

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



3-911

26/2-75

P6 - 8669

1890/2-75

К.Зубер, Ц.Вылов, И.И.Громова, Я.Зубер,
Х.-Г.Ортлепп, Н.А.Лебедев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ
ИЗОТОПОВ ТЕРБИЯ

III. РАСПАД $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$

1975

P6 - 8669

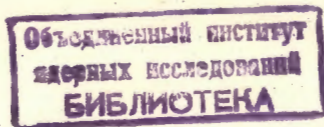
К.Зубер,* Ц.Вылов, И.И.Громова, Я.Зубер,
Х.-Г.Ортлепп, Н.А.Лебедев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ
ИЗОТОПОВ ТЕРБИЯ

III . РАСПАД $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$

Направлено в Acta Physica Polonica

* Институт ядерной физики, Краков, ПНР



Зубер К., Вылов Ц., Громова И.И., Зубер Я.,
Ортлепп Х.-Г., Лебедев Н.А.

P6 - 8669

Исследование возбужденных состояний изотопов тербия.
III. Распад $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$

Исследованы спектры гамма-лучей, конверсионных электронов и
гамма-гамма-совпадений при распаде ^{153}Dy . Предложена схема распада
 $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1975

Zuber K., Vylov Ts., Gromova I.I.,
Zuber Ya., Ortlepp H.-G., Lebedev N.A.

P6 - 8669

Investigation of the Excited States of Tb Isotope
III. $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$ Decay

The γ -rays, conversion electrons and γ - γ -coincidences
spectra have been investigated in the decay of ^{153}Dy .
The decay scheme $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$ is suggested.

The investigation has been performed at the Laboratory
of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1975

I. Введение

Распад ^{153}Dy исследовался авторами работ^{/1-3,7/}. В рабо-
тах^{/1,2/} проводились исследования спектров конверсионных элект-
ронов и спектров $e^- - e^-$ совпадений. Авторы этих работ обнару-
жили около 30 переходов и впервые предложили вариант схемы
распада. Были введены уровни ^{153}Tb с энергиями 80,7; 163,3;
254,2; 324,9 кэВ. Исследования спектров конверсионных элект-
ронов продолжены в работах^{/3,7/}. Период полураспада ^{153}Dy
наиболее точно определен в работе Чу и др.^{/4/}: $T_{1/2} = (6,3 \pm$
 $\pm 0,10)$ часа.

В настоящей работе исследованы спектры гамма-лучей и
конверсионных электронов с помощью полупроводниковых Ge(Li) и
 Si(Li) -детекторов. Сведения об энергиях и интенсивностях
гамма-лучей и конверсионных электронов собраны в таблице I.
Исследовались также спектры гамма-гамма-совпадений (4096 х
х 4096) на базе ЭВМ HP-2116C (результаты γ - γ -совпадений све-
дены в таблице 2). На основании анализа экспериментальных ре-
зультатов предлагается схема возбужденных состояний ^{153}Tb
(рис. 1а,б,в).

2. Экспериментальная часть

а) Приготовление источников

Радиоактивные изотопы диспрозия получались по реакциям
глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ.
Мишени весом 4г облучались на внутреннем пучке синхротро-
на.

трона ОИЯИ ($I_p \approx 2,5$ мкА) в течение 1 - 4 часов. После выделение суммы лантанидов и хроматографического разделения диспрозий, содержащий не более 1% примесей других элементов, подвергался масс-сепарации^{/5/}. Моноизотопы (примеси соседних масс меньше 0,1%) собирались на алюминиевую фольгу и использовались для исследований на спектрометрах с полупроводниковыми детекторами.

б) Исследования спектров гамма-лучей ^{153}Dy

Спектры гамма-лучей ^{153}Dy исследовались с помощью полупроводниковых Ge(Li) -детекторов с чувствительными объемами: $0,5 \text{ см}^3$ (разрешение 0,9 кэВ при $E_\gamma = 121 \text{ кэВ} - ^{152}\text{Eu}$) и 41 см^3 (разрешение 2,4 кэВ при $E_\gamma = 1332 \text{ кэВ} - ^{60}\text{Co}$). Спектры гамма-лучей в области больших энергий измерялись путем применения фильтра-поглотителя ($3 \text{ мм Pb} + 0,5 \text{ мм Cd} + 0,5 \text{ мм Cu}$). Эффективность регистрации гамма-излучения детекторами определялась с помощью калибровочных источников ^{241}Am , ^{133}Ba , ^{226}Ra , ^{60}Co . Обработка гамма-спектров проводилась с помощью программы "КАТОК"^{/6/}. При определении энергий гамма-лучей ^{153}Dy в качестве градуировочных источников использовались энергии гамма-лучей ^{133}Ba , ^{226}Ra и ^{56}Co . В таблице 1 приведены экспериментальные данные об энергиях и относительных интенсивностях гамма-лучей ^{153}Dy (энергии, приведенные без ошибок, взяты из работы^{/7/}).

в) Исследования спектров электронов внутренней конверсии (ЭВК)

Спектры ЭВК в области энергий 200 - 1000 кэВ изучались с помощью бета-спектрометра с однородным магнитным полем на базе Si(Li) -детектора. Данные об интенсивностях ЭВК приве-

дены в таблице 1; данные же в области < 200 кэВ заимствованы из работы^{/7/}. Экспериментальные значения коэффициентов внутренней конверсии нормированы по $\alpha_k (244,2, \text{MI}) = 0,16$ ^{/7/}. Выводы о мультипольностях переходов приведены в таблице 1 (колонка 5).

