

П-58

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P6 - 3605

Ю.П.Попов, М.Стэмпинский

СПЕКТРЫ  $\alpha$ -ЧАСТИЦ ПРИ РАСПАДЕ  
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ  $^{148}\text{Sm}$   
СО СПИНАМИ  $3^-$  И  $4^-$

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1967.

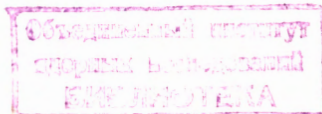
Р6 - 3605

5532/2 пр.

Ю.П.Попов, М.Стэмпинский

СПЕКТРЫ  $\alpha$ -ЧАСТИЦ ПРИ РАСПАДЕ  
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ  $^{148}\text{Sm}$   
СО СПИНАМИ  $3^-$  И  $4^-$

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"



## В в е д е н и е

Исследование спектров  $\alpha$ -частиц в реакции  $(n, \alpha)$  позволяет получить новые данные о структуре высоковозбужденных состояний ядер и новые характеристики  $\alpha$ -распада. Наиболее интересным является, по-видимому, изучение вероятности образования  $\alpha$ -частиц на поверхности ядра, характеризующей приведенной шириной, для различных состояний составного ядра.

Исследования такого рода трудны и проводились до сих пор на тепловых нейтронах<sup>/1-5/</sup>. Однако интерпретация таких данных часто неоднозначна из-за неопределенности квантовых характеристик возбуждаемых состояний. На резонансных нейтронах исследованы лишь полные  $\alpha$ -ширины реакции<sup>/6,7/</sup>.

В настоящей работе сообщаются первые результаты измерения спектров  $\alpha$ -частиц в отдельных резонансах.

## Методика и результаты измерения

Изучение спектров  $\alpha$ -частиц в резонансах реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$  проводилось на импульсном реакторе ИБР. Спектрометрия нейтронов осуществлялась по методу времени пролета. Спектры  $\alpha$ -частиц измерялись с помощью двойной ионизационной камеры с сеткой с разрешением 200 кэВ (для  $E_\alpha = 4,2$  МэВ). Импульсы с камеры анализировались двухмерным анализатором на магнитной ленте в режиме время-амплитуда. Мишенью служил слой обогащенного изотопа  $^{147}\text{Sm}$  (300 мкг/см<sup>2</sup>) общей площадью 1200 см<sup>2</sup>.

В результате измерений были получены спектры  $\alpha$ -частиц в резонансах с  $E_0 = 3,4$  эВ и 18,3 эВ, имеющих спины и четности  $J^\pi = 3^-$  и  $4^-/8^-$  соответственно (рис. 1).

## Обсуждение результатов

При захвате нейтронов с нулевым орбитальным моментом ядрами  $^{147}\text{Sm}$  образуются возбужденные состояния ядер  $^{148}\text{Sm}$  с  $J^\pi = 3^-$  и  $4^-$ . Поскольку  $\alpha$ -переходы  $4^- \rightarrow 0^+$  запрещены, то наличие  $\alpha$ -перехода в основное состояние дочернего ядра  $^{144}\text{Nd}$  (характеристики уровней  $^{144}\text{Nd}$  приведены в таблице) в резонансе 3,4 эв и отсутствие его в резонансе 18,3 эв подтверждают идентификацию резонансов по спинам, приведенную в работе<sup>/8/</sup>, но противоречит идентификации Хейфетца и др.<sup>/2/</sup>, основывающейся на косвенных соображениях.

Интересно отметить, что в измеренных нами спектрах  $\alpha$ -переходы в низшие состояния не являются преобладающими, как это имеет место в традиционном  $\alpha$ -распаде для четно-четных ядер.

В результате сравнения интенсивностей  $\alpha$ -переходов в отдельные состояния были получены значения приведенных парциальных ширин  $\delta_{01}^2 = 2\pi \Gamma_{\alpha 1} / P_1$ , где  $P_1$  — проникаемость ядерного барьера для  $\alpha$ -частицы с энергией и орбитальным моментом, соответствующими данному переходу<sup>/9/</sup>. Для получения абсолютных значений  $\Gamma_{\alpha 1}$  использовались величины полных  $\alpha$ -ширин  $\Gamma_\alpha = \sum \Gamma_{\alpha i}$ , измеренные в работе<sup>/8/</sup>.

