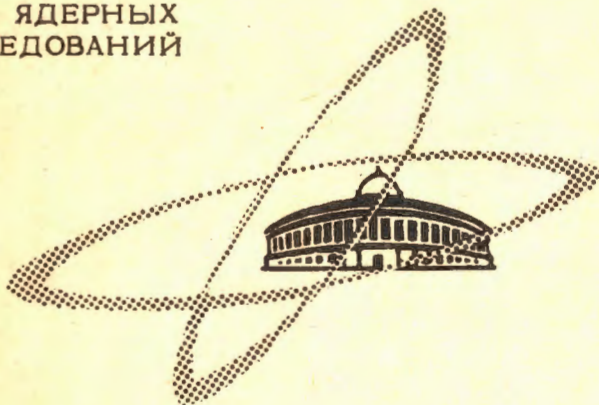


Б-817

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2817



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Н.А. Бонч-Осмоловская, Я. Врэал, Е.П. Григорьев,
Я. Липтак, Я. Урбанец

СХЕМА РАСПАДА ¹⁶⁰No

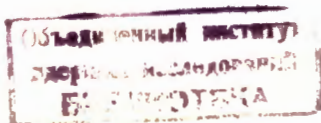
1966

P-2817

УЧ 03/2 48

Н.А. Бонч-Осмоловская, Я. Врзал, Е.П. Григорьев,
Я. Липтак, Я. Урбанец

СХЕМА РАСПАДА ¹⁶⁰Ho



^{160}Dy является сильнодеформированным ядром, многие из свойств которого объясняются обобщенной моделью. Уточнение схемы уровней, их квантовых характеристик, вероятностей переходов необходимо для определения параметров модели в установлении области ее применимости. Одним из методов изучения ^{160}Dy является исследование распада ^{160}Ho .

Как показали исследования спектра электронов внутренней конверсии, при распаде ^{160}Ho возникает около 130 γ -переходов ^{/1/}. Гамма-лучи наблюдались ранее по фотоэлектронам лишь для самых интенсивных переходов, люминесцентные же спектры имели недостаточную разрешающую способность, чтобы разделить отдельные линии. Информация о γ -лучах имеет большое значение для установления очень сложной схемы распада ^{160}Ho .

В настоящей работе измерялся γ -спектр ^{160}Ho на полупроводниковом γ -спектрометре с германиевым детектором. Рабочий объем детектора коаксиального типа составлял 5 см³, ширина линий на половине высоты в данных измерениях равнялась 5,5 кэв в области 1 Мэв. Регистрация проводилась 2048-канальным анализатором. Источником служил ^{160}Er , который находился в равновесии с дочерним ^{160}Ho . Препарат был получен в реакции взаимодействия протонов $E_p = 660$ Мэв с танталовой мишенью на синхротроне ОИЯИ.

Результаты измерения γ -спектра ^{160}Ho приведены в таблице 1. Энергии большинства переходов были измерены в ^{/1/} с точностью 0,05%, поэтому они были приняты по этой работе. В области энергий 2500–2800 кэв градуировочная кривая для γ -спектра была получена по энергиям наиболее интенсивных линий внутренней конверсии ^{/1/}, энергии более слабых γ -переходов определялись по положению линий в γ -спектре. Относительная точность измерения интенсивностей γ -линий составляла 10% для сильных γ -лучей. Кроме пиков полного поглощения, в спектре наблюдались пики, соответствующие вылету одного и двух аннигиляционных квантов. Последние сильно затруднили анализ спектра в области 1500–1700 кэв, так как здесь расположены пики

от довольно сильных γ -переходов 2500–2700 кэВ. Для примера на рис. 1 приведены два участка γ -спектра $^{160}\text{Ю}$.

Интенсивности конверсионных электронов в таблице 1 приведены в единицах, где 1 (К 187) составляет 1000 единиц. Шкала интенсивностей γ -лучей выбрана таким образом, чтобы для известных чистых E2-переходов 187, 728, 880 и 866 кэВ отношения I_k/I_γ были бы как можно ближе к величине $a_k^{\text{теор}}(E2)$. Величина $(I_k/I_\gamma)/a_k(E2)$ была получена путем усреднения этих отношений для четырех указанных переходов. В этом случае величины I_k/I_γ будут равны экспериментальным коэффициентам конверсии. Разброс значений $a_k^{\text{эксп}}$ по отношению к $a_k(E2)$ невелик для реперных переходов, и не замечено регулярного отклонения в зависимости от энергии. Это обстоятельство является свидетельством правильности определения интенсивности как конверсионных линий, так и γ -лучей.