г) Исследование спектров гамма-гамма-совпадений

Гамма-гамма-совпадения регистрировались двумя Ge(Li) -детекторами с энергетическими разрешениями 2,5 кэВ (41 см^3) и 3,0 кэВ (27 см^3). Ширина временного окна - 50 нсек, полуширина мгновенной кривой совпадений: $2\tau = 15$ нсек. Коды событий (4096×4096) передавались на ЭВМ HP-2116C и записывались на магнитную ленту.

Рассортировка сечений производилась после эксперимента. Интегральные спектры по осям x и y набирались во время эксперимента на диске ЭВМ. Окна выбирались по интегральным спектрам. Результаты исследования спектров гамма-гамма-совпадений сведены в таблице 2.

3. Схема распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$

Схема распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$, предлагаемая на основе результатов настоящих исследований, представлена на рис. 1а, б, в. Уровни ^{153}Tb , введенные на основе анализа спектров гамма-гамма-совпадений, отмечены на рисунке буквой А. Остальные уровни введены на основе энергетического баланса и баланса интенсивностей.

По сравнению с работой Харматца и др.^{/7/} введено 38 новых уровней. Не подтвердилось существование уровней с энергиями 323, 8, 652, 0,

674,7, 692,2, 766,0, 943,6, 967,6, 992,4 (кэВ). На схеме распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$ (рис. 1а,б,в) приведены интенсивности заселения некоторых уровней ^{153}Tb при бета-распаде ^{153}Dy и соответствующие значения $I_{\beta} ft$. При расчете значений $I_{\beta} ft$ принята теоретическая разность масс $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$, $Q_{\beta c} = 2220$ кэВ/8/.

4. Обсуждение результатов

Розен и др.^{/9,10/}, используя метод атомных пучков, измерили величину спина основных состояний ^{153}Dy и ^{153}Tb $7/2$ и $5/2$, соответственно. Согласно схеме Майер, для основного состояния ^{153}Dy предложены характеристики f $7/2$.

Первый возбужденный уровень 80,7 кэВ связывает с основным состоянием переход 80,7 кэВ (M1/E2 = 80). Совпадения линии 80,7 и 82,5 кэВ (M2) определяют уровень I63,2 кэВ. Авторы работы^{/11/}, измеряя время жизни этого уровня, получили величину $T_{1/2} = 173$ мсек.

Аналогичная ситуация появляется в ^{151}Eu , где изомерный уровень I96 кэВ (I1/2⁻) разряжается переходом I75 кэВ (M2). Изомерные переходы M2 в обоих случаях имеют одинаковые факторы запрета $F_w = 28$.

Модель оболочек для изотонов с $N = 88$; ^{153}Tb , ^{151}Eu и ^{149}Pm дает для нижних уровней протонные состояния d $5/2$, g $7/2$ и h I1/2⁻. По-видимому, нижние уровни в ^{153}Tb являются сферическими протонными состояниями: 0 кэВ (d $5/2$), 80,7 кэВ (g $7/2$) и I63,2 кэВ (h I1/2⁻).

а) Уровни с положительной четностью

Мультипольность перехода I47,5 кэВ типа M1, а также отсутствие β -распада на уровень I47,5 кэВ ($I_{\beta} ft > 8,1$) позволяют

приписать уровню спин $3/2^+$. Каскады совпадений I47,5 → 93,0 кэВ, 93,0 → I48,9 кэВ и I48,9 → I82,3 кэВ определяют уровни 240,4, 389,4 и 572,1 кэВ. Разрядка уровня 240,4 кэВ происходит тремя переходами, мультипольность двух из них (93,0 и 240,5 кэВ) нами установлена как M1 + E2 и M1 соответственно. Учитывая также вероятность заселения этого уровня электронным захватом, мы приписываем ему $I^{\pi} = 5/2^+$.

Уровень 389,4 кэВ разряжается переходами I48,9 кэВ (M1), 241,9 кэВ (E2) и 389,5 кэВ (M1+E2) на уровни 240,4 ($5/2^+$), I47,5 ($3/2^+$) и 0 ($5/2^+$) кэВ. Установление мультипольности для этих переходов позволяет нам определить спин уровня 389,4 кэВ как $5/2$, $7/2^+$.

С уровня 572,1 кэВ идут четыре перехода, мультипольность двух из них (331,8 и I82,3 кэВ) установлена как E2 и M1, соответственно. Наличие слабого перехода между состояниями 572,1 и I63,2 (I1/2⁻) кэВ и отсутствие перехода на уровень I47,5 кэВ ($3/2^+$) позволяет нам установить его спин как $9/2^+$. Свойства уровней I47,5 ($3/2^+$), 240,4 ($5/2^+$), 389,4 ($7/2^+$) и 572,1 ($7/2^+$, $9/2^+$) кэВ такие же, как у нижних уровней ротационной полосы $3/2^+$ [4I1] в сильно деформированных ядрах $^{155,157,159}\text{Tb}$. Сравнение с этими ядрами приведено на рис. 2. Как видно из рис. 2, уровни связывают переходы типа M1 и E2, плавно уменьшается энергия между уровнями от ядра к ядру (увеличивается момент инерции)/I2/, что свидетельствует о сходстве их структуры.

