

СЗ43 В+С З43g

A-139

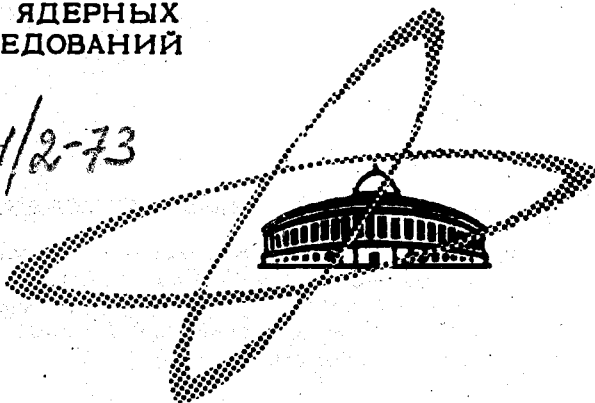
5/11.73

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

864/2-73

P4 - 6825



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

С.К.Абдулвагабова

ВОЗБУЖДЕНИЕ  $0^+$  -СОСТОЯНИЙ  
В РЕАКЦИЯХ ПЕРЕДАЧИ ДВУХ НУКЛОНОВ  
В ЯДРАХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

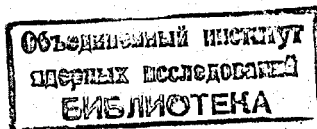
1972

P4 - 6825

С.К.Абдулгабова

**ВОЗБУЖДЕНИЕ  $0^+$  -СОСТОЯНИЙ  
В РЕАКЦИЯХ ПЕРЕДАЧИ ДВУХ НУКЛОНОВ  
В ЯДРАХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ**

Направлено в "Известия АН СССР" и на  
XXIII совещание по ядерной спектроскопии  
и структуре ядра



Абдулвагабова С.К.

P4 - 6825

Возбуждение  $0^+$ -состояний в реакциях передачи двух нуклонов в ядрах редкоземельной области

Исследованы свойства  $0^+$ -возбужденных состояний, генерированных парными, квадрупольными и спин-квадрупольными взаимодействиями в ядрах редкоземельной области. Вычислены энергии  $0^+$ -возбуждений, вероятности  $E0$ - и  $E2$ -переходов и отношение их (параметр Расмуссена  $X$ ), а также спектроскопические факторы для возбуждения  $0^+$ -состояний в реакциях двухнуклонных передач. Для всех ядер расчеты удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными при учете спин-квадрупольных взаимодействий.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна, 1972

Abdulvagabova S.K.

P4 - 6825

Excitation of  $0^+$  States in the Two Nucleon Transfer Reactions in Rare-Earth Region Nuclei

Properties of  $0^+$  excited states, generated by the pair, quadrupole and spin-quadrupole interactions in the rare-earth region nuclei, are studied. The excitation energies for  $0^+$  states, probabilities of  $E0$ - and  $E2$ -transitions and their ratios (Rasmussen parameter  $X$ ) are calculated as well as the spectroscopic factors for  $0^+$  state excitation in the two-nucleon transfer reactions. The calculations for all the nuclei agree satisfactorily with experimental data taking into account the spin-quadrupole interactions.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna, 1972

Известно, что из реакций передачи двух нуклонов можно получить важную информацию о свойствах  $O^+$ -возбужденных состояний в четно-четных атомных ядрах. В связи с этим за последнее время значительно возросло число экспериментальных работ /1-9, 23/, посвященных исследованиям на ядрах из области актинидов и редких земель. Анализируя экспериментальные данные, можно сделать некоторые выводы о типах  $O^+$ -состояний. Например, на основе данных о низколежащих  $O^+$ -возбужденных состояниях ядер редкоземельной области и области актинидов можно сказать, что большинство из них не являются парными вибрациями, так как энергия этих состояний значительно меньше величины энергетической щели  $2\Delta$ . Кроме того характер заселения /сильное и регулярное заселение в переходной области и в области с  $N \approx 90-98, 140-150$ /  $O^+$ -состояний в  $(p, t)$  и  $(t, p)$ -реакциях и кулоновское возбуждение этих ядер приводят к выводу, что эти состояния значительно коллективизированы.

Рост числа экспериментальных работ стимулировал теоретические исследования /10-17/ возбужденных  $O^+$ -уровней в реакциях  $(p, t)$  и  $(t, p)$ .

В /15/ показано, что в реакциях передачи двух нуклонов низколежащие  $O^+$ -уровни будут сильнее возбуждаться в ядрах, у которых одночастичные квадрупольные моменты  $q$ , вблизи поверхности Ферми имеют один знак. Такая "выстроенность" имеется в области актинидов и в начале редкоземельной области / $A \approx 235$  и  $A \approx 150-160$  соответственно/. Исследования /16/ ядер актинидов подтвердили это предсказание. Результаты расчетов, проведенных авторами этой работы, показали, что в модели с парными и квадрупольными силами можно качественно объяснить экспериментальные данные

о реакциях передачи двух нуклонов, но для получения удовлетворительного численного согласия с экспериментом надо учитывать спин-квадрупольное взаимодействие.

Некоторые выводы, сделанные на основании цитированных работ, побудили нас провести аналогичное исследование для ядер редкоземельной области, что и явилось целью данной работы.

