

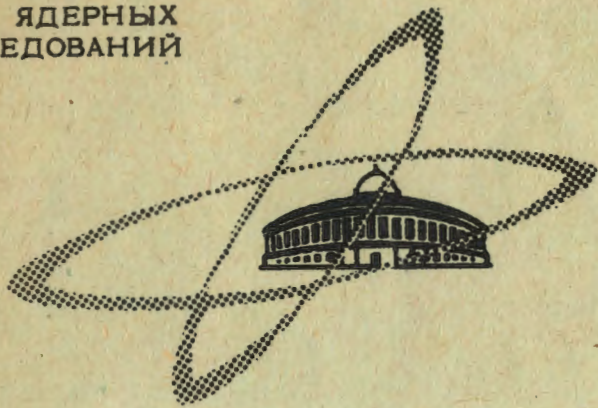
К-228

21/VI-65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

РЗ - 3882



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Э.Н.Каржавина, Нгуен Нгуен Фонг, А.Б.Попов

НЕЙТРОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ ИЗОТОПОВ
ГАДОЛИНИЯ

1968

РЗ - 3382

Э.Н.Каржавина, Нгуен Нгуен Фонг, А.В.Попов

НЕЙТРОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ ИЗОТОПОВ
ГАДОЛИНИЯ

Направлено в ЯФ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИИЯТ ОУРНА

7350/2 чр.

В в е д е н и е

В предыдущей работе авторов ^{/1/} в поведении плотности уровней изотопов Nd было обнаружено, что параметр плотности уровней α существенно возрастает с числом нейтронов, причём значения α для тяжелых изотопов неодима оказались значительно выше, чем для соседних ядер с $A \approx 160 + 170$. При этом обращало на себя внимание то обстоятельство, что данные по неодиму совместно с известными данными для изотопов Sm и Gd образуют заметный максимум в зависимости α от атомного веса при $A \approx 150$. Для уточнения этой особенности зависимости α от A нами были проведены исследования изотопов Gd, которые находятся в соседней с Nd области атомных ядер. Для Gd имелись некоторые данные о нейтронных резонансах ^{/2/}, однако для ¹⁵²Gd, ¹⁵⁴Gd, ¹⁵⁸Gd и ¹⁶⁰Gd сведения о нейтронных резонансах практически отсутствовали.

Эксперимент и результаты

Были проведены измерения пропускания и кривых выхода γ -лучей радиационного захвата нейтронов для всех изотопов гадолия: ¹⁵²Gd, ¹⁵⁴Gd, ¹⁵⁵Gd, ¹⁵⁶Gd, ¹⁵⁷Gd, ¹⁵⁸Gd. Образцы готовились

из окиси гадолиния и имели вес от 3 (^{152}Gd) до 75 г и обогащение от 36% (^{152}Gd) до 98%. Разрешение в измерениях пропускания было 10 нсек/м, в измерениях радиационного захвата 6 нсек/м для ^{155}Gd , ^{157}Gd и 20 нсек/м для чётных изотопов. Использовались те же методы измерения и обработки данных, что и в предыдущих работах ^{/1,3/}.

Измерения проводились с той же детекторной аппаратурой, что и в ^{/1,3/}, за исключением измерений радиационного захвата ^{155}Gd и ^{157}Gd , которые были проведены на детекторе из 4 кристаллов NaI (размером 100 x 100 мм каждый).

Параметры нейтронных резонансов определялись методом площадей (в случае необходимости учитывалась интерференция между потенциальным и резонансным рассеянием). Радиационные ширины для ^{152}Gd , ^{154}Gd , ^{155}Gd , ^{157}Gd были получены при совместной обработке данных по пропусканию и радиационному захвату из соотношения $\Gamma_\gamma = \Gamma - \Gamma_n$ (или $\Gamma_\gamma = \Gamma - 2g\Gamma_n$ для нечётных изотопов). Для ^{156}Gd , ^{158}Gd , ^{160}Gd радиационные ширины были найдены для резонансов, у которых $\Gamma_n \gg \Gamma_\gamma$, непосредственно из кривых радиационного захвата нейтронов для этих изотопов ^{/1/}.

На рисунках 1 2 приведены основные экспериментальные данные по измерению пропускания и радиационного захвата изотопов Gd.

Полученные параметры нейтронных резонансов изотопов представлены в табл. 1 - 3. В табл. 4 приведены средние параметры изотопов Gd: расстояние между уровнями D, силовая функция S_0 и средняя радиационная ширина Γ_γ . При вычислении D и S_0 принимались во внимание резонансы, расположенные на линейных участках зависимости числа резонансов от энергии нейтронов. S_0 получены методом наи-

большого правдоподобия^{/4/}, а также как $S = \frac{\sum g \Gamma_n^0}{\Delta E}$, в последнем случае указаны ошибки $\Delta S_0 = \sqrt{\frac{2,3}{n}} S_0$ /5/ (n - число резонансов).

Следует заметить, что значения нейтронных ширин слабых уровней, наблюдаемых в чётных изотопах, получены на основе кривых радиационного захвата. Предполагая значение Γ_γ равным среднему значению радиационной ширины для данного изотопа, при $\Gamma_n \ll \Gamma_\gamma$, можно из значения $A \frac{\Gamma_\gamma}{\Gamma}$ найти Γ_n . В этом случае, как и в случае определения Γ_γ из данных по радиационному захвату, ошибки в Γ_n и Γ_γ обусловлены неопределенностью калибровки потока нейтронов и эффективности (n, γ)- детектора, которая оценивается нами в 15%. Значения $g\Gamma_n$ для резонансов ¹⁵⁵Gd с $E_n > 70$ эв и ¹⁵⁷Gd с $E_n > 230$ также найдены на основе кривых радиационного захвата, только в этом случае калибровка кривой проводилась по собственным резонансам, параметры которых были определены из данных по пропусканию. При этом неточность определения величин $A \frac{\Gamma_\gamma}{\Gamma}$ из-за неопределенности эффективности детектора и потока не превышала 10%.