С уровня 799,8 кэВ идут переходы 652,0 (M1), 559,4 (M1+E2+E0) и 410,9 кэВ на уровни I47,5 ($3/2^+$), 240,4 ($5/2^+$) и 389,4 ($7/2^+$) кэВ соответственно. Учитывая мультипольности этих переходов и $I_{\beta} ft = 7,5$, мы приписываем ему $I^{\pi} = 5/2^+$. Разрядка уровня I087,1 кэВ происходит семью переходами. Три перехода

847,5, 697,4 (MI+E2+EO) и 514,9 кэВ идут на уровни 240,4 (5/2⁺), 389,4 (7/2⁺) и 572,1 (7/2⁺, 9/2⁺) кэВ. Учитывая мультипольности переходов и $l_f f_t = 7,4$, предлагаем для уровня 1087,1 кэВ значение спина 7/2⁺. Не исключено, что уровни 799,8 (5/2⁺) и 1087,1 (7/2⁺) кэВ являются членами ρ -вибрационной полосы, построенной на уровне 147,7 кэВ (3/2⁺ [4II]). Не обнаружено в этой полосе состояния 3/2⁺, но для него разница спинов $\Delta I^\pi = 2^-$, и заселение должно быть незначительным.

Уровень 218,7 кэВ разряжают два перехода: 71,0 и 218,6 (MI) кэВ. Предлагаем для спина этого уровня величину 5/2⁺ или 7/2⁺.

Сильный переход 254,2 кэВ с мультипольностью MI разряжает уровень с энергией 254,2 кэВ и предполагаемым спином 7/2⁺.

Возбужденное состояние 324,9 кэВ разряжает четыре перехода 62,0, 70,7 (MI), 244,2 (MI), 324,8 (E2) кэВ. Мультипольности этих переходов, наличие слабого перехода 62,0 кэВ между состояниями 324,9 и 262,8 (9/2⁻) кэВ и отсутствие перехода между состояниями 324,9 и 147,5 (3/2⁺) кэВ свидетельствует о величине спина 7/2⁺ как наиболее предпочтительной.

Мультипольности переходов 444,7 (MI+E2) и 190,4 (MI) кэВ и наличие перехода 281,4 кэВ между уровнями 444,6 и 163,2 (II/2⁻) кэВ дают для уровня 444,6 кэВ наиболее вероятную величину спина 5/2⁺ или 7/2⁺.

Установление мультипольности некоторых переходов, разряжающих уровни 510,1 и 790,0 кэВ, позволило установить их спины как 7/2⁺.

Величину спинов 5/2⁺ или 7/2⁺ предлагаем для уровней 529,3, 660,1, 740,4 кэВ.

б) Уровни с отрицательной четностью

Харматц и др.^{17/} ввели уровень 323,8 кэВ на основе совпадения суммы энергий переходов 323,7 и 213,7 кэВ с энергией уровня 537,6 кэВ. Исследование спектров гамма-гамма-совпадений позволило нам установить, что переход 213,7 кэВ совпадает с 323,5 кэВ. Поскольку переход 213,7 кэВ в 6 раз интенсивнее перехода 323,5 кэВ, мы его считаем нижним членом каскада.

Введенный нами уровень 213,7 кэВ разряжается переходами: 213,7 кэВ (E1) на основное состояние 5/2⁺ и 132,8 кэВ на уровень 80,7 кэВ (7/2⁺). Учитывая вероятности заселения уровня ($l_f f_t = 7,3$), мы приписываем ему $I^\pi = 5/2^-$ или 7/2⁻. Уровень 262,8 кэВ (9/2⁻) с $l_f f_t = 6,5$ связывает с уровнем 163,2 кэВ (II/2⁻) сильный переход 99,6 кэВ (MI/E2=39). Малое значение $l_f f_t$ характеризует ρ -переходы на аналогичное состояние 9/2⁻ в ¹⁵¹E_u (350 кэВ)/I3/ и в ¹⁴⁹E_u (795 кэВ)/I4/. Переход 99,6 кэВ совпадает с сильным переходом 274,6 кэВ, что определяет уровень 537,3 кэВ. Мультипольность перехода 274,6 кэВ (MI+E2) и отсутствие перехода между состояниями 537,3 и 163,2 кэВ (II/2⁻) дает возможность установить для уровня 527,3 кэВ $I^\pi = 7/2^-$. Уровень 452,0 кэВ связан с уровнями: 324,9 кэВ (7/2, 9/2⁺) и 163,2 кэВ (II/2⁻) переходами 127,2 кэВ (E1) и 288,7 кэВ (MI). Учитывая мультипольности этих переходов и заселение электронным захватом, мы приписываем уровню 452 кэВ $I^\pi = 9/2^-$. Разрядка уровня 802,1 кэВ происходит несколькими переходами, мультипольность одного из них (638,9 кэВ) нами установлена как MI. Учитывая, что этот переход происходит на уровень 163,2 кэВ (II/2⁻), мы приписываем ему спин 9/2⁻.

Возбужденное состояние $1512,3$ кэВ высвечивается большим числом γ -квантов, в том числе переходом $704,9$ кэВ (M1). Учитывая вероятность заселения электронным захватом ($\lambda_{\text{э.з.}} = 6,7$), мы приписываем ему спин $I^{\pi} = 7/2^{-}$.