В таблице 1 приведены некоторые новые данные о спектре конверсионных электронов, полученные в результате совместного анализа со спектром γ -лучей. Уточнены интенсивности ряда линий, даны оценки интенсивностей линий тех переходов, которые впервые обнаружены в спектре γ -лучей.

Полученная информация позволяет сделать новые заключения и служит проверкой сделанных в ^{1/} предположений и выводов о схеме уровней $^{160}\text{Ду}$.

Уровни второй ротационной полосы с $K^\pi = 2^+$

В работе ^{1/} установлены уровни со спинами до 6 ротационной полосы, основанной на состоянии 865,6 кэВ 2^+ (γ -вибрационная полоса, рис. 2).

Прямые измерения интенсивностей γ -лучей позволяют определить отношение приведенных вероятностей γ -переходов, идущих на основную полосу. В таблице 2 приведены полученные результаты. Следует заметить, что мультипольность перехода с энергией 857 кэВ оказалась E1, это, по-видимому, два близких по энергии перехода, и между уровнями 6_2^+ и 6_0^+ идет E2-компонента этого дублета. Ее долю определить трудно ввиду того, что велика погрешность из-за малой интенсивности перехода.

Коэффициенты конверсии остальных переходов, идущих с этой полосы, соответствуют значениям a_k электрических квадрупольных переходов.

В работе Йошизава и др. ^{2/} определена приведенная вероятность возбуждения уровня 868 кэВ В (E2; $0 \rightarrow 2$) $= 0,069 \pm 0,020$ $e^2 \cdot 10^{-48}$ см⁴, что соответствует его периоду полураспада по отношению к переходу 868 кэВ $2^+ \rightarrow 0^+$, $T_{1/2} = 4,8 \cdot 10^{-12}$ сек и фактору ускорения $F = 2,7$. Период полураспада уровня 868 кэВ равен $1 \cdot 10^{-11}$ сек. Ускорение в несколько раз обычно для E2-переходов, идущих в деформированных четно-четных ядрах с γ -вибрационными уровнями.

Уровни третьей ротационной полосы с $K = 4^+$

Для уровней ротационной полосы, основанной на состоянии 1694 кэВ 4^+ (рис. 2), проведен такой же анализ, как и для уровней второй полосы. Мультипольности переходов, идущих с уровней 4^+ и 5^+ , которые проявились в γ -спектре, оказались E2. В таблице 3 даны отношения их приведенных вероятностей. Результаты, полученные по интенсивностям γ -лучей, близки к выводам /1/, но их надежность выше, так как предположение о мультипольности E2 стало экспериментальным фактом.

Следя анализу вероятностей γ -переходов на полосу с $K^\pi = 2^+$ и переходов внутри полосы с $K^\pi = 4^+$, проведенному в /1/, можно определить период полураспада уровня 1694 кэВ $T_{1/2}(1694 \text{ кэВ}) = 1,6 \cdot 10^{-11}$ сек, и парциальный период полураспада относительно перехода 728 кэВ $T_{1/2}(728 \text{ кэВ}) = 2,7 \cdot 10^{-10}$ сек. E2-переход 728 кэВ оказался заторможенным в 5,1 раза по сравнению с предсказаниями одночастичной модели. Это позволяет с определенной вероятностью исключить интерпретацию уровня 1694 кэВ как двухфононного вибрационного состояния. В последнем случае следовало бы ожидать ускорения переходов на однофононные состояния. По-видимому правильна интерпретация его как двухквазичастичного состояния $n \ 3/2^- [521]_n \ 5/2^- [523]$.

Уровни 0^+ и 2^+ β -вибрационной полосы

Из таблицы 1 следует, что мультипольность перехода 1263 кэВ должна быть выше, чем M2. Маловероятно найти изомерный переход с такой большой энергией в схеме уровней ^{160}Dy , поэтому можно предположить, что переход 1263 кэВ сложный и одна его компонента относится к E0-переходу, идущему между состояниями $0^+ \rightarrow 0^+$. В γ -спектре обнаружен переход 1176 кэВ, который может быть размещен между уровнями 1263 кэВ 0^+ и 86,8 кэВ 2^+ . Ввиду малой интенсивности и близости других переходов установить его мультипольность не удалось. Можно оценить ядерный параметр ρ^2 для $0^+ \rightarrow 0^+$ -перехода, зная, что интенсивность конверсионной линии K 1263 примерно в 100 раз меньше, чем γ 1176, и принимая одночастичную величину вероятности для E2-перехода 1176 кэВ ($T_{1/2} = 4,8 \cdot 10^{-12}$ сек).

В этих предположениях значение ρ^2 получается равным 0,024, что не выходит за пределы обычно встречающихся значений.