Следует отметить, что недавно в <sup>/13/</sup> на основе модифицированного квадрупольного взаимодействия были рассмотрены некоторые ядра редкоземельной области. Выбирая для каждого ядра свою одночастичную схему и параметры взаимодействий, авторы получили ряд результатов, согласующихся с экспериментом.

В настоящей работе вычислены энергии и основные характеристики  $O^+$ -состояний; вероятности  $E2, E0$ -переходов, параметр Расмуссена -  $X$  и спектроскопические факторы для возбуждения  $O^+$ -состояний в реакциях  $(p, t)$  и  $(t, p)$ - $S/S_0$  /  $S_0$  - спектроскопический фактор для передачи в основное состояние конечного ядра/. Основные формулы теории приведены в работе <sup>/6/</sup>.

### Результаты расчетов и обсуждения

Вся исследуемая область была разбита на три зоны /  $A \approx 155$ ,  $A \approx 165$ ,  $A \approx 173$  /, объединяющих ядра, которые мало отличаются по массовому числу и имеют приблизительно равные величины деформации основных состояний. Параметры потенциала Вудса-Саксона взяты из <sup>/18/</sup>.

Поведение силовых параметров для квадрупольных и спин-квадрупольных взаимодействий  $k_q$  и  $k_t$ , соответственно, определялось по положению известных из эксперимента нижайших  $O^+$ -состояний. Полученные значения параметров представлены на рис. 1. Как и в области актинидов <sup>/16/</sup>, в рассматриваемой области ядер разброс значений  $k_q$  больше по сравнению с разбросом значений  $k_t$  и не может быть описан никакими простыми степенными зависимостями от массового числа, в то время как теоретически значения параметра  $k_t$  достаточно хорошо описываются формулой:

$$k_t = 65 \cdot 10^6 A^{-4} [ \text{Мэв} ] \quad /1/$$

Результаты расчетов и экспериментальные данные суммированы в таблице 1. Приведены результаты двух вариантов расчетов при значениях параметров: I -  $k_t = 0$  и  $k_q$  соответствует экспериментальной энергии нижайшего  $O^+$ -возбуждения; II - при значениях  $k_t$  и  $k_q$ , данных на рис. 1. Для каждого ядра приведены результаты для трех /случай I/ или четырех /случай II/ нижайших  $O^+$ -состояний. При вычислении использовались следующие значения эффективных зарядов для вероятностей  $EO$  и  $E2$ -переходов:

$$e_{eff} = 0,2 - \text{ для } EO\text{-переходов} \quad /2/$$

$$e_{eff} = 0,3 - \text{ для } E2\text{-переходов}$$

Кратко обсудим полученные результаты.

Как видно из таблицы 1, учет только парных и квадрупольных сил приводит к завышенным значениям вычисленных величин для первого возбужденного состояния. Второе  $O^+$ -возбуждение появляется при энергиях, больших /или порядка/ энергетической щели  $2\Delta$ . Соответствующим выбором параметра  $k_t$  при одновременном введении квадрупольных и спин-квадрупольных сил можно достичь согласия с экспериментом. Для первого возбужденного состояния удовлетворительно согласуются с экспериментом значения  $B(E2)$  и спектроскопические факторы, а вторые возбужденные состояния опускаются ниже щели.

Во всех рассмотренных ядрах значения  $\rho(E0)$  значительно меньше одночастичной оценки. Наибольшие значения  $\rho(E0)$  измерены в работе /19/ для ядер  $^{152}Sm$  и  $^{154}Gd$  по оценкам времени жизни  $O^+$ -возбужденных состояний. К сожалению, таких точных оценок для вероятности  $EO$ -перехода очень мало.

С уменьшением  $B(E2)$  и  $\rho(E0)$  /при введении спин-квадрупольного взаимодействия/ уменьшается и параметр  $X$ . Расчеты показывают, что с увеличением эффективного заряда величина  $X$  слабо уменьшается.

С ростом энергии  $O^+$ -возбуждения сильно возрастает роль парных вибраций, а влияние спин-квадрупольных сил на такие состояния падает. Это связано с тем, что спин-квадрупольные силы не интерферируют с парными вибрациями. В этой области энергии значения  $\rho(E0)$ ,  $B(E2)$  и спектроскопические факторы малы, параметр  $X$  колеблется в широких пределах. Уместно отметить, что значения величин, не превышающих 0,01, носят качественный характер.

Для большинства рассмотренных ядер в реакциях  $(p, t)$  и  $(t, p)$  получаются довольно близкие отношения спектроскопических факторов  $S/S_0$ . Только для ядер, находящихся на границе области "выстроенности" квадрупольных моментов, факторы  $S(p, t)$  и  $S(t, p)$  заметно отличаются. На рис. 2 приведены зависимость отношения  $S/S_0$  для  $(p, t)$  и  $(t, p)$  реакций от энергии возбуждения в случае  $k_t = 0$  для ядер  $^{164}\text{Er}$  и  $^{172}\text{Yb}$ , находящихся, соответственно, в середине и на границе области "выстроенности" квадрупольных моментов. В отношении ядер в другой граничной области  $/N \approx 88-90/$  можно ожидать существенного подавления сечений  $(t, p)$ -реакции по сравнению с сечением  $(p, t)$ , т.е. возможна ситуация, обратная предыдущей граничной области.