Уровень $1912,1$ кэВ сильно заселяется β -распадом ($\lambda_{\beta} = 5,6$). Такое значение λ_{β} характерно для β -переходов с $\Delta I^{\pi} = 0, I^{+}$. Учитывая эти обстоятельства, мы приписываем ему $I^{\pi} = 5/2, 7/2^{-}$. Не исключено, что этот уровень имеет трехквантовый характер как аналогичный уровень в ядре ^{155}Tb ($1664,7$ кэВ) с $\lambda_{\beta} = 5,8$.

Для других уровней (рис. 1а,б,в) с отрицательной четностью в скобках даны величины спина как наиболее вероятные.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить профессора К.Я.Громова за предоставление возможности проведения ряда экспериментов в ОЯСиРХ ЛЯП, А.Лятушинского за приготовление препаратов ^{153}Dy , а также Л.Зиберт за помощь в оформлении настоящей работы. Один из авторов (К.Зубер) искренне благодарит профессора А.Хрынкевича за постоянную заботу и поддержку в работе.

Таблица I

Относительная интенсивность гамма-лучей и конверсионных электронов при распаде ^{153}Dy , КВК и мультипольности переходов в ядре ^{153}Tb .

E_{γ} , кэВ ^{а)}	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$ б)	$I_{\text{К}}$ /работа 7/	$\epsilon_{\text{К}} \times 10^3$ в)	Мультипольность д)
61,0 \pm 0,2	9,2 \pm 1,8			M1+E2
62,0 \pm 0,2	5,1 \pm 1,0	18		
64,6 \pm 0,5	≤ 4			
70,7	} 10,6 \pm 2,1	40		M1
71,0		13		
78,3 \pm 0,2	11,3 \pm 1,7	16		
80,75 \pm 0,07	1000 \pm 100	2670	2670	M1/E2=80
82,5 \pm 0,1	100 \pm 10 г)	2250	22500	M2
93,0 \pm 0,1	95 \pm 10	175	1842	M1/E2=30
99,6 \pm 0,1	970 \pm 50	1400	1443	M1/E2=39
119,8 \pm 0,3	≤ 5	3,3	≥ 660	
127,2 \pm 0,2	27,0 \pm 5,2	2,8	103	E1
128,2 \pm 0,2	25,0 \pm 5,1	27	1080	M1/E2=3
132,8 \pm 0,2	26,0 \pm 4,1			
135,3 \pm 0,5	≤ 5	4	≥ 800	
138,7 \pm 0,5	≤ 7	4	≥ 570	
147,5 \pm 0,1	285 \pm 20	152	533	M1
148,9 \pm 0,1	66 \pm 6	43	651	M1
157,6 \pm 0,3	$\sim 7,7$			
159,6 \pm 0,3	$\sim 6,7$	5,5	~ 820	(M1)
173,4 \pm 0,2	23 \pm 2	13,5	587	(M1)
178,1 \pm 0,2	3,5 \pm 0,5			
182,3 \pm 0,2	27,0 \pm 3,1	13	481	M1
185,1	} 16,5	3,5		
185,5				
185,7			8,4	
188,1	} 9,0	0,9		
188,9		1,7		
190,4 \pm 0,2	72 \pm 5	25	347	M1
193,9 \pm 0,2	32 г)	1,7	53,1	(E1)

Таблица I (продолж.)

E _γ , кэВ	I _γ ± Δ I _γ	I _к /наст. работа/	α _к × 10 ^{3B}	Мультипольн.	
				1	5
204,4±0,1	22,0±2,1	7	318	MI	
213,77±0,06	750±40	30	40	EI	
215,3±0,5	≤ 5				
218,6±0,1	110±6	24	218	MI	
235,5±0,2	22,4±4,1				
240,5±0,1	26,0±3,0	4,9	188	MI	
241,9±0,2	16,5±2,8	1,6	96,9	E2	
244,22±0,08	317±14	51	160	MI	
247,3±0,1	44,3±8,1	1,8	40,6	EI	
254,22±0,08	645±31	100	155	MI	
262,5±0,2	~60 ^P)				
274,6±0,1	543±24	44,4	81,7	MI+E2	
281,4±0,2	7,4±1,6				
283,0±0,2	8,5±1,9				
288,7±0,2	19,7±4,9	2,2	112,2	MI	
290,6±0,2	41,0±6,1	3,65	89,0	MI+E2	
295,8±0,3	} 102±11	} 1,87			
296,2±0,3					
299,5±0,2	6,5±1,2	0,33	50,8	E2	
302,5±0,2	10,0±2,1				
305,5±0,2	7,6±1,5				
308,8±0,5	≤ 4				
310,5±0,5	≤ 2				
312,3±0,5	≤ 4				
323,5±0,1	116,0±19,0	5,63	48,5	MI+E2	
324,8±0,1	62,0±9,0	2,5	40,5	E2	
331,8±0,3	9,6±2,1	0,42	43,7	E2	
334,3±0,2	23,1±2,0	1,6	68,8	MI	
344,1±0,2	6,8±1,3	0,33	48,5	MI+E2	
350,8±0,5	} 4,9±1,8				
351,3±0,5					
358,8±0,3	2,6±1,0				
363,7±0,5	} 23,2±2,1				
364,1±0,5					
371,5±0,5	} 59±6				
372,7±0,5					

Таблица I (продолж.)

