

M-801

ДФ, 1970, т. II, в. 5, 27/7.
с. 921-924

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

6 - 4406



В.А.Морозов, Т.М.Муминов, В.И.Разов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕН ЖИЗНИ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ^{151}Gd

1969

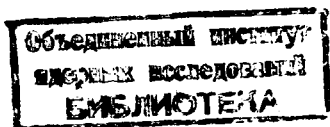
6 - 4406

4 01.00.02/2 чр

В.А.Морозов, Т.М.Муминов^{x/}, В.И.Разов^{xx/}

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕН ЖИЗНИ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ ¹⁵¹Gd

Направлено в ЯФ



^{x/} Самаркандский государственный университет

^{xx/} Дальневосточный государственный университет

В настоящей работе методом задержанных $e-\gamma$ -совпадений определены времена жизни состояний 108,1; 395,2; 575,3; 839,3 ^{151}Gd , возбуждаемых при распаде ^{151}Tb . Вычислены приведенные вероятности соответствующих гамма-переходов и факторы запрета по Мошковскому.

Экспериментальная часть

Измерения производились с источником радиоактивных изотопов тербия, полученных при облучении танталовой мишени в течение 15 мин протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне ОИЯИ, и выделенных хроматографическим методом. К началу измерений (≈ 11 часов после конца облучения) в источнике могли присутствовать изотопы тербия с A от 149 до 156, но они не мешали измерениям ^{151}Tb или вследствие малого выхода, или из-за большой разницы в энергии изучаемых переходов. Проводились измерения на многоканальном временном анализаторе с преобразователем $t \rightarrow A$, созданным на базе магнитного бета-спектрометра типа Герхольма /1/, в режиме $e-\gamma$ -совпадений. Разрешающая способность спектрометра в данном опыте была равна $R = 1,5\%$.

Методика измерений была следующей: с помощью магнитного бета-спектрометра выделялись конверсионные линии $L - 108,1$; $K - 287,2$; $K - 180,1$, $K - 251,8$, идущие соответственно с состояний $108,1$; $395,2$; $575,3$ и $839,3$ кэв, в гамма-канале выделялись гамма-лучи в диапазоне от 200 до 900 кэв. Для каждого исследуемого каскада снимались кривые мгновенных совпадений на источнике ^{60}Co , приготовленного электролитическим способом.

Кривые задержанных совпадений, а также участок конверсионного спектра ^{151}Tb представлены на рис. 1 и 1а. Значения периодов полураспада уровней ^{151}Gd установлены по экспоненциальному спаду и по сдвигу центров тяжести задержанных совпадений.

Обработка экспоненциальных кривых производилась по методу наименьших квадратов. Погрешность определения экспериментальных результатов включает в себя, кроме статистической ошибки, ошибку калибровки временного анализатора. Экспериментальные результаты приведены в таблицах 1 и 2. Факторы запрета по Мошковскому (F_M) были подсчитаны по парциальным периодам полураспада $T_{1/2}^y$ с учетом статистического множителя. Значения коэффициентов внутренней конверсии на K , L , M -оболочках взяты из таблиц ^{/2/}.

Анализ результатов эксперимента

При анализе экспериментальных данных мы исходили из схемы возбужденных состояний ^{151}Gd , предложенной в работе ^{/3/} (рис. 2), хотя авторы отмечают, что информации недостаточно, чтобы утверждать об однозначности приписанных квантовых характеристик возбужденным уровням ^{151}Gd .

Отметим, что, принимая этот вариант схемы возбужденных состояний ^{151}Gd , мы должны приписать переходу с энергией 467 кэв, идущ-

Т А Б Л И Ц А I

Периоды полураспада возбужденных состояний, факторы запрета и приведенные вероятности переходов в ядрах ^{151}Gd , ^{152}Gd .