Следует отметить, что для многих ядер даже с учетом спин-квадрупольного взаимодействия не удастся получить одновременно-го согласия значений  $S(p, t)/S_0$  и  $S(t, p)/S_0$  с экспериментальными отношениями сечений  $\sigma/\sigma_0$ . Это может происходить по следующим причинам.

Во-первых, надо иметь в виду, что сравнение величин  $S/S_0$  с отношением сечений  $\sigma/\sigma_0$  допустимо, если предполагать, что механизм реакции передачи двух нуклонов является одноступенчатым процессом, хотя и не ясно, насколько справедливо такое упрощенное представление.

Кроме того, при сравнении эксперимента с теорией большую роль играет правильный выбор параметров деформации, которые могут существенно влиять на возбуждение  $O^+$ -состояний в реакциях  $(p, t)$  и  $(t, p)$ . Исследование, проведенное в работе <sup>124/</sup>, показывает, что в ядрах переходной области особенно сильное заселение  $O^+$ -возбужденных состояний в реакциях передачи двух нуклонов происходит в тех случаях, когда деформация возбужденного состояния дочернего ядра совпадает с деформацией основного состояния материнского ядра. Именно этим объясняется различное возбуждение  $O^+$ -состояний, а также различное сравнительное поведение сечений в реакциях  $(p, t)$  и  $(t, p)$  в таких ядрах, как  $^{150}\text{Sm}$  и  $^{152}\text{Sm}$ . Различие расчетных и экспериментальных значений спектроскопических факторов, в частности, может происходить из-за того, что в теоретических расчетах для данной зоны ядер были использованы одинаковые деформации, что не совсем отвечает реальной ситуации.

Таким образом, анализируя экспериментальные и теоретические результаты по  $(p, t)$ - и  $(t, p)$ -реакциям, можно сказать, что низко-

лежащие  $O^+$  -возбужденные состояния деформированных ядер не являются чистыми состояниями какого-то определенного типа движения. Модель с квадрупольным взаимодействием лишь качественно объясняет известные эмпирические данные о  $(p,t)$ - и  $(t,p)$ -реакциях. Учет спин-квадрупольного взаимодействия необходим, но недостаточен. Для количественного объяснения кроме определения вида движения нужны точные знания о механизме реакции передачи двух нуклонов, а также уточнение динамики самосогласованного поля ядер /особенно для ядер на границе переходных областей/.

В заключение автор выражает благодарность Н.И.Пятову за многочисленные полезные обсуждения и С.П.Ивановой - за предоставление материалов, необходимых для численных расчетов.

#### Литература

1. J.V.Maher, J.R.Erskine et al. *Phys.Rev.Lett.*, 25, 302 (1970), *Phys.Rev.*, C5, 1380 (1972).
2. D.G.Fleming, C.Günter et al., *Phys.Rev.Lett.* 27, 1235 (1971), A.Bäcklin.  
Private Communication to N.I.Pyatov.
3. D.R.Bes, R.F.Casten, E.R.Flynn, J.D.Garret et al., *Phys.Lett.*, 40B, 333 (1972).
4. R.Chapman, W.McLatchie and J.E.Kitching. *Phys.Lett.*, 31B, 292 (1970).
5. J.H.Bjerregaard, O.Hansen, O.Nathan and S.Hinds. *Nucl.Phys.*, 86, 145 (1966).
6. J.R.Maxwell, G.M.Reynolds, N.M.Hintz. *Phys.Rev.*, 151, 1000 (1966).
7. Th.W.Elze, J.S.Boyno and J.R.Huizenga. *Nucl.Phys.*, 187A, 473 (1972).
8. J.V.Maher, J.J.Kolata and R.W.Miller. *Phys.Rev.*, C6, 358 (1972).
9. M.Oothoudt, N.M.Hintz and P.Vedelsby. *Phys.Lett.*, 32B, 270 (1970).
10. D.R.Bes and R.A.Brogliu. *Nucl.Phys.*, 80, 289 (1966).
11. O.Mikoshiba, R.K.Sheline et al., *Nucl.Phys.*, A101, 202 (1967).
12. T.Kamuri and H.Yoshida. *Nucl.Phys.*, A117, 27 (1968).
13. R.J.Ascuitto and B.Sørensen. *Nucl.Phys.*, A190, 297 (1972).
14. С.К.Абдулгабова, Н.И.Пятов. Препринт ОИЯИ, Р4-5576, Дубна, 1971.
15. S.K.Abdulvagabova, S.P.Ivanova, N.I.Pyatov. *Phys.Lett.*, 38B, 215 (1972).
16. С.К.Абдулгабова, С.П.Иванова, Н.И.Пятов. ЯФ, 16, 1209/1972/.
17. W.I. van Rij, S.K.Kaahana. *Phys.Rev.Lett.*, 28, 50 (1972).
18. Л.А.Малов, В.Г.Соловьев, С.И.Федотов. Изв. АН СССР, сер. физ., 35, 747 /1971/.  
V.G.Soloviev, S.I.Fedotov. Preprint JINR, E4-6055, Dubna, 1971.
19. N.Rud, G.T.Ewan et al. *Nucl.Phys.*, A191, 545 (1972).
20. Н.И.Пятов. Сб. "Проблемы современной ядерной физики", /Наука, М., 1971/, стр. 141.