Анализируя значения приведенных ширин реакции (см. таблицу), можно отметить следующие особенности:

1. Величины  $\delta_{01}^2$  флуктуируют в значительных пределах и в каждом резонансе независимо. Последнее связано с различием в природе исходных возбужденных состояний и указывает на несправедливость предположения, используемого обычно в анализе  $\alpha$ -спектров при захвате тепловых нейтронов, о том, что величины  $\delta_{01}^2$  одинаковы для разных возбужденных состояний.

2. Значения  $\delta_{01}^2$  для  $\alpha$ -переходов в возбужденные состояния с  $E_{\text{воз}} < 1,5$  Мэв оказываются заметно меньше среднего расстояния между уровнями составного ядра, которому в среднем они должны равняться согласно статистической теории ( $\delta_{\text{стат}}^2 = D = 14$  эв).

Отметим, что в реакции  $^{148}\text{Sm}(n, \alpha)$  на тепловых нейтронах<sup>/5/</sup> наблюдалось возрастание  $\delta_{01}^2$  (до значений  $\delta_{\text{стат}}^2 = 6$  эв) для  $\alpha$ -переходов на уровни дочернего ядра, расположенные выше энергии спаривания последних нейтронов.

Возможно, эти факты связаны с эффектом парных корреляций нейтронов сверх замкнутой оболочки  $N = 82$ . Ведь для  $\alpha$ -распада в основное или возбужденные состояния с  $E_{\text{воз}} < E_{\text{сп}}$  необходимо образование в составном ядре не только  $\alpha$ -частицы, но еще и спаренных нейтронов. Это должно привести к уменьшению величин  $\delta_{01}^2$  для переходов в состояния со спаренными нейтронами.

Можно отметить, что эффект парных корреляций нейтронов должен проявиться и в уменьшении экспериментальных значений  $\bar{\Gamma}_{\alpha}$  по сравнению с рассчитанными по статистической теории, что наблюдалось для изотопов  $^{147}\text{Sm}$  и  $^{149}\text{Sm}$  /10/.

Для более высоких резонансов статистика отсчетов оказалась недостаточной для анализа спектров  $\alpha$ -частиц, однако наличие  $\alpha$ -перехода в основное состояние в резонансе 27,1 эв говорит о том, что спин этого резонанса равен  $3^-$ .

В заключение авторы приносят свою благодарность Ф.Л. Шапиро за интерес к работе, К.Г. Родионову, Е.И. Нечаевой, Р.Ф. Руми, А.В. Грачевой, Й. Томиковой за помощь в проведении эксперимента.

#### Л и т е р а т у р а

1. R.D.Macfarlane, I.Almodovar . Phys. Rev., 127, 1665 (1962),
2. E.Cheifetz, J.Gilat et al. Phys. Lett., 1, 289 (1962),
3. В.Н. Андреев, С.М. Сироткин. Ядерная физика, 1, 252 (1965).
4. F.Poortmans, H.Ceulemans, J.A.Deruyter, M.Neve Mevergnies  
Nucl. Phys., 82, 331 (1966).
5. N.S.Oakey, R.D.Macfarlane. Phys. Lett., 24B, 142 (1967).
6. I.Kvitek, Yu.P.Popov. Phys. Lett., 22, 186 (1966).
7. И. Квитек, Ю.П. Попов. Письма в ЖЭТФ 5, 385 (1967).
8. Neutron Cross Sections. BNL-325 . II Edition. Washington (1966).
9. А.Ф. Дадакина. Бюллетень Информационного центра по ядерным данным, № 3, стр. 226. Атомиздат 1967.
10. Ю.П. Попов, И. Квитек, М. Стэмпинский. Contributions International Conference on Nuclear Structure. 7 - 13 Sept. 1967. Tokyo, Japan, p.311.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 ноября 1967 г.