Ядро	^{151}Gd		^{152}Gd
E^* (кэВ)	108,1		395,2
E_{γ} (кэВ)	108,1	108,1	395,2
$T_{1/2}$ (сек)	$(2,60 \pm 0,13) 10^{-9}$		$(0,24 \pm 0,04) 10^{-9}$
I_i^{\dagger}	5/2 ⁻		3/2 ⁻
I_f^{\dagger}	7/2 ⁻	7/2 ⁻	5/2 ⁻
σ_L	E2	M1	M1
$g^2/6f$	I	0,11	
f_i	I	0,74	0,26
α (σ_L)/2f	I, 871	I, 546	0,109
$T_{1/2}^{\dagger}$ (сек) эксл.	$(1,43 \pm 0,07) 10^{-8}$	$(1,43 \pm 0,07) 10^{-8}$	$(3,96 \pm 0,67) 10^{-10}$
F_M	$0,34 \cdot 10^{-2}$	898	710
$B(M1) (\frac{e\hbar}{2mc})^2$		$(2,2 \pm 0,1) 10^{-3}$	$(4,0 \pm 0,7) 10^{-3}$
$B(E2) (e^2 \text{барн}^2)$	$0,267 \pm 0,013$	$(8,0 \pm 1,4) 10^{-3}$	$(6,2 \pm 1,1) 10^{-3}$
			2
			0,027
			$(9,45 \pm 1,55) 10^{-10}$
			I
			0,038
			0 ⁺
			E2
			I
			0,224

ТАБЛИЦА 2

Периоды полураспада возбужденных состояний, факторы запрета и приведенные вероятности переходов в ядре ^{151}Gd .

Ядро	^{151}Gd							
E^* (кэВ)	575,3			893,3				
E_{γ} (кэВ)	180,1	180,1	467	251,8	251,8	443,8	731,7	731,7
$T_{1/2}$ (сек)	$(0,23 \pm 0,04) \cdot 10^{-9}$			$(0,32 \pm 0,05) \cdot 10^{-9}$				
I_i^{π}	$1/2^-$			$3/2^-$				
I_f^{π}	$3/2^-$	$3/2^-$	$5/2^-$	$5/2^-$	$5/2^-$	$3/2^-$	$5/2^-$	$5/2^-$
σ_L	E2	M1	E2	E2	M1	E2+E0	E2	M1
$\delta^{2/6/}$	0,048			0,53			1,05	
$f^{1/3/}$	0,94		0,06	0,65		0,19	0,16	
$\alpha(\sigma_L)^{1/2}$	0,319	0,372	0,017	0,101	0,154	0,019	0,006	0,107
$T_{1/2}^{\sigma_L}$ (сек экс.)	$(7,25 \pm 1,3) 10^{-9}$	$(3,50 \pm 0,61) 10^{-10}$	$(3,86 \pm 0,67) 10^{-9}$	$(1,95 \pm 0,34) 10^{-8}$	$(5,95 \pm 1,05) 10^{-10}$	$(1,72 \pm 0,30) 10^{-9}$	$(3,95 \pm 0,69) 10^{-9}$	$(4,12 \pm 0,72) 10^{-9}$
F_M	0,24	175	22	0,33	710	2,5	30	$1,32 \cdot 10^5$
$B(E2)(\sigma_{\text{бар}}^2)$	$(4,1 \pm 0,7) 10^{-2}$		$(6,57 \pm 1,15) 10^{-4}$	$(2,9 \pm 0,5) 10^{-3}$		$(1,9 \pm 0,3) 10^{-3}$	$(6,8 \pm 1,0) 10^{-4}$	
$B(M1)(\frac{e\hbar}{2mc})^2$		$(1,9 \pm 0,4) 10^{-2}$			$(4,0 \pm 0,6) 10^{-5}$			$(2,5 \pm 0,4) 10^{-5}$