21. J.Gizon, H.Ohlsson, J.Valentin, R.J.Lombard. *Nucl.Phys.*, A185, 321 (1972).
22. F.M.Bernthal, J.O.Rasmussen, J.M.Hollander. *Radioactivity in Nuclear Spectroscopy*, v. 1, J.H.Hamilton and J.C.Mathuruthil, eds. (Gordon and Breach Sci.Publ., New York 1972), p. 337, D.C.Camp, F.M.Bernthal. *Annual Report*, p. 51 (1970-71), Michigan.
23. N.M.Hintz. *Proceedings of the Symposium on Two-Nucleon Transfer and Pairing Excitations*, Argonne, 1972; PHY-1972, H, p. 41.  
P.Debenham and N.M.Hintz, *Nucl.Phys.*, A195, 385 (1972).
24. T.Takemasa, M.Sakagami and M.Sano. *Phys.Lett.*, 37B, 473 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 декабря 1972 года.

Таблица I

Характеристики  $O^+$ -возбуждений (пояснения см. текст)

Ядро		$^{150}Nd$				$^{152}Nd$				$^{152}Sm$			
Теория I	$\omega(M\pi\delta)$	0,69	2,29	2,34		1,14	2,19	2,33		0,69	2,31	2,44	
	$B(E2)_{spu}$	11,38	0,08	0,03		8,26	0,09	0,02		10,78	0,04	0,15	
	$\rho(E0)$	0,46	0,07	0,10		0,39	0,01	0,06		0,47	0,05	0,09	
	X	0,13	0,38	1,94		0,13	0,01	1,56		0,14	0,49	0,41	
	$S(\rho,t)/S_0$	3,66	0,01	<0,01		1,22	0,07	0,01		3,50	0,01	0,01	
	$S(t,\rho)/S_0$	2,76	0,01	0,02		1,16	0,02	0,01		2,63	0,02	<0,01	
Теория II	$\omega(M\pi\delta)$	0,68	1,05	2,29	2,34	1,14	1,58	2,19	2,33	0,68	1,06	2,31	2,43
	$B(E2)_{spu}$	4,52	3,93	0,08	0,03	5,05	1,62	0,07	0,02	5,66	2,90	0,06	0,08
	$\rho(E0)$	0,27	0,29	0,07	0,09	0,29	0,19	0,01	0,06	0,31	0,27	0,05	0,10
	X	0,12	0,15	0,39	1,94	0,12	0,16	0,01	1,55	0,12	0,17	0,23	0,86
	$S(\rho,t)/S_0$	1,44	0,62	0,01	<0,01	0,72	0,13	0,07	0,01	1,82	0,46	0,02	0,01
	$S(t,\rho)/S_0$	1,09	0,38	0,01	0,02	0,68	0,13	0,02	0,01	1,38	0,28	0,02	<0,01
Эксперимент	$\omega(M\pi\delta)$	0,69				1,14				0,68 1,09 1,66 (2,30)			
	$B(E2)_{spu}$	5,0(1,3)				-				6,5 - - -			
	$\rho(E0)$	-				-				0,26(2) - - -			
	X	-				-				0,07 - - -			
	$S(\rho,t)/S_0$	-				-				0,28 <0,01 0 1,00			
	$S(t,\rho)/S_0$	1,20				0,70				0,74 0,68 0,02 -			

Таблица I (продолжение)

Ядро		154 Sm			156 Sm			154 Gd					
Теория I	$\omega(M\pi)$	1,10	2,10	2,25	1,07	2,06	2,19	0,68	1,94	2,14			
	$B(E2)_{sp}$	7,80	0,13	0,02	9,60	0,01	0,20	7,63	0,04	<0,01			
	$\rho(E0)$	0,41	0,06	0,04	0,14	0,02	0,09	0,39	0,03	<0,01			
	X	0,15	0,21	0,60	0,15	0,35	0,31	0,14	0,17	0,69			
	$S(\pi\pi)/S_0$	1,33	0,07	<0,01	1,46	0,01	<0,01	3,35	0,01	0,02			
	$S(\pi\rho)/S_0$	1,26	0,02	0,02	1,96	0,02	<0,01	2,13	0,03	0,08			
Теория II	$\omega(M\pi)$	1,10	1,45	2,10	2,25	1,07	1,74	2,07	2,21	0,69	1,01	1,95	2,14
	$B(E2)_{sp}$	3,09	2,57	0,17	0,02	0,48	2,65	0,02	0,29	3,40	2,29	0,04	<0,01
	$\rho(E0)$	0,24	0,26	0,07	0,04	0,07	0,26	0,03	0,11	0,24	0,24	0,03	<0,01
	X	0,12	0,18	0,22	0,57	0,07	0,17	0,28	0,28	0,12	0,17	0,17	0,69
	$S(\pi\pi)/S_0$	0,49	0,24	0,10	<0,01	0,06	0,10	0,01	<0,01	1,40	0,57	0,01	0,02
	$S(\pi\rho)/S_0$	0,47	0,24	0,01	0,02	0,08	0,22	0,02	0,01	0,89	0,26	0,03	0,08
Эксперимент	$\omega(M\pi)$	1,10	1,22			1,07			0,68	1,29			
	$B(E2)_{sp}$	1,2(3)	н/д			-			4,8(1,2)	-			
	$\rho(E0)$	-	-			-			0,31(3)	-			
	X	-	-			-			0,11(3)	-			
	$S(\pi\pi)/S_0$	-	-			-			0,13	-			
	$S(\pi\rho)/S_0$	0,10	0,33			0,07			-	-			