Для проверки правильности определения изотопической принадлежности резонансов, наблюдаемых из экспериментальных кривых для образцов ¹⁵²Gd и ¹⁵⁴Gd, были проведены измерения радиационного захвата образцов ¹⁵²Sm и ¹⁵⁴Sm, так как в образцах ¹⁵²Gd и ¹⁵⁴Gd возможны были примеси самария. Образцы ¹⁵²Sm и ¹⁵⁴Sm имели хорошее обогащение (98%), поэтому с использованием известных данных о резонансах нечетных изотопов Sm^{/2/} можно было достаточно надежно выделить резонансы, принадлежащие ¹⁵²Sm, ¹⁵⁴Sm. Перечень энергий наблюдаемых резонансов ¹⁵²Sm и ¹⁵⁴Sm дан в табл. 5. В табл. 4 приведены найденные значения среднего расстояния между резонансами для ¹⁵²Sm

и ^{154}Sm . Принадлежность резонанса 8,00 эв к ^{152}Gd вызывает сомнение. При этой энергии имеется сильный резонанс у ^{152}Sm , и нам известно было, что примесь Sm в образце ^{152}Gd составляла $\approx 1\%$. Такая примесь Sm , могли бы дать значение площади резонанса 8,00 эв в образце ^{152}Gd ($\frac{A}{\Lambda}$) эксп. = 7,5; ($\frac{A}{\Lambda}$) расч. = 5,0, если вся примесь - ^{152}Sm). Однако по нашим данным из измерений пропускания и радиационного захвата получилось, что отношение ($\frac{\Gamma_y}{\Gamma}$) эксп. = 0,49 \pm 0,07, в то время как для ^{152}Sm по данным /2/ $\frac{\Gamma_y}{\Gamma} = 0,35\pm 0,05$. Это заставляет нас думать, что у ^{152}Gd возможно существование резонанса с энергией 8,00 эв. Что касается резонанса 185 эв, энергия которого совпадает с энергией резонанса, имеющегося у ^{152}Sm , то он, несомненно, принадлежит ^{152}Gd , так как в измерениях с ^{152}Gd не наблюдаются более сильные резонансы ^{152}Sm при 87,7 и 153,7 эв.

Анализ распределений приведенных нейтронных ширин для каждого изотопа гадолиния показал, что во всех случаях, кроме ^{155}Gd , имеется удовлетворительное согласие с распределением Портера-Томаса, если допустить пропуск 2-4 слабых уровней. У ^{155}Gd , если анализировать нейтронные ширины резонансов, расположенных в области ниже 150 эв, наблюдается в распределении значительная недостача слабых резонансов (≈ 15 уровней). В то же время (рис. 3) нарастание числа резонансов на этом участке приблизительно линейно с энергией нейтронов. Имеется только заметное падение наблюдаемого числа резонансов на интервале 55-80 эв. По-видимому, в случае ^{155}Gd , кроме пропуска слабых уровней, наблюдаемый спектр нейтронных резонансов искажен тем, что некоторые дуплеты приняты за один резонанс из-за недостаточности разрешения и малого среднего расстояния между уровнями ($D = 1,8$ эв).

Обсуждение результатов

Изотопы **Gd** так же, как и изотопы **Nd**, расположены в области $A \approx 150$. Обращает на себя внимание прежде всего то обстоятельство, что в этой области начинается заполнение новой нейтронной оболочки (после $N = 82$). Хорошо известно, что при числах нейтронов 88–90 происходит скачкообразный переход от сферической формы ядра к эллипсоидальной, т.е. участок в районе $A \approx 150$ соответствует началу области деформированных ядер. Статистическая модель ядра дает следующее выражение для плотности ядерных уровней:

$$\rho(U, J) = \frac{2J + 1}{24\sqrt{2} a^{1/4} U^{5/4} \sigma^3} \exp \left[2(aU)^{1/2} - \frac{(J + 1/2)^2}{2\sigma^2} \right]. \quad (1)$$

Здесь

$$\sigma^2 = \frac{6}{\pi^2} \langle m^2 \rangle (aU)^{1/2}; \quad (2)$$

$\langle m^2 \rangle$ – средний квадрат проекции моментов нуклонов вблизи поверхности Ферми;

U – энергия возбуждения ядра;

$$U = B_n - \Delta_p - \Delta_n, \quad (3)$$

где B_n – энергия связи нейтрона,

Δ – энергии спаривания протонов или нейтронов.

В табл. 4 приведены значения параметра плотности уровней α , вычисленные по формулам (1) - (3) из наблюдаемых средних расстояний между уровнями. При этом в качестве $\langle m^2 \rangle$ была принята оценка $\langle m^2 \rangle = 0,24$, которая, как показано в работе^{/6/}, более обоснованна, чем ранее принимавшаяся ($\langle m^2 \rangle = 0,1 \cdot 6 A^{2/3}$).

На рис. 4 показана экспериментальная зависимость параметра α от атомного веса. Крестиками отмечены значения α , полученные авторами (для всех ядер α пересчитаны с $\langle m^2 \rangle = 0,24 A^{2/3}$), кружки - данные работы^{/6/}. Из рис. 4 видно, что в районе $A \approx 150$ имеется максимум. Если в действительности учёт парного взаимодействия нуклонов при вычислении U (Δ были взяты из работы^{/7/}), применяемый в описываемом подходе анализа плотности уровней, является корректным, то представляет интерес наблюдаемый факт увеличения α (параметр α пропорционален одночастичной плотности вблизи поверхности Ферми). Поскольку в данном случае идет речь об области перехода от сферических ядер к деформированным, то вполне естественно предположить, что резкое изменение формы ядер приводит к такому перераспределению одночастичных уровней вблизи поверхности Ферми, которое вызывает увеличение одночастичной плотности, а следовательно, и увеличение параметра α . (Более подробно этот вопрос будет обсужден в другой работе).

Найденные значения силовой функции S_0 хорошо согласуются с известными данными для других ядер в этой области атомных весов. На рис. 5 представлены данные о силовой функции в редкоземельной области. Кружки - результаты полученные авторами, треугольники - значения S_0 , взятые из работы^{/5/}. На этом же рисунке сплошной кривой показано теоретическое

значение силовой функции, вычисленное для комплексного потенциала с диффузным краем с учётом вибрационного и вращательного движений (кривая взята из работы Линна^{/8/}). По-видимому, это наиболее согласующаяся с экспериментальными данными теоретическая оценка силовой функции. Из рисунка видно, что экспериментальные данные надёжно указывают на существование максимума S_0 при $A = 145$, что касается второго максимума при $A = 180$, обычно получаемого из расчётов по оптической модели, то экспериментальные данные показывают, что если этот максимум и существует, то он намного слабее, чем максимум при $A = 145$. Вопрос о возможном существовании дополнительного максимума в S_0 при $A = 165$ остаётся открытым: ошибки значений силовой функции настолько велики, что невозможно сделать на этот счёт определённые выводы.