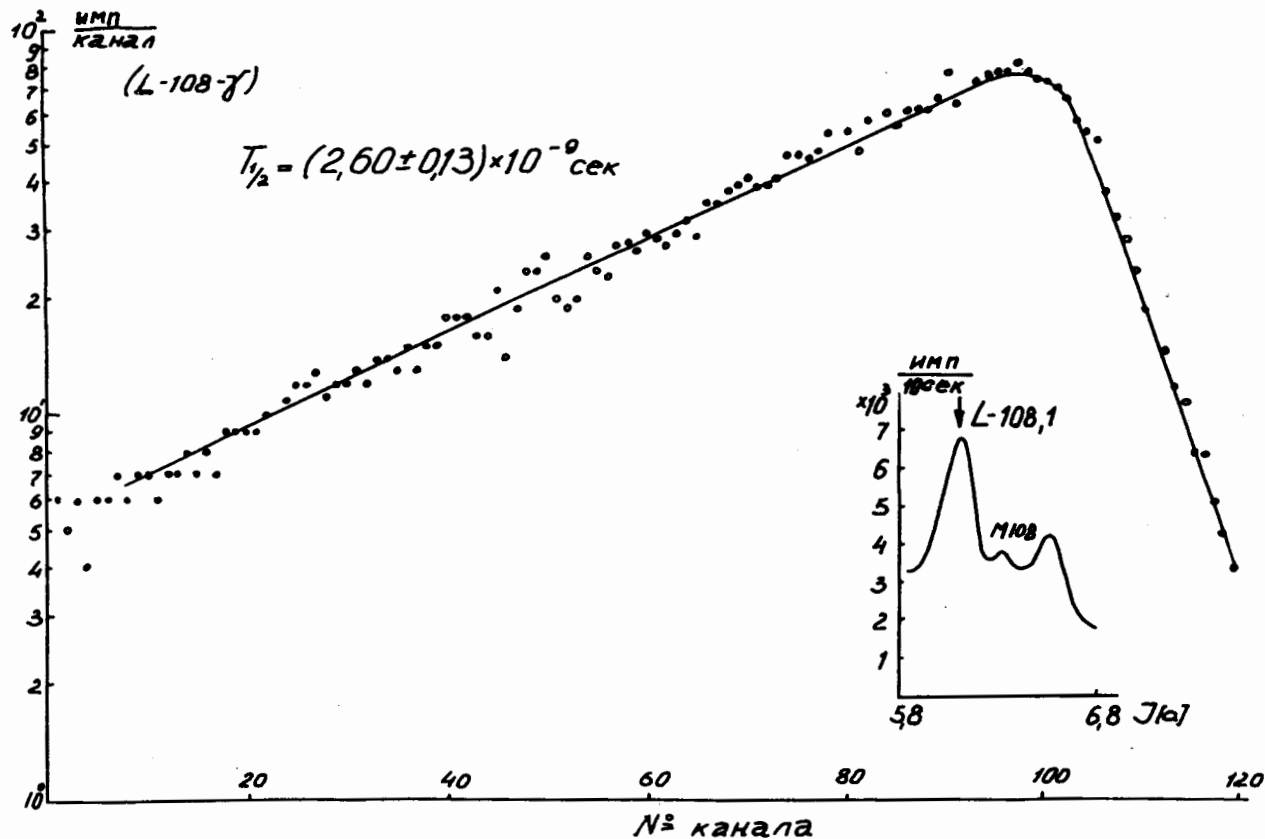


Рис.1. Измерение периодов полураспада состояний 108,1; 395,2; 575,3; 839,3 кэВ в ^{151}Gd (цена канала $\Delta t_k = 0,102 \cdot 10^{-9}$ сек) \circ - ^{151}Tb , \times - ^{60}Co .