Таблица I (продолжение)

Ядро		$^{156}\text{Gd}$				$^{158}\text{Gd}$				$^{156}\text{Dy}$			
Теория I	$\omega$ (МэВ)	1,05	1,80	1,98		1,20	1,97	2,13		0,68	2,32	2,40	
	$B(E2)_{\text{exp}}$	6,51	0,37	0,04		7,7	0,02	0,21		10,78	0,03	0,01	
	$\rho(E0)$	0,37	0,09	0,03		0,41	0,02	0,07		0,44	0,03	0,01	
	$\chi$	0,15	0,17	0,17		0,15	0,24	0,19		0,12	0,17	0,18	
	$S(\rho_1)/S_0$	1,63	0,24	0,01		1,04	0,01	<0,01		4,24	0,01	0,02	
	$S(\rho_2)/S_0$	1,58	0,01	0,04		1,50	0,02	0,02		3,22	0,02	0,04	
Теория II	$\omega$ (МэВ)	1,04	1,41	1,83	1,99	1,20	1,71	1,97	2,15	0,68	1,54	2,52	2,40
	$B(E2)_{\text{exp}}$	1,90	2,04	0,55	0,06	0,87	2,04	0,03	0,20	0,19	2,92	0,04	0,01
	$\rho(E0)$	0,17	0,23	0,12	0,04	0,10	0,23	0,03	0,07	0,03	0,23	0,03	0,01
	$\chi$	0,11	0,17	0,19	0,12	0,08	0,18	0,18	0,20	0,04	0,13	0,12	0,18
	$S(\rho_1)/S_0$	0,44	0,26	0,29	0,01	0,10	0,10	0,01	0,01	0,05	0,31	0,01	0,02
	$S(\rho_2)/S_0$	0,42	0,34	<0,01	0,04	0,14	0,22	0,03	0,02	0,04	0,12	0,03	0,04
Эксперимент	$\omega$ (МэВ)	1,05	1,17	1,71	1,85	1,20	1,45			0,68			
	$B(E2)_{\text{exp}}$	2,8(1,2)	-	-	-	-	-			-			
	$\rho(E0)$	0,41(5)	-	-	-	-	-			-			
	$\chi$	0,10	<0,02	-	-	-	-			0,06			
	$S(\rho_1)/S_0$	0,11	-	-	-	-	0,20			-			
	$S(\rho_2)/S_0$	-	-	-	-	-	-			-			

Таблица I (продолжение)

Ядро		158 Dy			160 Dy				162 Dy				
Теория I	$\omega$ (МэВ)	1,00	2,01	2,18	1,27	2,07	2,24		1,13	2,17	2,23		
	$B(E2)_{\text{эксп}}$	8,53	0,18	0,02	7,95	0,01	0,19		10,0	0,28	0,02		
	$\rho(E0)$	0,40	0,06	0,02	0,39	0,02	0,06		0,50	0,10	0,05		
	$\chi$	0,13	0,15	0,15	0,13	0,17	0,14		0,19	0,25	0,55		
	$S(p,t)/S_0$	2,24	0,15	$\sim 10^{-3}$	0,99	0,01	$< 0,01$		1,10	0,01	0,02		
	$S(t,p)/S_0$	2,08	0,01	0,02	1,45	0,02	0,02		2,13	0,07	0,05		
Теория II	$\omega$ (МэВ)	0,99	1,61	2,04	2,19	1,26	1,77	2,07	2,25	1,11	1,70	2,19	2,23
	$B(E2)_{\text{эксп}}$	0,60	2,67	0,37	0,05	1,35	2,11	0,02	0,17	1,03	2,51	0,20	0,04
	$\rho(E0)$	0,08	0,23	0,09	0,03	0,13	0,22	0,02	0,06	0,13	0,28	0,08	0,06
	$\chi$	0,07	0,14	0,17	0,11	0,09	0,17	0,17	0,14	0,11	0,22	0,22	0,55
	$S(p,t)/S_0$	0,13	0,27	0,20	0,01	0,15	0,11	0,01	0,01	0,10	0,07	0,01	0,02
	$S(t,p)/S_0$	0,12	0,29	0,01	0,02	0,22	0,24	0,03	0,02	0,19	0,34	0,06	0,08
Эксперимент	$\omega$ (МэВ)	0,99	(1,65)			1,27	1,95			(1,13)	1,67		
	$B(E2)_{\text{эксп}}$	$> 0,3$	-			-	-			-	-		
	$\rho(E0)$	$> 0,06$	-			-	-			-	-		
	$\chi$	0,10(15)	-			$\geq 0,30$	0,65			-	-		
	$S(p,t)/S_0$	0,09	-			0,16	-			-	0,13		
	$S(t,p)/S_0$	-	-			-	-			-	-		

Таблица I (продолжение)

