтронов для ^{149}Sm .

Для интервала до 250 эв получены такие значения: $S_3^0 = 4,1 \pm 1,1$ ($m = 36$) и $S_4^0 = 5,8 \pm 1,4$ ($m = 46$).

Если принять во внимание более достоверные оценки S_J^0 (для ^{147}Sm по интервалу до 260 эв, а для ^{149}Sm по интервалу до 120 эв), то полученные нами величины S_3^0 и S_4^0 не дают никаких оснований предполагать существование спиновой зависимости в силовых функциях для ^{147}Sm и ^{149}Sm . В этом отношении наши результаты для изотопов Sm противоречат выводам, сделанным в работе /9/.

В нашей работе /7/ обращалось внимание на флуктуацию в зависимости нарастающей суммы $\Sigma 2g \Gamma_n^0$ от энергии нейтронов для изотопа ^{149}Sm . Вычисления S^0 по интервалу 0–40 эв (≈ 20 резонансов) и по интервалу 40–100 эв (≈ 25 резонансов) приводили к значениям $S^0 = 2,8 \pm 1,0$ и $11,7 \pm 3,6$, соответственно. Результаты настоящей работы показывают, что эта флуктуация ни в коей мере не связана с группированием резонансов с определенным спином.

Изучение распределений приведенных нейтронных ширин резонансов исследованных изотопов Sm приводит к заключению, что распределения Γ_n^0 для резонансов с $J = 3$ и $J = 4$ как для ^{147}Sm , так и для ^{149}Sm находятся в удовлетворительном согласии с распределением Портера-Томаса.

Авторы выражают признательность В.Б. Злоказову за помощь в обработке экспериментальных данных на ЭВМ.

Литература

1. Э.Н. Каржавина, Ким Сен Су, А.Б. Попов. Препринт ОИЯИ РЗ-6092, Дубна, 1971.
2. С.Соцева, F.Corvi et al. Nucl.Phys. A117, 586 (1968).
3. В.Б. Злоказов, Л.С. Нефедьева. Сообщение ОИЯИ, 10-5986, Дубна, 1971.
4. И. Вильгельми, Ю.П. Попов, М. Пшитула, Р.Ф. Руми, М. Стэмплински. Сообщение ОИЯИ, РЗ-5553, Дубна, 1970.
5. В.Cauvin, A.Lottin, A.Michaudon et.al. Saclay (1971).
6. F.Becvar, R.Chrien, O.Wascon. BNL-15056 (1970).
7. Э.Н. Каржавина, А.Б. Попов. Препринт ОИЯИ, РЗ-5655, Дубна, 1971.
8. А.В. Малышев. Плотность уровней и структура атомных ядер. Атомиздат, Москва, 1969.
9. С.Newstead, J.Delaroche, В.Cauvin.
International Conference on statistical properties
of nuclei. Report 5.11. August 23-27, 1971. Albany.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 января 1972 года.