I	2	3	4	5
375,7±0,5	} 30,1±4,6	} 1,35		
376,4±0,5				
378,0±0,5	≤ 5			
378,6±0,5	≤ 4			
383,5±0,3	~15,0			
384,2±0,5	} 10,0			
384,8±0,5				
389,5±0,1	103±5	3,75	36,4	MI+E2
391,9±0,5	≤ 5			
397,4±0,2	7,2±1,2			
400,7±0,1	18,6±3,7 ^P)			
402,0±0,5	≤ 5			
405,9±0,1	40,5±5,6	1,1	27,3	MI+E2
408,8±0,4	6,8±1,5			
410,9±0,4	5,9±2,0			
415,6±0,1	71,7±5,0	2,48 ?	34,6	MI
420,1±0,2	47,0±5,0	1,18	25,1	MI+E2
424,8±0,3	4,8±1,5			
426,2±0,2	10,2±2,0			
429,8±0,2	21,0±3,5	0,64	30,5	MI
434,1±0,1	91,5±4,0	4,18	45,7	(MI)
438,4±0,2	12,3±2,0			
441,6±0,2	33,0±3,0	0,66	20,0	MI+E2
444,7±0,1	55,0±6,0	1,13	20,6	MI+E2
448,6±0,1	74,0±10,0	1,45	19,6	MI+E2
451,7±0,2	34,0±3,0			
453,6±0,5	≤ 4			
456,6±0,2	16,0±3,0			
459,7±0,2	5,8±2,0			
460,9±0,3	15,0±5,0	} 2,48		
462,5±0,3	62,5±6,0			
471,1±0,2	91,5±7,0	0,34	3,72	(EI)
477,1±0,2	15,2±2,3			
478,8±0,5	≤ 7			
480,9±0,2	34,3±4,5	0,49	14,3	E2
482,5±0,3	15,1±2,5			
485,9±0,2	27,2±3,0	0,17	6,25	EI
487,7±0,5	≤ 5			

Таблица I (продолж.)

I	2	3	4	5
49I,3±0,2	9,3±2,5	0,2I	22,6	MI+E2
499,6±0,2	19,0±3,6	0,52	27,4	MI
509,2±0,4	≤ 30	0,47	15,7	
5II,0±0,3	} 207	} 2,38		
5II,7±0,5				
5I2,8±0,5				
5I4,9±0,3				
5I8,8±0,4				
52I,5±0,4	19,3±4,1			
525,0±0,4	II,4±2,8			
527,0±0,3	7,9±3,0			
532,1±0,3	10,0±3,0 ^{Г)}			
535,6±0,4	37,0±4,3	0,28	7,6	EI
537,1±0,2	12,0±3,0			
539,2±0,5	18,3±4,0	0,58	3I,7	MI+(E2+EO)
542,8±0,4	85,0±5,0	0,32	3,7	EI
544,5±0,4	~ 2			
547,7±0,5	17,6±3,1	0,3I	17,6	MI
552,9±0,3	26,0±5,0	0,79	30,4	
559,4±0,5	~ 5			
562,1±0,2	II,2±I,3 ^{Г)}			
570,2±0,3	~ 7	0,24	34,3	(MI+E2+EO)
571,4±0,3	42,0±4,0	0,65	15,5	MI+E2
576,1±0,3	10,8±3,2	0,20	18,5	MI
578,5±0,4	27,0±5,0	0,16	5,9	E2+MI
579,5±0,3	27,0±8,0			
581,4±0,3	20,0±6,0			
582,3±0,3	16,0±4,2 ^{Г)}	0,24	15,0	MI
586,3±0,4	16,0±5,1	0,24	15,0	MI
593,5±0,2	10,0±0,3	0,19	19,0	(MI)
596,8±0,3	7,1±2,4			
609,0±0,3	84,6±7,0	I,46	17,3	MI
614,0±0,2	6,2±I,2			
618,8±0,3	19,7±4,2	0,82	4I,6	M2
622,0±0,5	34,1±5,8			
625,5±0,5	16,7±3,1			
634,5±0,4	~ 7			
	~ 8			
	7,2±I,8			

Таблица I (продолж.)

I	2	3	4	5
638,9±0,2	36,0±5,1	0,50	13,9	MI
644,3±0,3	24,0±3,2	0,47	19,6	(MI)
652,0±0,3	2I,0±3,0	0,2I	10,0	MI
659,6±0,2	74,5±5,0	I,44	19,3	(MI)
673,4±0,2	24,1±2,0			
68I,0±0,2	13,6±2,6	0,I2	8,8	MI
685,4±0,2	II,4±2,1	0,085	7,5	MI+E2
695,7±0,3	3,2±0,5			
697,4±0,3	3,5±0,6	0,I8	50,8	MI+E2+EO
703,1±0,4	8,8±2,1			
704,9±0,4	23,1±4,6	0,26	II,3	MI
710,7±0,5	10,6±4,2			
714,2±0,3	19,6±6,1			
720,6±0,2	2I,2±3,4	0,24	II,3	MI
727,0±0,3	22,7±3,6			
739,9±0,2	2I,0±2,5 ^{Г)}	0,38	18,3	
745,2±0,2	2I,9±2,3			
752,2±0,5	} 19,4±4,1	} 0,22		
754,1±0,5				
757,8±0,4	~ 10,0			
762,5±0,4	9,3±2,3			
765,5±0,4	8,7±2,1	0,22	24,7	M2
770,5±0,4	~ 7			
780,2±0,2	40,1±4,0	0,I6	4,1	E2
789,5±0,4	18,4±2,0			
793,3±0,3	18,4±2,0			
802,0±0,5	~ 7,7			
804,6±0,4	~ 9,0	0,I8	20,5	M2
820,6±0,3	9,2±I,8			
826,4±0,3	29,0±3,0	0,20	7,0	MI
830,1±0,3	24,0±3,0	0,I6	6,7	MI
847,5±0,4	~ 5			
850,2±0,5	~ 7			