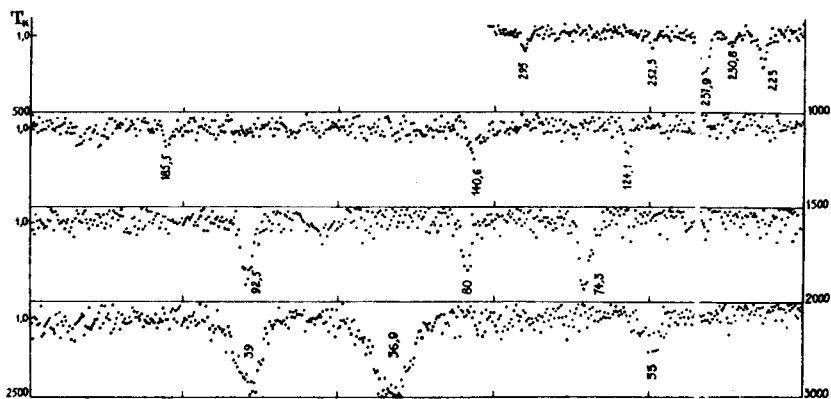
В заключение авторы выражают свою признательность А.Таскаеву, М.Данилову и И.Шелонцеву, оказавшим значительную помощь в проведении работы.

Л и т е р а т у р а

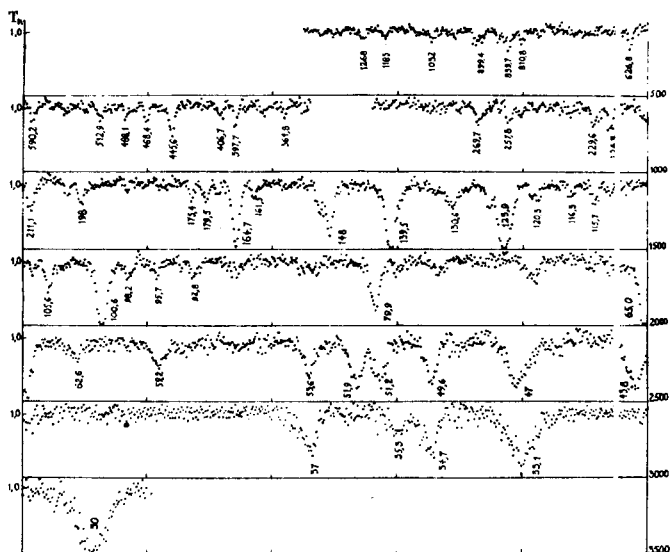
1. Э.Н.Каржавина, Нгуен Нгуен Фонг, А.П.Попов, А.К.Таскаев. Препринт ОИЯИ, РЗ-3564, Дубна, 1967.
2. *Neutron Cross Sections, BNL-325, Second Edition, Sp.2, vol. II c, 1966.*
3. Э.Н.Каржавина, А.Б.Попов, Ю.С.Язвницкий. Препринт ОИЯИ, РЗ-3097, Дубна, 1967.
4. H.Muraduan, Yu.Adamchuk, *International Conference of Study Nuclear Structure with Neutrons, Report 180, Anwerp, 1965.*
5. K.Seth, *s-Wave Neutron Strength Functions, Nuclear Data, sec.A, vol. 2 (1966).*

6. U.Facchini, E.Saetta-Menichella. *Energia Nucleare*, 15, 54 (1968).
7. A.Gilbert, A.Cameron. *Canad. J.Phys.*, 43, 1446 (1965).
8. J.Lynn. *The Theoretical Interpretation of Neutron Spectroscopic Data*. Atomic Energy Research Establishment, Harwell, Berks.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 мая 1968 года.

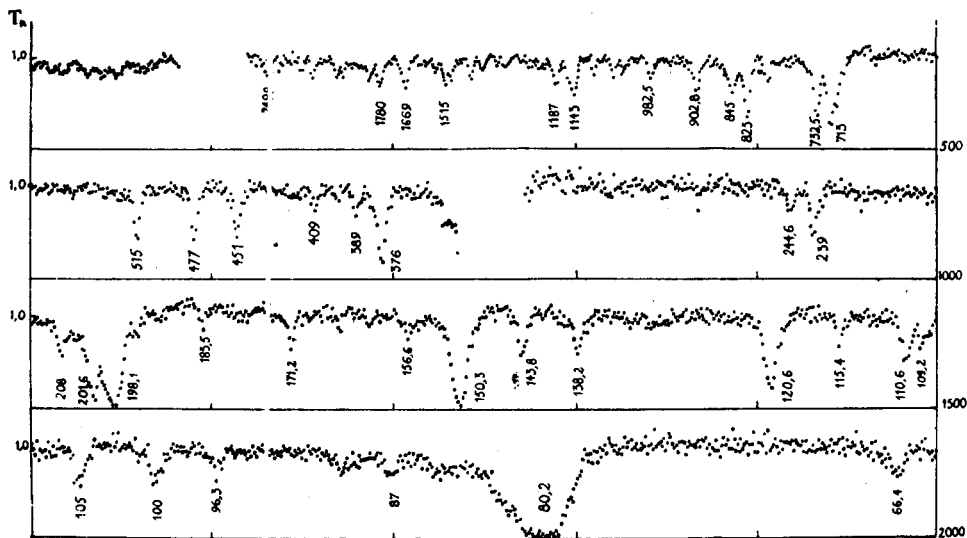


5

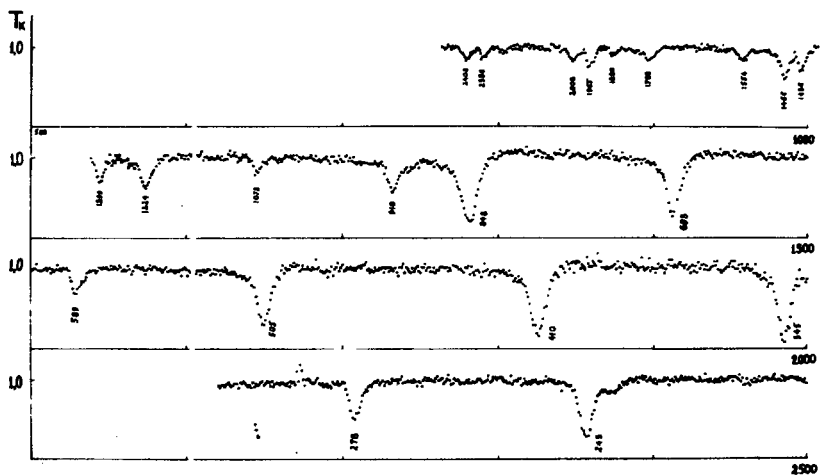


6

Рис.1а,б. Резонансное пропускание изотопов ^{152}Gd (а) и ^{154}Sm (б).