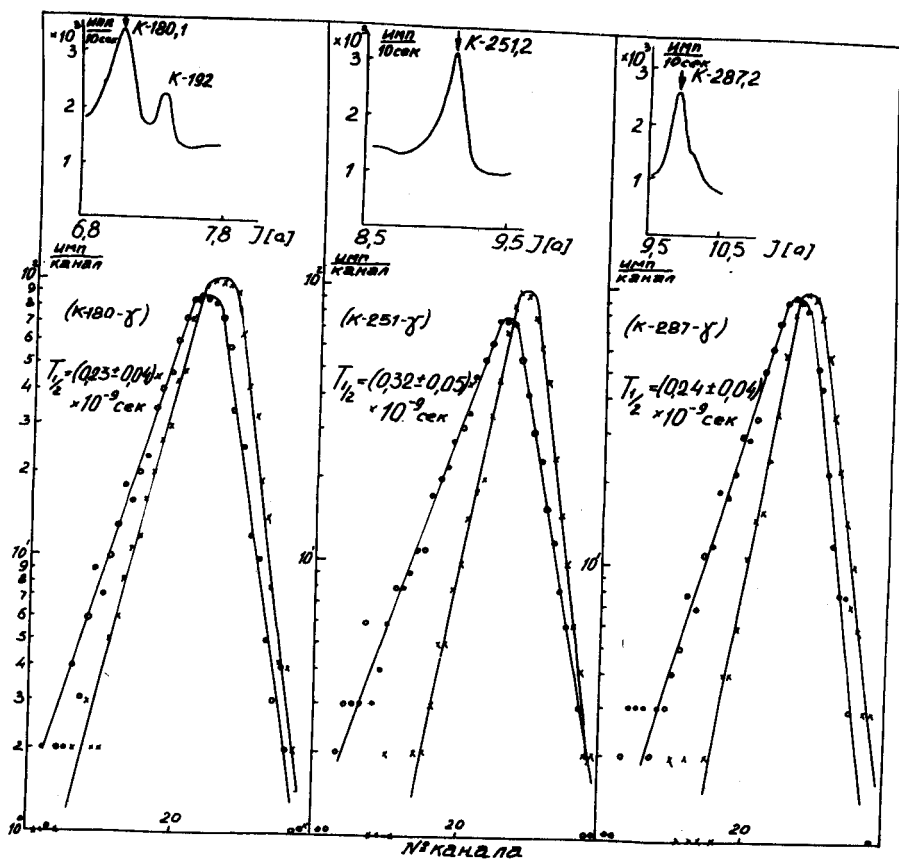


Рис. 1а.

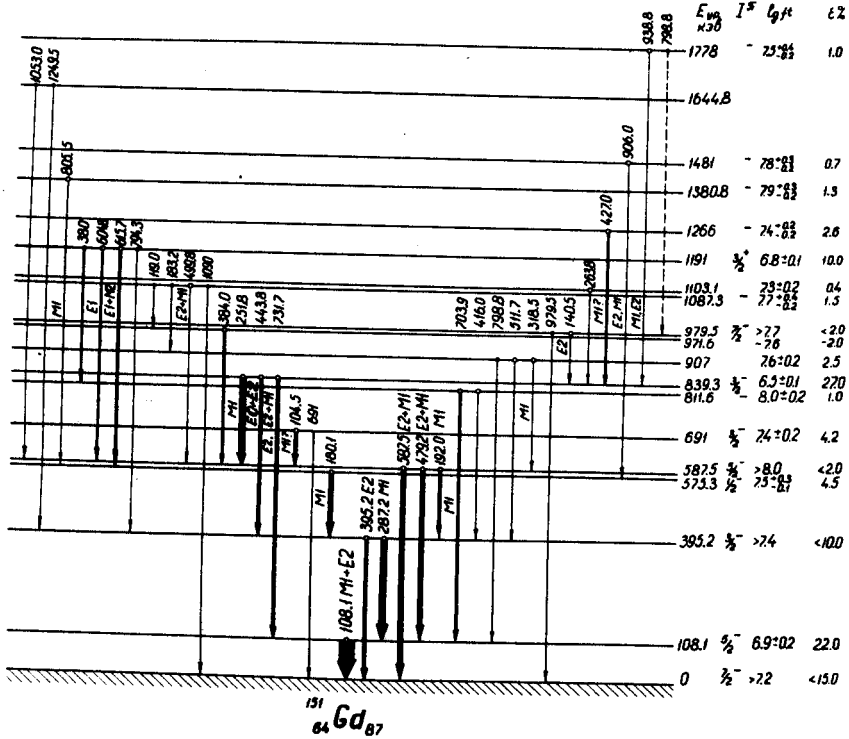


Рис.2. Схема распада ¹⁵¹ Ть.

шего с уровня 575,3 кэв на уровень 108,1 кэв, мультипольность типа E2.

Ядро ^{151}Gd находится на границе области деформированных ядер, где можно ожидать проявления свойств, присущих как сферическим, так и деформированным ядрам. Рассмотрим вначале свойства его нижних возбужденных состояний.