Таблица I (продолжение)

Энергии и интенсивности гамма-лучей, наблюдаемых в распаде

 $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb}$

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$	$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$
857,1±0,2	~7 ^Г)	I087,3±0,3	20,7±2,2
864,5±0,4	3,2±1,0	I091,6±0,4	10,1±3,2
868,8±0,4	9,0±2,0	I099,7±0,4	16,3±2,6
871,7±0,3	22,6±2,5	II04,5±0,3	84,3±3,7
877,7±0,3	7,3±0,8	III1,3±0,5	8,6±1,7
887,3±0,3	II,7±1,9	III3,7±0,5	4,3±0,9
891,2±0,3	9,6±1,7	III9,3±0,3	16,1±2,4
896,1±0,3	17,0±1,5	II23,0±0,3	23,5±2,7
899,8±0,3	20,4±1,5	II29,0±0,4	20,4±2,3
919,4±0,5	II,5±2,8	II32,8±0,3	27,2±2,7
941,4±0,4	9,2±1,6	II40,2±0,3	II,6±2,3
951,3±0,7	20,4±5,3	II51,6±0,3	19,2±2,5
954,6±0,7	10,0±3,7	II60,6±0,3	28,4±1,5
959,9±0,3	52,2±7,1	II66,4±0,3	12,7±1,3
963,0±0,5	10,8±3,0	II76,3±0,3	18,4±1,9
972,5±0,3	27,5±3,2 ^Г)	II85,4±0,7	3,1±0,8
978,7±0,5	28,1±3,6	II88,0±0,7	6,3±1,1
986,9±0,7	6,2±1,9	II92,0±0,4	4,2±0,7
I001,6±0,4	44,3±3,2	II94,4±0,2	12,7±1,2
I006,5±0,4	12,6±3,4	I201,5±0,2	37,0±3,5
I012,5±0,3	38,5±4,0	I206,8±0,2	8,4±2,0
I023,9±0,2	100,0±5,3	I211,3±0,4	2,9±1,1
I031,6±0,5	6,0±1,8	I213,5±0,4	7,2±1,4
I034,6±0,3	15,0±1,9	I225,3±0,2	30,5±2,3
I039,6±0,2	51,6±2,3	I230,5±0,3	8,2±1,8 ^Г)
I045,9±0,3	8,7±1,7	I236,5±0,4	3,7±1,4
I049,8±0,1	90,1±3,0	I241,2±0,3	7,4±1,7
I056,6±0,3	12,0±1,1	I246,0±0,5	3,1±0,9
I058,5±0,3	14,5±1,4	I253,8±0,1	34,8±2,6
I067,8±0,8	6,0±1,4	I259,1±0,5	3,3±1,8
I069,2±0,4	8,9±2,0	I267,6±0,4	17,3±2,4
I080,7±0,9	5,0±2,1	I271,7±0,3	18,8±2,6 ^Г)

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$	$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$
I281,2±0,2	38,0±2,0	I515,5±0,5	I,4±0,5
I285,8±0,2	36,0±2,2	I522,8±0,5	I,6±0,5
I293,4±0,4	II,6±2,6	I527,7±0,3	31,0±3,6
I296,9±0,4	18,1±2,7	I536,8±0,2	40,7±3,4
I301,0±0,3	8,7±1,6	I548,5±0,5	4,2±0,8
I308,1±0,9	7,8±1,6	I556,2±0,4	3,5±1,1
I315,1±0,2	58,0±2,1	I560,1±0,4	6,9±0,9
I332,6±0,5	4,2±1,5	I570,4±0,2	34,2±2,8
I335,3±0,5	4,0±1,5	I577,1±0,2	55,9±3,8
I340,5±0,5	8,4±1,1	I583,1±0,2	27,9±2,2
I347,3±0,3	15,6±2,4	I594,7±0,2	13,4±1,2
I375,1±0,2	60,5±5,8	I599,5±0,5	5,8±1,4
I379,5±0,3	38,2±6,1	I605,0±0,7	~2,9
I382,8±0,2	23,1±4,3	I608,1±0,3	45,0±3,1
I389,8±0,2	23,2±4,1	I615,2±0,2	7,4±1,4
I398,6±0,4	7,6±1,2	I632,0±0,4	12,5±2,9
I402,0±0,2	44,6±4,1	I649,1±0,2	28,7±2,1
I408,0±0,3	6,9±0,8	I658,2±0,3	34,0±2,6
I410,5±0,3	9,0±1,2	I664,9±0,3	10,0±0,9
I422,4±0,3	6,4±0,9	I672,8±0,5	~1,5
I425,0±0,5	5,3±0,8	I674,0±0,7	~2,5
I431,6±0,3	19,3±4,6	I684,5±0,5	~1,5
I434,7±0,6	8,5±1,5	I693,5±0,5	~2,0
I440,0±0,7	2,8±0,9	I698,8±0,3	6,8±0,5
I446,3±0,2	12,3±1,6	I703,3±0,3	3,3±0,3
I451,9±0,3	9,5±1,4	I709,5±0,5	~2,0
I454,6±0,2	20,4±2,2	I737,1±0,5	3,5±0,8
I466,6±0,2	12,0±1,4	I741,8±0,3	8,4±0,9
I472,1±0,4	1,6±0,5	I749,0±0,3	16,0±1,2
I478,4±0,3	2,4±0,5	I757,6±0,7	2,0±0,8
I486,2±0,4	3,6±1,3	I764,5±0,4	2,3±0,6
I497,0±0,7	3,8±1,4	I771,3±0,4	1,6±0,5
I507,4±0,2	28,5 ±5,5	I776,9±0,3	7,1±0,9
I510,7±0,9	4,4±1,5	I780,7±0,7	1,1±0,4

Таблица I (продолж.)