Если состояние 1263 кэВ является β -вибрационным, то на нем должна быть ротационная полоса. Моменты инерции ядра в β -вибрационных и основных состояниях обычно близки, и первый ротационный уровень следует искать около 1350 кэВ. В спектре есть переход с энергией 1349 кэВ и с мультипольностью E2; он может идти в основное состояние. Тогда на первый возбужденный уровень пойдет переход 1263 кэВ, кото-

рый проявился в γ -спектре. С заметной интенсивностью должен идти переход на уровень 283,8 кэв 4^+ . В спектре конверсионных электронов на подъеме линий 1089 кэв наблюдалось превышение числа импульсов над контуром линии, которое может быть вызвано переходом 1067 кэв.

Сложность спектра не позволяет точно установить интенсивности переходов и сопоставить их с теоретическими предсказаниями.

Уровни ^{160}Dy с отрицательной четностью

Подтвердился вывод работы /1/, что при распаде ^{160}Ho заселяются те же четыре уровня с отрицательной четностью, что и при распаде ^{160}Tb .

а) Уровень 1264,4 кэв. Отношение интенсивностей γ 215 : γ 1178 = 0,2 близко к полученному в ряде работ по изучению ^{160}Tb (см. /3/) значению 0,21-0,22. Линия К 1178 в спектре конверсионных электронов не наблюдалась ввиду ее малой интенсивности.

б) Уровень 1286,6 кэв. Подтвердилось, что мультипольность идущего с него перехода 1200 кэв - E1.

в) Уровень 1358,4 кэв. Подтверждено, что мультипольности переходов 310, 392 и 1272 - E1 и отношение γ 392 : γ 1272 = 0,2 такое же, как и полученное при изучении распада ^{160}Tb (см. /3/).

г) Уровень 1398,6 кэв. Подтверждено, что мультипольности переходов 1115 кэв и 1312 кэв - E1 и отношение γ 1115 : γ 1312 = 0,8 близко к значениям 0,7-0,8 в ^{160}Tb .

Другие уровни, возникающие при распаде ^{160}Ho

В правой части схемы распада показано большое количество новых уровней ^{160}Dy . Критериями для введения этих уровней были: 1) известная энергия распада ^{160}Ho 3386 ± 15 кэв; 2) совпадения энергий прямых и каскадных переходов; 3) мультипольности переходов (они показаны на рис. 2); 4) данные о $e-\gamma$ и $\gamma-\gamma$ совпадениях /4,5/. Отношения интенсивностей переходов, особенно E1, не могут быть хорошим критерием для определения характеристики высоких уровней, так как смешивание состояний может значительно нарушить правила интенсивностей. Некоторые из состояний предлагались в более ранних работах (см. /1/).

Следует отметить тот факт, что мультипольность большей части переходов из группы 1200–1500 кэв оказалась E2 или M1, а не E1, как предполагалось в более ранних работах. Как следствие, ряду уровней в области 1400–2300 кэв приписана положительная четность.

Нужно сделать замечания об уровнях, изображенных на рис. 2. Уровни 1431, 1436, 1699, 1757 и 2086 кэв введены по энергиям и мультипольностям переходов. Все они имеют положительную четность, а предполагаемые спины указаны на рис. 2.

Уровень 1699 кэв подтверждается совпадениями (L 86,8) (γ 1610)^{/4/} и (γ 197) (γ 1300–1450)^{/5/}.

Несколько ниже 1700 кэв должно быть состояние 1^+ , образованное теми же нейтронами $3/2^-$ [521] и $5/2^-$ [523], что и состояние 1694 кэв 4^+ , а также соответствующие ротационные уровни. Идентифицировать их довольно сложно ввиду возможности сильного смешивания состояний. Не исключено, что какие-либо из указанных уровней относятся к этой ротационной полосе.

Уровень 1805 кэв подтверждают (L 86,8) (γ 1710) –совпадения^{/4/}. Переход 1806 кэв также может быть расположен в другом месте схемы, между уровнями 1893 кэв и 86,8 кэв. В пользу этого варианта говорит наличие совпадений (K 197) (γ 1610)^{/4/}.

Уровень 2096 кэв характерен тем, что все три перехода с него идут на уровни γ -вибрационной полосы. Совпадения (γ 963 + 966) (γ 1050–1200) можно интерпретировать, следуя работе^{/5/}, как (γ 962) (γ 1049) и (γ 966) (γ 1131). Отсутствие переходов на основную полосу можно объяснить K-запретом, и значение спина 4 кажется по этой причине предпочтительнее, чем 3.

Некоторым подтверждением уровня 2209 кэв служат совпадения (γ 197)(γ 1900–2500)–(γ 197) (γ 1925)^{/5/}. Эти же совпадения относятся к уровню 2270 кэв (γ 197) (γ 1986), а также возможные совпадения (γ 966) (γ 1304)^{/5/}.