Т а б л и ц а

Характеристики уровней дочернего ядра и приведенные вероятности  $\alpha$ -переходов на эти уровни в реакции  $^{147}\text{Sm}(\alpha, \alpha)^{144}\text{Nd}$

E воз. МэВ	I <sup><math>\pi</math></sup>	E <sub>0</sub> = 3,4 эв; J <sup><math>\pi</math></sup> = 3 <sup>-</sup>			E <sub>0</sub> = 18,3 эв; J <sup><math>\pi</math></sup> = 4 <sup>-</sup>		
		N <sub><math>\alpha</math></sub>	$\Gamma_{\alpha 1}$ мкэВ <sup>x)</sup>	$\delta_{01}^2$ эВ <sup>xx)</sup>	N <sub><math>\alpha</math></sub>	$\Gamma_{\alpha 1}$ мкэВ <sup>x)</sup>	$\delta_{01}^2$ эВ <sup>xx)</sup>
0	0 <sup>+</sup>	627	0,70±0,03	1,6±0,1	-	-	-
0,696	2 <sup>+</sup>	716	0,80±0,03	5,2±0,2	78	0,05±0,02	1,0± 0,4
1,31	4 <sup>+</sup>	98	0,11 <sup>+0,05</sup> -0,08	7,2 <sup>+3,3</sup> -5,2	170	0,11±0,02	7,2±1,2
1,50	(3)	197	0,22±0,05	12±3	62	0,04±0,02	3,2±1,6
1,56	2 <sup>+</sup>						
2,29	4 <sup>+</sup>	~ 35	0,04±0,03	100±80	~ 10	0,007±0,006	26±22
2,37	2 <sup>+</sup>						

x) Для неразрешенных по энергии переходов на уровни 1,50-1,56 Мэв и 2,29-2,37 Мэв приводятся суммарные ширины.

xx) Для неразрешенных переходов указаны средние приведенные ширины. Указанные в таблице ошибки не включают ошибки нормировки.

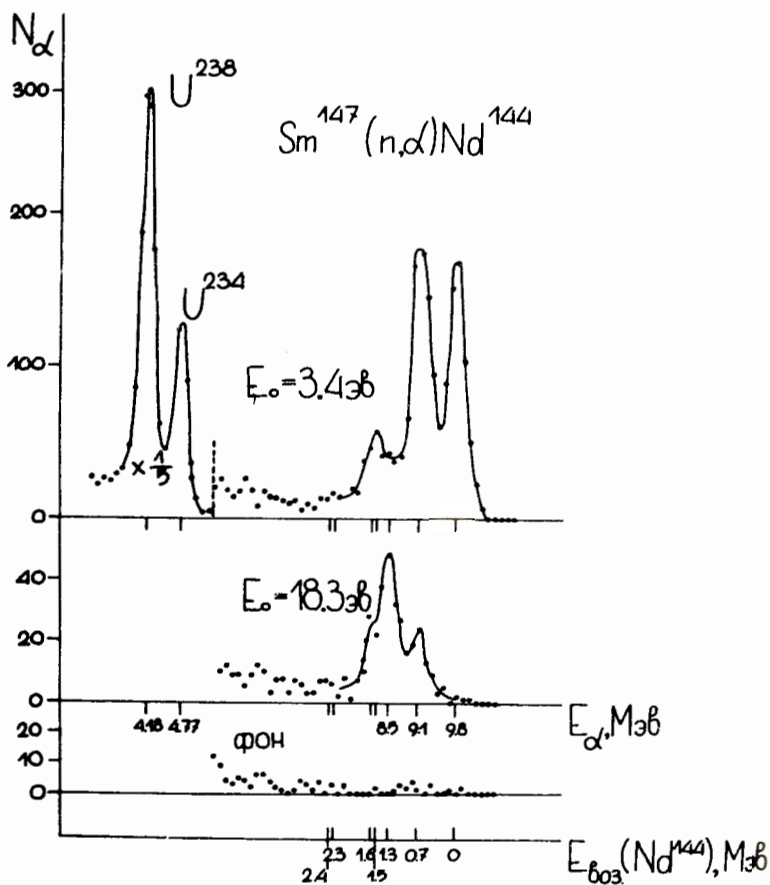


Рис. 1. На рисунке представлены энергетические спектры  $\alpha$ -частиц при распаде возбужденных состояний  $^{148}\text{Sm}$  со спинами и четностями  $J^\pi = 3^-$  и  $4^-$  (нейтронные резонансы с  $E_0 = 3,4$  эВ и  $18,3$  эВ, соответственно). Нижняя кривая характеризует фон, измеренный в промежутке между указанными резонансами. Под энергетической шкалой для  $\alpha$ -частиц приведено положение энергетических уровней дочернего ядра  $^{144}\text{Nd}$ , на которые происходит  $\alpha$ -распад.