$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$	$E_{\gamma} \pm \Delta E_{\gamma}$	$I_{\gamma} \pm \Delta I_{\gamma}$
1786,0±0,4	1,7±0,5	1874,4±0,7	~0,4
1797,0±0,3	9,9±1,1	1919,9±0,7	0,5±0,1
1808,4±0,4	4,2±0,8	1923,2±0,7	0,6±0,1
1812,4±0,5	1,9±0,4	1934,0±0,6	3,3±0,4
1832,0±0,4	5,6±0,6	1947,8±0,7	2,5±0,4
1835,6±0,5	1,9±0,3	1976,4±0,6	1,0±0,3
1839,0±0,6	2,7±0,5	2009,8±0,7	0,8±0,1
1846,4±0,5	0,6±0,2	2016,3±0,7	1,0±0,3
1851,1±0,5	0,4±0,1	2020,6±0,5	3,9±0,4
1858,4±0,4	3,7±0,4		

- а) Энергии гамма-лучей, данные без ошибок, взяты из работы^{/7/}.
- б) Относительные интенсивности гамма-лучей даны в единицах $I_K(254)=100$.
- в) При расчете экспериментальных значений α_K принималось, что переход с энергией 244,2 кэВ типа МI согласно с работой^{/7/}.
- г) Переходы, в которых наблюдаются примеси гамма-лучей, возникающие при распаде дочернего ^{153}Tl .
- д) Мультипольности переходов определены в работе^{/7/} из соотношений $L_I:L_{II}:L_{III}$.

Таблица 2

Окно E_{γ} , кэВ	Гамма-линии, наблюдаемые в совпадениях
80.7	82.5, 244.2, 415.6, 448.6, 491.3, 659.6, 1023.9, 1431.6, 1375.1, 1527.7, 1649.1
82.5	80.7
93.0	147.5, 148.9
99.6	188.9, 247.3, 274.6, 334.3, 462.5, 511.0, 527.0, 544.5, 1253.8
132.8	80.7, 296.2, 323.5
147.5	93.0, 128.2, 148.9
148.9	93.0, 147.5, 182.3, 511.0
182.3	93.0, 148.9, 241.9, 389.5
190.4	185.7, 254.2, 295.8
213.7	296.2, 323.5, 511.0, 576.1, 593.5, 1608.1
218.6	441.6
244.2	80.7, 204.4, 400.6, 415.6, 482.5
254.2	190.4, 376.4, 405.9, 471.1, 1536.8, 1658.2
262.5	274.6
274.6	99.6, 262.5, 420.1, 451.7, 1375.1
324.8	204.4, 415.6
511.0	99.6, 148.9, 213.7
1225.3	434.1
1315.1	334.3, 434.1
1382.8	448.6

147,5

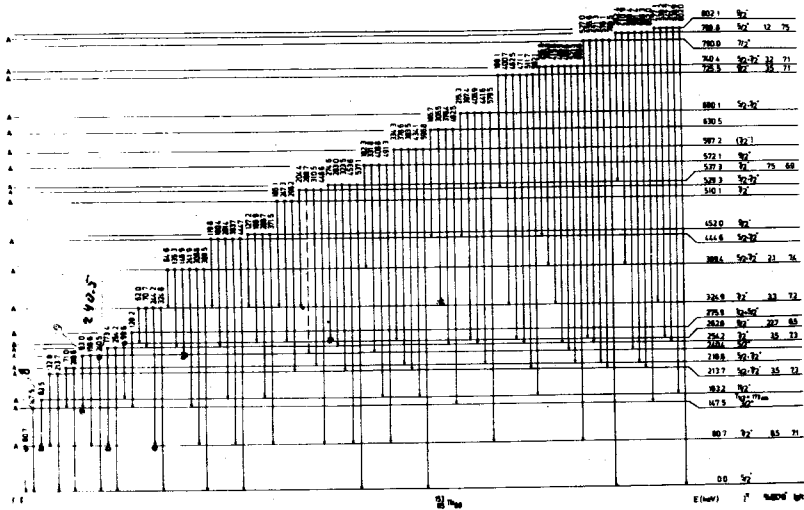


Рис. 1а. Схема распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb} \text{ } \alpha. \text{I}$