Ядро		$^{162}\text{Er}$			$^{164}\text{Er}$				$^{166}\text{Er}$				
Теория I	$\omega$ (МэВ)	1,08	2,14	2,29	1,25	2,00	2,06		1,46	1,79	1,98		
	$B(E2)_{\text{эпм}}$	9,93	<0,01	0,03	6,19	0,14	0,54		1,99	0,68	<0,01		
	$P(E0)$	0,50	0,02	0,04	0,40	0,07	0,16		0,21	0,16	0,01		
	$X$	0,17	1,00	0,36	0,18	0,25	0,33		0,16	0,20	0,69		
	$S(R_2)/S_0$	1,45	0,01	<0,01	0,56	0,04	<0,01		0,01	0,06	<0,01		
	$S(L_1)/S_0$	1,82	0,01	0,01	1,20	0,01	0,12		0,64	0,01	<0,01		
Теория II	$\omega$ (МэВ)	0,93	1,45	2,14	2,22	1,25	1,64	2,00	2,11	1,46	1,61	1,85	1,98
	$B(E2)_{\text{эпм}}$	5,15	3,22	<0,01	0,08	0,98	1,23	0,06	0,50	0,66	0,11	0,40	<0,01
	$P(E0)$	0,33	0,32	0,02	0,12	0,14	0,20	0,04	0,16	0,09	0,08	0,13	0,01
	$X$	0,15	0,21	1,04	1,35	0,11	0,22	0,23	0,37	0,09	0,38	0,28	0,69
	$S(R_2)/S_0$	0,99	0,26	0,01	<0,01	0,07	0,04	0,03	<0,01	0,01	0,04	0,01	<0,01
	$S(L_1)/S_0$	1,19	0,37	0,01	<0,01	0,16	0,19	<0,01	0,16	0,17	0,18	0,01	<0,01
Эксперимент	$\omega$ (МэВ)	1,08				1,25	1,70	1,77	2,17	1,46	2,19		
	$B(E2)_{\text{эпм}}$	-				10,05	-	-	-	-	-		
	$P(E0)$	-				10,01	-	-	-	-	-		
	$X$	-				-	-	-	-	-	-		
	$S(R_2)/S_0$	-				0,15(3)	0,39(6)	0,78(11)	1,76(25)	0,06(1)	-		
	$S(L_1)/S_0$	-				0,07	-	-	-	0,02	0,02		

Таблица I (продолжение)

Ядро		$^{168}\text{Er}$				$^{170}\text{Er}$				$^{168}\text{Yb}$			
Теория I	$\omega(\text{MeB})$	1,22	1,82	2,17		0,88	1,87	1,88		1,15	1,67	1,85	
	$B(E2)_{\text{exp}}$	4,99	0,01	0,14		5,63	0,04	0,03		3,59	<0,01	0,76	
	$\rho(E0)$	0,33	0,03	0,11		0,37	0,05	0,05		0,26	0,02	0,11	
	$\chi$	0,15	0,80	0,59		0,16	0,34	0,46		0,11	0,69	0,09	
	$S(\pi_0)/S_0$	0,05	<0,01	0,05		0,02	<0,01	<0,01		0,07	<0,01	0,36	
	$S(\pi_1)/S_0$	0,95	<0,01	<0,01		0,97	0,04	0,03		0,98	<0,01	0,06	
Теория II	$\omega(\text{MeB})$	1,22	1,65	1,82	2,17	0,88	1,13	1,87	1,88	1,15	1,37	1,67	1,81
	$B(E2)_{\text{exp}}$	4,22	0,18	0,01	0,13	1,26	2,29	0,03	0,04	2,03	0,55	<0,01	0,78
	$\rho(E0)$	0,29	0,10	0,03	0,11	0,14	0,25	0,04	0,05	0,17	0,12	0,02	0,11
	$\chi$	0,14	0,38	0,62	0,66	0,11	0,19	0,49	0,34	0,10	0,16	>1,00	0,09
	$S(\pi_0)/S_0$	0,04	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	0,08
	$S(\pi_1)/S_0$	0,78	0,05	<0,01	<0,01	0,19	0,36	0,03	0,05	0,52	0,19	<0,01	0,05
Эксперимент	$\omega(\text{MeB})$	1,22				0,88				1,16	1,20		1,54
	$B(E2)_{\text{exp}}$	-				-				>0,004	$6 \cdot 10^{-5}$		< $10^{-5}$
	$\rho(E0)$	-				-				>0,008	$(3,5-8,1)10^{-2}$		> $5,5 \cdot 10^{-3}$
	$\chi$	-				-				0,13	>1,1		>3,1; 0,76
	$S(\pi_0)/S_0$	-				-				-	-		-
	$S(\pi_1)/S_0$	-				-				-	-		-

Таблица I (продолжение)