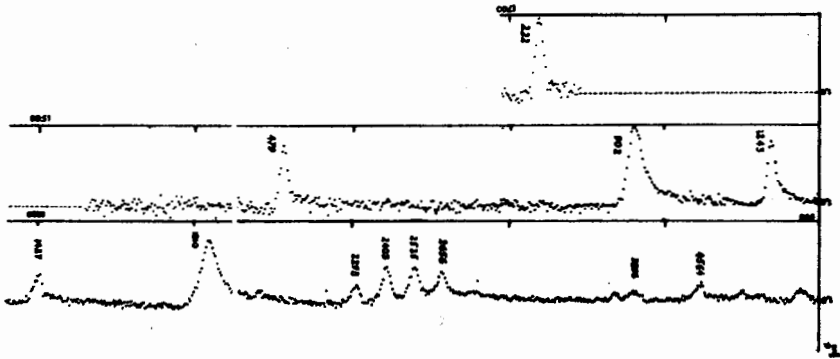
В

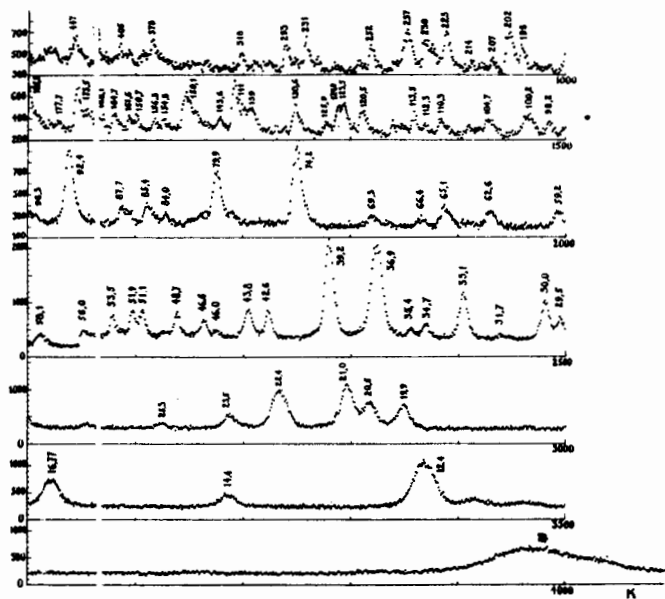


Г

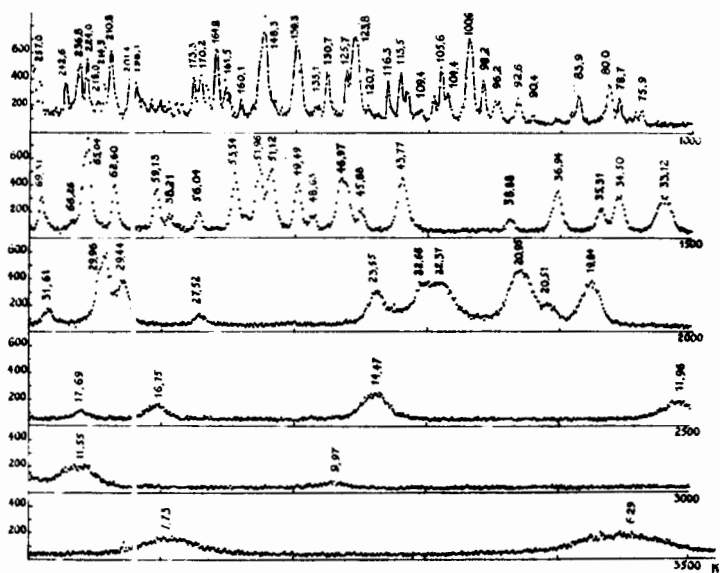
Рис.1а,б,г. Резонансное пропускание изотопов ^{156}Gd (а) и ^{158}Gd (б).

Рис. 1. Резонансное поглощение нейтрона ^{110}Gd .