Основное состояние ^{151}Gd имеет спин $7/2$. Согласно модели оболочек, его можно интерпретировать как $7/2^- (f_{7/2})$. В работе ^{/3/} предлагается рассматривать основное состояние $1^\pi = 7/2^-$, 108,1 кэв $1^\pi = 5/2^-$ и 395,2 кэв $1^\pi = 3/2^-$ как компоненты конфигурационного мультиплета $(f_{7/2})^{-3}$. Появление состояния 575,3 кэв $1^\pi = 1/2^-$ не находит объяснения.

Сравнение парциальных периодов полураспада переходов типа E2 с теоретическими расчетами по Мошковскому показывает, что наблюдается значительное ускорение E2-перехода с первого возбужденного состояния на основное, ≈ 300 . Даже проведение расчетов вероятности радиационного перехода, имеющего место между многочастичными состояниями, не объясняет такого ускорения.

Можно предположить другую интерпретацию возбужденных состояний, $3/2^-$, $5/2^-$ и основного состояния $7/2^-$ ^{151}Gd на основе модели возбужденных состояний нечетных ядер, предложенной Де Шалитом ^{/4/}. Согласно этой модели, часть состояний в нечетных сферических ядрах может описываться, если существует слабая связь между нечетной частицей и колебаниями остова ядра.

Связь между частичным состоянием $7/2^-$ и квадрупольным вибрационным фоном может дать пять состояний с угловыми моментами $3/2$, $5/2$, $7/2$, $9/2$ и $11/2$. Причем должны наблюдаться ускоренные E2-переходы между фоновыми состояниями, тогда как M1-переходы должны быть запрещены. В нашем случае наблюдается значительное замед-

ление для переходов $M1$ с первого возбужденного на основное состояние ($M1$)₁₀₈ = 898, а со второго - на первое - ($M1$)₂₈₇ = 710. Некоторая заторможенность перехода типа $E2$ с энергией 395,2 кэВ со второго возбужденного состояния на основное также не противоречит фонной природе рассмотренных состояний. Кроме того, сумма приведенных вероятностей $E2$ -переходов, соединяющих фонные состояния с нулевым, должны иметь приблизительно ту же величину, что и соответствующие переходы в соседних четных ядрах. В таблице 1 приведены расчеты $B(E2, 2 \rightarrow 0)$ для ядра ^{152}Gd , которые хорошо совпадают с суммой ($B(E2)$)₁₀₈ и ₂₈₇ для ^{151}Gd .

Приведенные вероятности переходов с состояний 575,3 по $1^{\pi} = 1/2^{-}$ и 839,3 кэВ $1^{\pi} = 3/2^{-}$ не позволяют с определенностью высказаться о природе этих состояний. Нужно только отметить, что предположение о вибрационной структуре состояния 839,3 кэВ ^{151}Gd скорее всего неправильно, так как в таком случае переход с энергией 443,8 кэВ типа $E2$ должен бы быть не замедленным, а ускоренным.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность К.Я. Грому за постоянный интерес к работе, и выражают признательность В.В. Кузнецову за предложенный метод получения препарата ^{151}Tb , а также В.П. Кузнецову за помощь при обработке экспериментальных данных.

Л и т е р а т у р а

1. В.А. Морозов, Т.М. Муминов. Препринт ОИЯИ Р13-3437, Дубна(1967)
2. Nuclear Data vol. 4, 1-2 (1968).
3. К. Вильский, В.В. Кузнецов, О.Б. Нильсен, О. Скилбrait, В.А. Халкин. Препринт ОИЯИ Р-2915, Дубна (1966).

4. A de Shalit. Phys. Rev., 122, 1530 (1961).
5. В.В. Кузнецов. Диссертация ОИЯИ, Дубна (1967).
6. Я. Кормицкий, Г. Неводничанский, З. Стахура, К. Зубер, А. Будзьяк.
Препринт ОИЯИ 6-3036, стр. 91, Дубна (1966).
7. J. Bizde, M. Rakavy, S. Ofer. Phys. Rev., 124, 1911 (1961).

Рукопись поступила в издательский отдел
9 апреля 1969 года.