Ядро		$^{170}\text{Yb}$				$^{172}\text{Yb}$				$^{174}\text{Yb}$			
Теория I	$\omega (M\beta)$	1,07	1,46	1,89		1,05	1,68	1,89		1,32	1,62	1,71	
	$B(E2)_{\text{сп}}$	2,07	<0,01	0,61		4,52	0,05	<0,01		1,92	0,24	0,28	
	$\rho(E0)$	0,19	0,02	0,08		0,29	0,03	0,03		0,18	0,08	0,07	
	$\chi$	0,12	>1,00	0,07		0,12	0,14	1,15		0,11	0,17	0,15	
	$S(\rho, \rho)/S_0$	<0,01	<0,01	0,04		0,03	<0,01	<0,01		0,13	<0,01	0,01	
	$S(\rho, \rho)/S_0$	0,53	<0,01	0,05		0,43	0,03	<0,01		0,18	<0,01	<0,01	
Теория II	$\omega (M\beta)$	1,07	1,23	1,46	1,92	1,04	1,24	1,69	1,89	1,32	1,43	1,63	1,72
	$B(E2)_{\text{сп}}$	0,29	0,76	<0,01	0,47	2,80	1,02	0,05	<0,01	1,01	0,37	0,20	0,35
	$\rho(E0)$	0,04	0,10	0,02	0,06	0,20	0,14	0,03	0,03	0,10	0,09	0,07	0,08
	$\chi$	0,05	0,09	>1,00	0,05	0,10	0,14	0,14	1,15	0,07	0,17	0,21	0,11
	$S(\rho, \rho)/S_0$	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,06	0,07	<0,01	0,02
	$S(\rho, \rho)/S_0$	0,06	0,24	<0,01	0,05	0,25	0,11	0,02	<0,01	0,09	0,07	<0,01	<0,02
Эксперимент	$\omega (M\beta)$	1,07	1,23	1,48	1,57	1,04	1,40	1,79	1,89	1,32	1,49	1,89	2,11
	$B(E2)_{\text{сп}}$	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-
	$\rho(E0)$	< 0,009	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\chi$	0,005	0,03	0,94	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-
	$\sigma(\rho, \rho)/\sigma_0$	0,01	-	-	-	0,04	0,005	0,03	0,02	-	0,26	0,12	0,07
	$\sigma(\rho, \rho)/\sigma_0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Таблица I. (продолжение)

Ядро		174 Hg			176 Hg				178 Hg				
Теория I	$\omega(M\%)$	0,82	1,87	1,88	1,15	1,62	1,70		1,20	1,59	1,93		
	$B(E2)_{\text{сп}}/\text{e.u.}$	7,23	0,06	0,03	4,29	0,25	0,22		6,40	1,27	0,62		
	$\rho(E0)$	0,36	0,04	0,03	0,28	0,08	0,08		0,35	0,17	0,12		
	$\chi$	0,12	0,23	0,23	0,12	0,19	0,19		0,14	0,17	0,15		
	$S(P, \nu)/S_0$	0,04	<0,01	<0,01	0,11	0,01	0,01		0,11	0,07	0,04		
	$S(\nu, P)/S_0$	1,13	0,04	0,03	0,29	0,01	<0,01		0,30	0,09	0,03		
Теория II	$\omega(M\%)$	0,82	1,13	1,87	1,88	1,15	1,30	1,62	1,71	1,20	1,36	1,62	1,94
	$B(E2)_{\text{сп}}/\text{e.u.}$	6,00	0,56	0,05	0,03	1,60	1,46	0,25	0,28	3,53	1,26	1,61	0,73
	$\rho(E0)$	0,32	0,12	0,04	0,04	0,15	0,18	0,08	0,08	0,24	0,18	0,20	0,14
	$\chi$	0,12	0,18	0,28	0,32	0,09	0,15	0,19	0,17	0,12	0,18	0,18	0,16
	$S(P, \nu)/S_0$	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	<0,01	0,01	0,06	0,03	0,10	0,03
	$S(\nu, P)/S_0$	0,93	0,08	0,04	0,03	0,10	0,13	<0,01	<0,01	0,16	0,07	0,12	0,04
эксперимент	$\omega(M\%)$	0,83	(1,24)			1,15	1,29	1,75		1,20	1,43	1,44	1,77
	$B(E2)_{\text{сп}}/\text{e.u.}$	4,0	—			—	—	—		—	—	—	—
	$\rho(E0)$	0,3	—			—	—	—		—	—	—	—
	$\chi$	0,17	—			0,17(3)	8,3(1,3)	—		0,15(1)	0,11(1)	0,52(3)	—
	$S(P, \nu)/S_0$	—	—			0,12	0,03	0,05		—	0,03	—	0,05
	$S(\nu, P)/S_0$	—	—			—	—	—		—	—	—	—