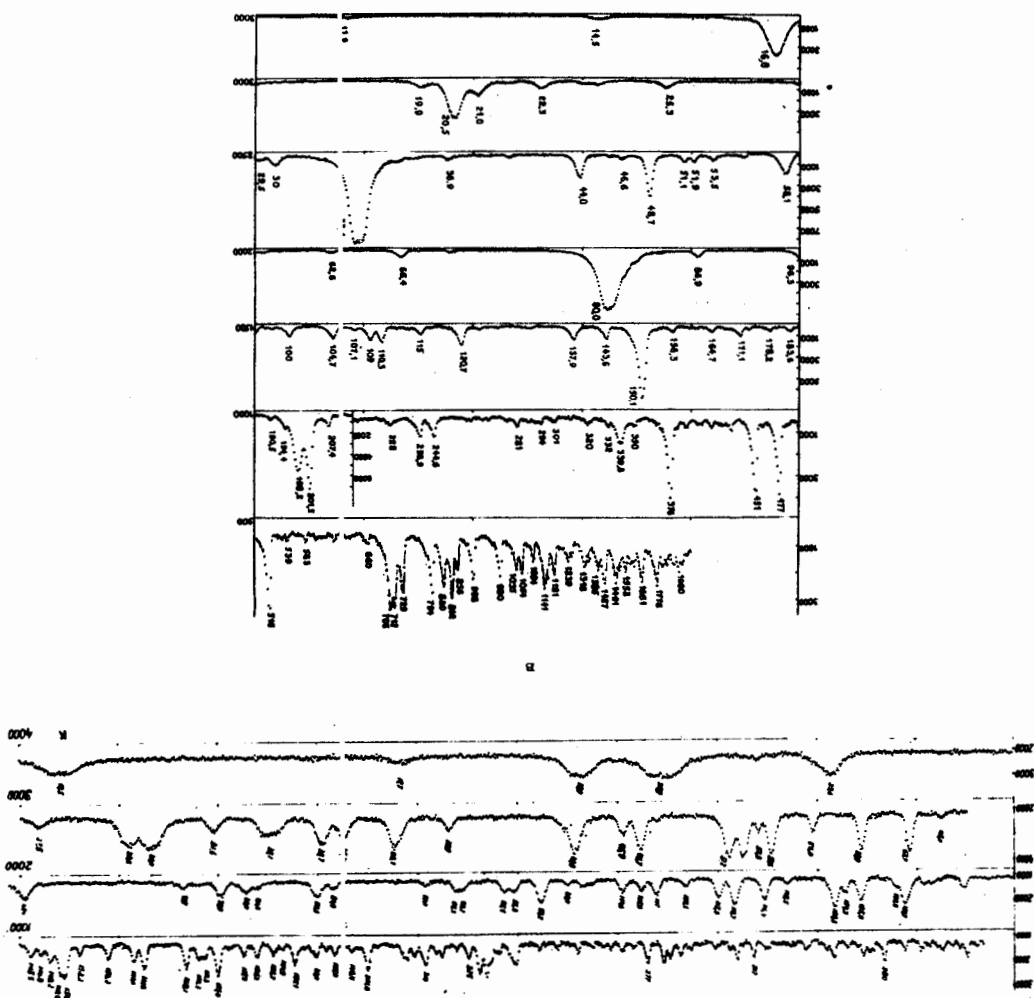
а



б

Рис.2а,б. Зависимость счета (а,у) - детектора от времени пролета для ^{112}Gd (а) и ^{114}Gd (б).

Fig.2b,r. Зависимость счета (n, γ) -детектора от времени пролета для ^{186}Gd (B) и ^{186}Gd (r).



r

B

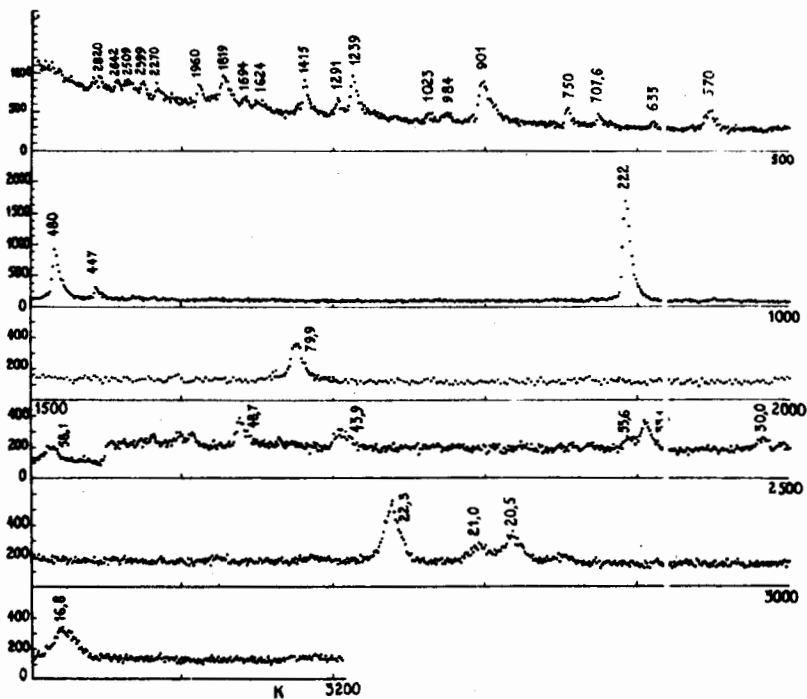


Рис.2ж. Зависимость счета (α, γ)-детектора от времени пролета для ^{100}Cd .

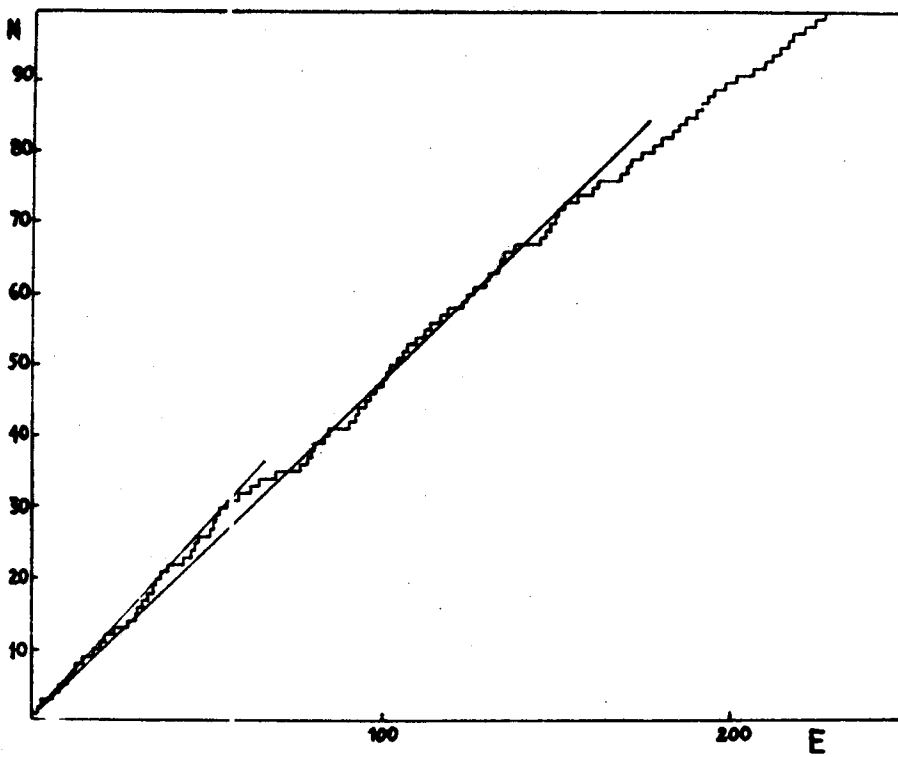


Рис. 3. Зависимость числа резонансов от энергии нейтрона для ^{155}Gd .