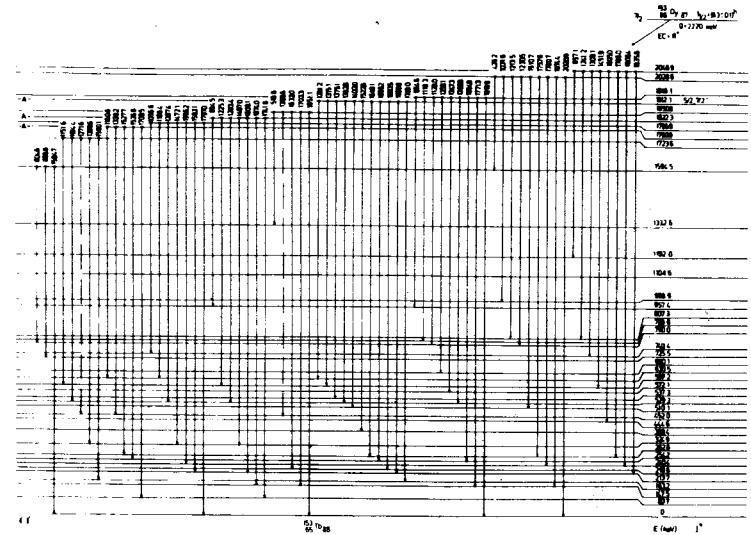


Рис. 1в. Схема распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb} \text{ } \alpha. \text{II}$

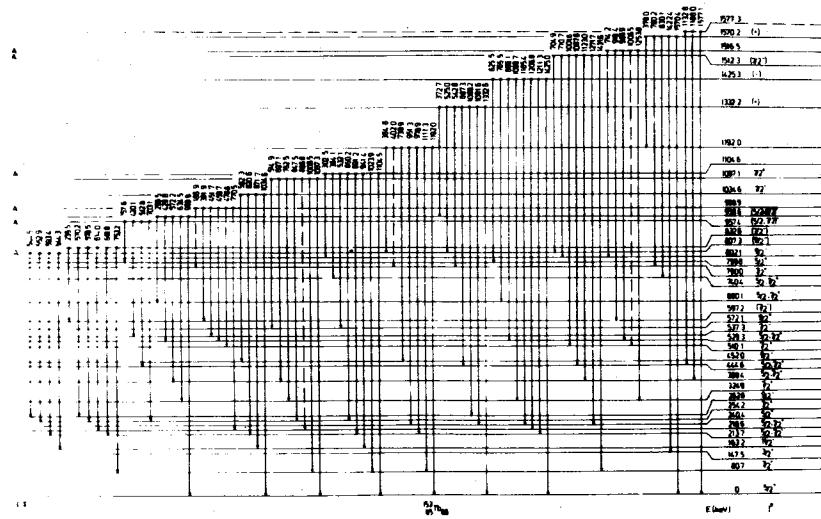


Рис. 1б. Схема распада $^{153}\text{Dy} \rightarrow ^{153}\text{Tb} \text{ } \alpha. \text{II}$

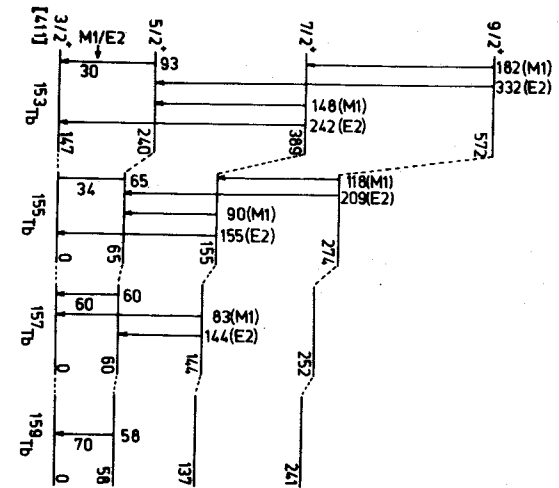


Рис. 2. Ротационная полоса $3/2^+ [411]$, в нечетных изотопах тербия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.С.Джелепов, И.Звольски, М.И.Никитин, В.А.Сергиенко.
Программа и тезисы докладов XII совещания по ядерной спектроскопии, Ленинград, 1962.
2. И.Звольски. Автореферат диссертации ОИЯИ, 1700, Дубна, 1963.
3. В.Гнатович, К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов. Препринт ОИЯИ, Р-2729, Дубна, 1966.
4. Y.Y.Chu, E.M.Fraz, G.Friedlander. *Phys.Rev.*, C1, 1826 (1970).
5. В.П.Афанасьев, А.Т.Василенко, И.И.Громова, Ж.Т.Желев, В.В.Кузнецов, М.Я.Кузнецова, Д.Мончка, Ю.Поморски, В.И.Райко, А.В.Ревенко, В.И.Сороко, В.А.Уткин. Препринт ОИЯИ 13-4763, Дубна, 1969.
6. В.Гаджоков. Препринт ОИЯИ P10-5035, Дубна, 1970.
7. V.Harmatz and T.H.Handley. *Nucl.Phys.*, A191, 497 (1972)
8. A.H.Wapstra, N.B.Gove. *Nucl.Data Tables*, A9, 276 (1971)
9. A.Rosen, C.Ekstrom, H.Nyqvist, K.E.Adelroth. *Nucl.Phys.*, A154, 526 (1970).
10. K.E.Adelroth, H.Nyqvist, A.Rosen. *Physica Scripta*, V.2, 96 (1970).
11. V.T.Gritsyna and H.H.Forster. *Nucl.Phys.*, 61, 129 (1965).
12. Л.К.Пекер, В.М.Сигалов. Программа и тезисы докладов XXIV совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Харьков, Изд. "Наука", Ленинград, 1974.

13. A.Hoglund and S.G.Malmkog. *Nucl.Phys.*, A138, 470 (1969).
14. R.E.Epplley, W.C.McHarric and W.H.Kelly. *Phys.Rev.*, C2, 1077 (1970).

Рукопись поступила в издательский отдел
6 марта 1975 г.