экспериментальные данные взяты из работ /4-9/, /19-23/

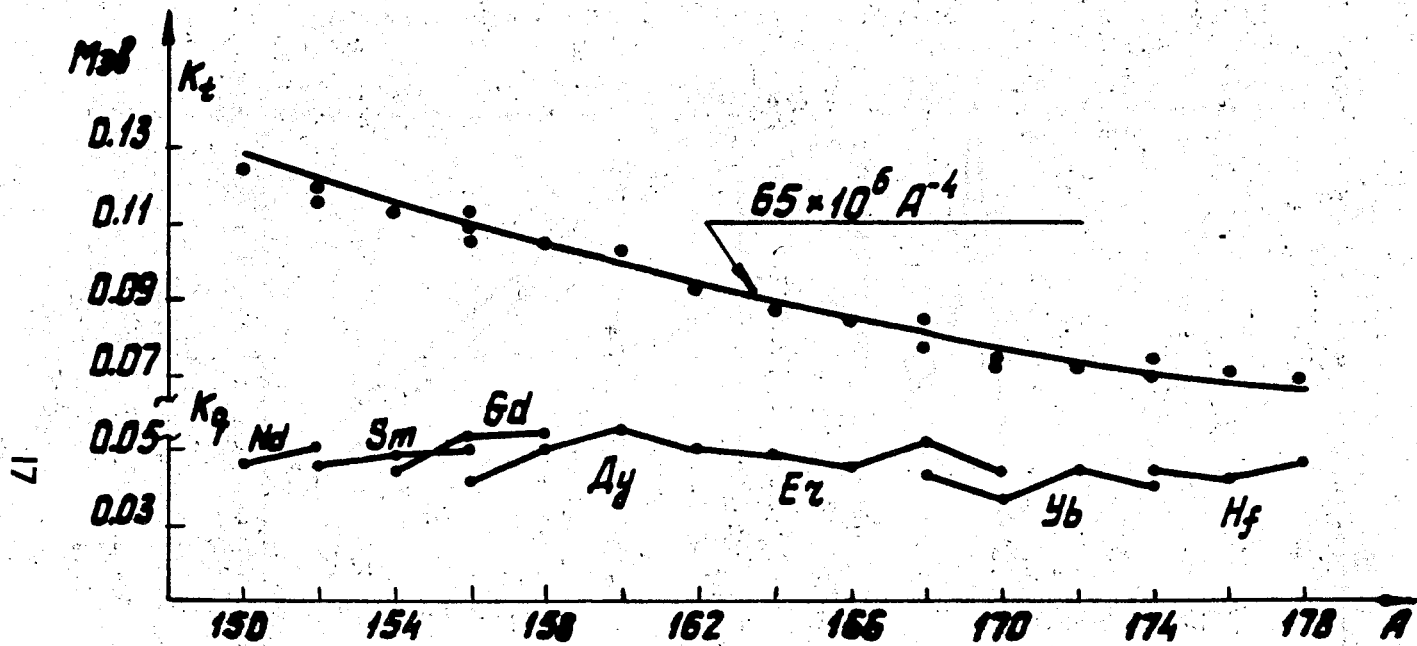


Рис. 1. Силовые параметры взаимодействий, использованные в расчетах.

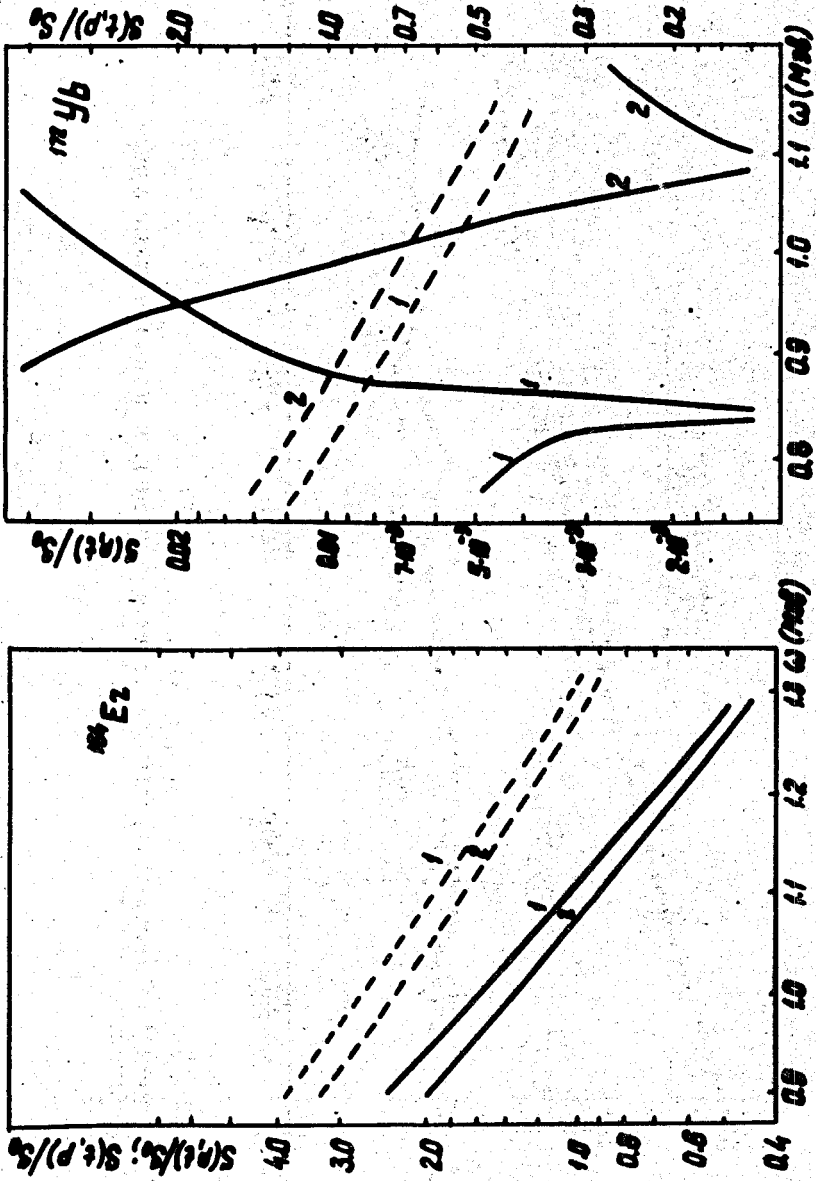


Рис. 2. Отношение  $S/S_0$  как функция энергии  $0^+$ -возбуждений. Сплошные линии -  $S(p, t)/S_0$ ; пунктирные -  $S(t, p)/S_0$ . Расчеты проведены при двух значениях щели  $\Delta$  для каждого ядра/линии 1 и 2 на рисунке/именно:  $^{164}\text{Er}$  -  $\Delta_1 = 0,92$  Мэв,  $\Delta_2 = 1,01$  Мэв,  $^{172}\text{Yb}$  -  $\Delta_1 = 0,814$  Мэв,  $\Delta_2 = 0,89$  Мэв.