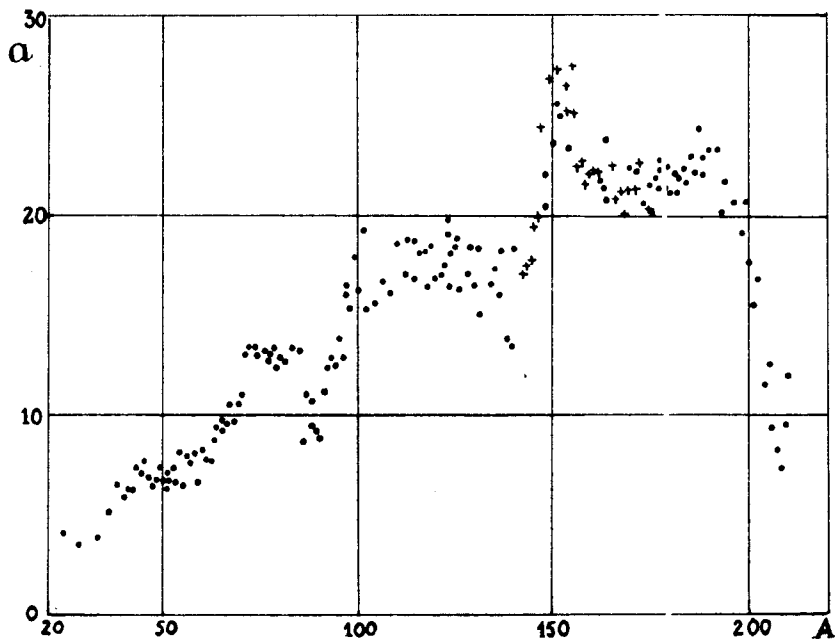


Рис. 4. Зависимость параметра α от атомного веса. Крестики - данные авторов, кружки - данные из работы [67].

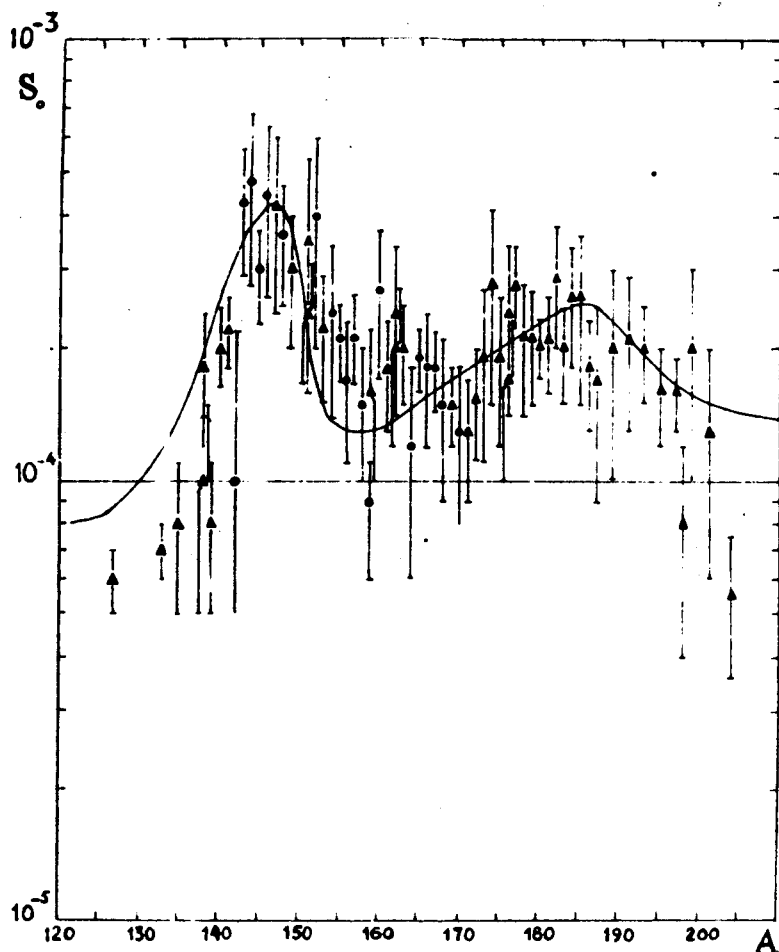


Рис. 5. Зависимость силовой функции s -нейтронов от атомного веса в редкоземельной области. Круги - данные авторов, треугольники - данные из работы [5].

Таблица 1
 Параметры резонансов четных изотопов гадолиния

E_0 , эВ	Γ , мэВ	Γ_n , мэВ	Γ_γ , мэВ	Γ_n^0
1	2	3	4	5
^{152}Gd				
8,00±0,02		< 5,0		< 1,8
12,35±0,04		2,2±0,2		0,62±0,06
36,86±0,05	140±10	84±6	56±12	13,8±1,0
39,3±0,1	97±17	39±3	58±17	6,2±0,5
42,7±0,1		3,1±0,6		0,47±0,09
74,3±0,2	102±15	55±13	47±20	6,4±1,5
85,1±0,2		3,6±0,6		0,39±0,06
92,4±0,2	212±38	160±37		16,6±3,8
100,0±0,4		(9,0)		(0,9)
124,0±0,4		(8,0)		(0,7)
140,4±0,4	170±17	124±16	46±24	10,5±1,3
185,2±0,6	167±27	105±30	62±40	7,7±2,2
202±1		200±40		14±3
223±1		300±100		20±6
231±1		100±40		6,6±2,6
238±1				
252±1,5				
293±1,5				
^{154}Gd				
11,49±0,04		0,34±0,08		0,10±0,03
22,4±0,1		13±2		2,7±0,4
47,0±0,1		4,5±0,9		0,66±0,13
49,5±0,1		2,4±0,4		0,34±0,06
65,0±0,1	93±14	36,5±4,2	57±15	4,5±0,5
100,5±0,2	144±50	43±7	100±50	4,3±0,7
105,6±0,2		7,7±1,8		0,75±0,20
123,8±0,3		130±23		12±2

1	2	3	4	5
139,3±0,3		125±32		11±3
148,0±0,4		50±12		4,2±1,0
164,9±0,5	18 ±13	120±8	69±15	9,5±0,6
211±0,7		43±6		3,0±0,5
224±0,8		27±7		1,8±0,5
130 Gd				
33,12±0,04	86:13	14±2	72±14	2,4±0,3
80,2±0,2		79±8		8,8±0,9
150,1±0,4		42±5		3,4±0,4
198,1±0,5		275±33		19,5±2,3
201,6±0,5		17±5		1,2±0,4
244,0±0,7		3,1±0,5		0,20±0,03
340±1		(20)		(1,1)
377±1		226±23		11,6±1,2
452±1		116±35		5,5±1,6
477±1,2		120±40		5,5±1,7
515±1,5		145±43		6,4±1,9
707±2		(420)		(15,8)
714±2		(420)		(15,7)
732±2,2		300±100	70±14	12±4
796±2,5		94±32		3,3±1,1
823±3		1000±300	94±15	35±10
845±3		350±120	97±20	12±4
856±3		21±3		0,72±0,10
900±3		390±140	79±16	13±5
982±3,5		185±58		5,9±1,8
1035±4		30±6		0,94±0,19
1054±4		50±10		1,5±0,3
1094±4		15±3		0,45±0,09
1143±4,5		900±200		27±6
1154±4,5				
1185±5		230±70		6,7±2,0
1239±5				
1254±5				

1	2	3	4	5
I318±6		(59)		(1,6)
I339±6		(60)		(1,6)
I392±6		170±40		4,6±1,1
I427±6		205±55		5,4±1,4
I491±7				
I511±7				
I550±7				

¹⁸⁸Gd

22,3±0,1	98±13	6,1±0,6	92±13	1,29±0,13
101,0±0,4		0,8±0,2		0,08±0,02
243,0±0,5		68±6		4,4±0,4
278,0±0,5		24±4		1,4±0,2
345±0,7		194±50		10,4±2,6
409±1		343±57	88±17	17±3
505±1,2		334±43	80±16	15±2
589±1,6		84±26		3,5±1,1
694±2		740±100	90±14	28±4
848±3		1810±150	109±15	62±5
921±3		508±150	75±15	17±5
1074±4		300±150		9±4
1225±5		1160±190		33±5
1299±5		660±180		18±5
1356±6		слабый		
1436±6		620±150		16±4
1460±7		980±210		26±6
1554±7		390±120		10±3
1655±8		слабый		
1742±9		(200)		(4,8)
1794±9		(200)		(4,8)
1880±10		160±50		3,8±1,2
1952±10		850±250		19±6
2012±10		940±250		21±6
2128±11		слабый		

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2250±12		(150)		(3)
2338±12		440±300		9±6

¹⁸⁰Gd

222,0±0,5		60±10		4,0±0,7
447±1		4,6±0,7		0,22±0,04
480±1,2		370±40		17±1,7
570±1,5		6±1		0,25±0,04
750±2		5±1		0,18±0,04
903±3		4440±340	105±15	148±12
984±4		4,6±0,7		0,14±0,03
1243±5		3000±500	91±14	85±14
1425±5		1120±360	98±15	30±9
1694±8		(15)		(0,36)
1812±9		8000±700		188±16
1964±10		330±240		(7,5)
2283±12		1310±280		27±6
2405±13		3600±400		73±8
2525±15		3600±480		71±10
2656±15		2870±480		56±19

Таблица 2
 Параметры резонансов ^{155}Gd

$E_0, \text{эВ}$	$\Gamma, \text{МэВ}$	$g\Gamma_n, \text{МэВ}$	$\Gamma_\gamma, \text{МэВ}$	$2g\Gamma_n^0$
1	2	3	4	5
6,28±0,02	122±13	1,14±0,09	120±13	0,91±0,07
7,71±0,02	85±16	0,68±0,11	85±16	0,49±0,08
9,96±0,03		0,097±0,008		0,060±0,006
11,49±0,04		0,19±0,02		0,11±0,01
11,99±0,04		0,51±0,03		0,29±0,02
14,48±0,05		1,3±0,1		0,68±0,05
17,70±0,06		0,24±0,02		0,11±0,01
19,87±0,06	116±16	3,0±0,3	110±16	1,34±0,13
20,96±0,06	97±18	10,9±1,3	75±19	4,8±0,6
23,60±0,04		1,5±0,2		0,62±0,08
27,48±0,04		0,41±0,03		0,16±0,01
29,50±0,05	131±61	3,5±0,4	124±61	1,28±0,16
30,03±0,05	104±38	8,9±1,6	87±39	3,25±0,58
31,64±0,05		0,78±0,15		0,28±0,04
33,14±0,06		(0,6)		(0,11)
34,68±0,06		2,3±0,2		0,78±0,07
35,36±0,06		1,2±0,2		0,40±0,07
36,83±0,07	94±14	4,0±0,4	86±15	1,32±0,13
38,89±0,08		0,72±0,08		0,23±0,03
43,82±0,09		8,4±1,0		2,53±0,30
45,94±0,09		1,6±0,2		0,47±0,06
46,74±0,09	107±39	3,7±0,4	100±39	1,08±0,12
47,56±0,1		0,24±0,03		0,70±0,09
51,23±0,1		10±1		2,79±0,28
51,9±0,1	120±56	9,5±1,3	100±56	2,64±0,36
52,8±0,1		(0,9)		(0,25)
53,6±0,1		6,0±0,5		1,64±0,14
56,0±0,1		1,3±0,2		0,35±0,05
59,2±0,1	168±55	4,3±0,5		1,11±0,13

1	3	4	5
62,7±0,2	17,±50	5,4±0,6	I,36±0,15
65,0±0,2		0,60±0,10	0,15±0,03
69,4±0,1		3,9±0,4	0,94±0,10
76,8±0,1		1,0±0,5	0,23±0,11
78,7±0,1		3,1±0,9	0,70±0,20
80,0±0,1		2,2±0,2	0,49±0,05
80,6±0,1		1,4±0,2	0,31±0,05
83,9±0,1		4,1±1,0	0,89±0,22
84,8±0,1		1,2±0,2	0,26±0,04
90,4±0,1		0,67±0,07	0,14±0,02
92,3±0,1		1,7±0,2	0,36±0,04
92,7±0,1		2,7±0,4	0,55±0,07
95,6±0,1		2,6±0,3	0,53±0,05
96,3±0,1		2,6±0,3	0,53±0,06
98,2±0,2		7,2±0,1	1,45±0,20
I00,1±0,2		0,83±0,08	0,17±0,02
I01,3		2,8±0,7	0,56±0,14
I02,0		(0,85)	(0,17)
I04,3		3,6±0,4	0,71±0,08
I05,8		2,4±0,2	0,46±0,05
I07,0		4,1±0,4	0,79±0,08
I09,5		1,8±0,2	0,35±0,04
I12,3		6,1±0,7	1,15±0,14
I13,7		8,9±1,2	1,67±0,23
I16,4		6,0±0,8	1,11±0,16
I18,5		0,83±0,09	1,52±0,17
I23,3		23±4	4,15±0,72
I24,3		4,5±0,5	0,81±0,09
I25,9		7,8±1,0	1,4±0,2
I29,8		(1,7)	(0,30)
I30,7		I9±3	3,3±0,5
I32,9		1,3±0,2	0,22±0,03
I33,7		1,0±0,15	0,17±0,03
I34,7		<0,07	<0,01
I37,7±0,2		1,5±0,2	0,25±0,04

1	2	3	4	5
I45,5±0,3		3,9±0,4		0,65±0,07
I46,8±0,3		1,7±0,3		0,28±0,04
I48,2±0,3		1,7±0,3		0,29±0,04
I49,6		(I3,4)		(2,2)
I50,0		(I4)		(2,3)
I52,2		2,9±0,4		0,47±0,07
I56,2		4,7±0,7		0,75±0,11
I60,0		7,7±0,8		1,12±0,12
I61,6		9,5±1,2		1,5±0,2
I68,1		12±1,5		1,8±0,2
I70,3		5,4±0,8		0,83±0,12
I71,3		5,4±0,8		0,83±0,12
I73,4		2I±3		3,3±0,5
I77,9±0,3		3,3±0,5		0,50±0,08
I80,2±0,4		5,1±0,8		0,76±0,12
I83,2		3,5±0,5		0,52±0,07

Таблица 3
Параметры резонансов ^{157}Gd

$E_0, \text{эВ}$	$\Gamma, \text{мэВ}$	$g\Gamma_n, \text{мэВ}$	$\Gamma_\gamma, \text{мэВ}$	$2g\Gamma_n^0$
1	2	3	4	5
16,17±0,06		(0,21)		(0,10)
16,77±0,06	97±10	8,0±0,7	81±10	3,9±0,3
20,49±0,03	97±20	7±1	83±20	3,1±0,4
23,23±0,04		0,30±0,05		0,12±0,02
25,35±0,04	77±13	1,03±0,09	75±13	0,41±0,04
40,06±0,08		0,45±0,03		0,14±0,01
44,07±0,09	100±19	5,5±0,9	89±19	1,7±0,3
48,7±0,1	117±11	17,8±1,2	82±12	5,1±0,3
58,13±0,13	125±11	23,1±1,5	79±12	6,0±0,4
66,44±0,16		4,7±0,5		1,1±0,1
81,2±0,1		6,4±0,8		1,4±0,2
82,0		3,7±0,5		0,82±0,11
87,0	191±55	4,4±0,6	173±65	0,94±0,13
96,5±0,1	97±26	8,0±1,0	81±26	1,6±0,2
100,0±0,2	127±18	19±3	89±19	3,8±0,5
104,8		18±3		3,5±0,6
107,3		5,8±0,4		1,12±0,08
108,9		(0,3)		(0,06)
110,0	141±19	29±4	83±21	5,5±0,8
115,2	150±75	10±2	130±75	1,9±0,4
120,7	268±21	92±7	84±24	16,7±1,2
137,9		29±6		5,0±1,0
138,8±0,2		(3,8±0,4)		0,64±0,07
143,7±0,3		40±4		6,7±0,7
148,3		9±2		1,5±0,3
156,4		11±2		1,8±0,3
164,8		12±3		2,0±0,5
168,2		(0,86)		(0,13)
169,5		(1,0)		(0,15)
171,3±0,3		19±3		2,9±0,5
178,6±0,4		10±2		1,5±0,3
182,9		10±2		1,5±0,3

1	2	3	4	5
190,6		9±2		1,3±0,3
194,4		28±5		4,0±0,7
202,8		3,6±0,5		0,50±0,07
205,2		(0,61±0,09)		(0,08±0,01)
207,7±0,4	219±18	75±10	69±23	10,4±1,4
217,2±0,5		3,0±0,3		0,41±0,04
221,1		1,5±0,3		0,20±0,04
228,3±0,5		4,1±0,6		0,54±0,08
239,2±0,6	243±18	95±10	53±30	12,3±1,3
246,4		5,8±0,6		0,74±0,08
250,2		2,1±0,3		0,27±0,04
255,0		1,4±0,2		0,17±0,03
260,1		8,2±1,0		1,0±0,1
265,8±0,6		4±0,4		0,49±0,05
268,2±0,7		6,5±0,9		0,80±0,11
281,8		24±4		2,8±0,5
287,6		8,9±1,0		1,0±0,1
290,8±0,7		25±3		2,9±0,4
293,7±0,8		23±3		2,7±0,4
300,9		20±5		2,3±0,6
306,4±0,8		1,8±0,3		0,20±0,03

Таблица 4

Средние параметры изотопов Gd и Sm

Ядро-мишень	Макс. энергия нейтронов, эВ	Число резонансов	$D_{\text{набл.}} \cdot s_0 = \frac{\Sigma \sigma \Gamma^0}{\Delta E} \times 10^4$, с. найд. правд. $\times 10^4$	Γ, γ , МэВ	V_n , МэВ	$\Delta = \Delta_p + \Delta_n$, МэВ	U , МэВ	a , МэВ ⁻¹
¹⁵² Gd	230	I4	15±2 4,6±1,8 4,0±1,5	57±15 x) (2)	6,4I	0,97	5,44	25,3
¹⁵⁴ Gd	230	I3	15,5±2,3 2,4±1,0 2,1±1,5	63±15 (2)	6,4I	0,97	5,44	25,2
¹⁵⁵ Gd	180	80	1,8±0,3 2,10±0,35	100±10 (12)	8,5I	1,89	6,62	22,6
¹⁵⁶ Gd	1200	24	47±4 1,8±0,6 1,6±0,5	82±12 (6)	6,36	0,97	5,39	22,8
¹⁵⁷ Gd	300	54	5,6±0,7 2,16±0,45	86±10 (10)	7,92	1,70	6,22	21,6
¹⁵⁸ Gd	2000	22	85±9 1,5±0,5 1,4±0,7	89±13 (6)	6,15	0,97	5,18	22,2
¹⁶⁰ Gd	2500	16	170±21 2,6±1,0 2,7±1,7	98±15 (3)	5,79	0,97	4,82	22,1
¹⁵² Sm	700	I5	45±5		5,75	1,22	4,53	26,6
¹⁵⁴ Sm	1300	20	90±10		5,27	1,22	4,05	27,5

x) В столбце Γ, γ в скобках дано число резонансов, по которому определялось среднее значение радиационной ширины.

Таблица 5
 Энергии нейтронных резонансов изотопов Sm

^{152}Sm	8,03; 62,1; 87,7; 153,7; 185,2; 237; 260; 315; 326; 384; 415; 484; 508; 586; 601; 642; 772; 792; 853; 929; 956; 991; 1050; 1086; 1115; 1229; 1312
^{154}Sm	93,0; 261; 341; 457; 578; 616; 703; 718; 828; 1077; 1158; 1181; 1244; 1280; 1470; 1552; 1610; 1650; 1734; 1768; 1835.