Совпадения, наблюдавшиеся в^{/5/} и интерпретированные как (γ 197) (γ 2002); (γ 962) (γ 1236) и (γ 966) (γ 1321), служат подтверждением уровня 2286 кэв.

С уровня 2469 кэв могут идти пять переходов, но два из них также размещены в другом месте схемы.

Группа уровней выше 2600 кэв вводилась уже в ряде работ (см.^{/1/}).

Установление мультипольностей переходов позволяет судить о квантовых характеристиках каждого из уровней. По-видимому, они заселяются путем разрешенных β -переходов при распаде изомерного состояния ^{160}Np 2^+ .

С уровня 2630 кэв, кроме двух сильных переходов на основную полосу, идет переход 1865 кэв на γ -вибрационное состояние. Это подтверждено (γ 868) (γ 1865) совпадением ¹⁵/_Б. Переход 1280 кэв хорошо укладывается между этим уровнем и состоянием 1350 кэв. Но его мультипольность - M2, и было бы крайне интересно установить, действительно ли он идет в конкуренции с тремя E1 γ -переходами.

Возможно, что с уровнями 2660, 2673, 2699 и 2733 кэв идут конкурирующие E1 и M1-или E2-переходы. В этом случае E1 переходы значительно заторможены по отношению к одночастичным значениям.

По интенсивностям γ -переходов была определена вероятность заселения каждого из уровней путем электронного захвата. За 100% была принята интенсивность всех переходов, идущих в основное состояние ¹⁶⁰Dy (рис. 2). В единицах таблицы 1 это составляет 4700. Величины $lgft$ вычислялись в предположении, что они заселяются при β -распаде изомерного состояния ¹⁶⁰Ho. Если уровень заселяется при распаде основного состояния ¹⁶⁰Ho, то величина $lgft$ будет на 1,0 меньше. Анализ полосы, основанной на уровне 1694 кэв ⁴⁺, проведен в ¹¹/₁.

Значения вероятностей электронного захвата и $lgft$ приведены на рис. 2. Большинство β -переходов можно отнести к разрешенным или первого запрещения. Из рис. 2 видно, что нет β -переходов с малыми значениями $lgft$ (около 5). Видно также, что если бы заселение какого-либо из уровней происходило с $lgft > 8$, то интенсивности соответствующих γ -переходов были бы настолько малы, что они не проявились бы в спектре.

Авторы выражают благодарность В.А. Халкину и его сотрудникам за химическое выделение препаратов эрбия, К.Я. Громову, Ж.Т. Желеву и Г. Музиолло за интерес к работе, Н.И. Пятову и С. Бьорнхольму за полезные обсуждения, а также авторам работы ¹¹/₁ М.П. Авотьяной, Б.С. Джелепову, А.В. Золотавину и В.О. Сергееву за предоставленную возможность заново проанализировать их экспериментальные результаты.

Л и т е р а т у р а

1. М.П. Авотьяна, Е.П. Григорьев, Б.С. Джелепов, А.В. Золотавин, В.О. Сергеев. Изв. АН СССР, сер. физ. 30, 530 (1986).
2. Y. Yoshizawa, V. Elbek, V. Herskind, V. M.C. Olesen. Nucl. Phys., 73, 273 (1965).
3. G. T. Ewan, R L. Graham, I.S. Geiger. Nucl. Phys., 22, 610 (1961).
4. П. Бедросян, Т. Бедикя, К.Я. Громов, В.А. Морозов. Программа и тезисы докладов XV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Минск, стр. 81. Изд. "Наука", М-Л, 1985.

5. В.П. Григорьев, Г.С. Квафэр, Е.Г. Лидберг, В.Б. Смирнов, В.А. Александров.
Программа и тезисы докладов XVI ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Москва, стр. 47. Изд-во "Наука", М-Л, 1966.
Доклад на совещании.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1966 г.

Таблица I

Энергии и относительные интенсивности γ - лучей
и электронов внутренней конверсии $^{160}\text{Ho} + ^{160m}\text{Ho}$

E _γ , кэВ	I _γ	I _β	Коэффициенты конверсии, x 10 ³					Выход о мультитипольности	
			опыт	E1	E2	M1	M2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
86,8	L _{III}	6700	6100	II00±200	-	L _{III}	III100	-	E2 ^ж
93,9	L _I	8	-	-	-	-	-	-	-
107,9	I05	I00	I000±200	2I0	940	I650	-	-	M1 + E2 ^ж
II7	-	20	-	-	-	-	-	-	-
I27	8	~10	800±300	I35	600	I000	-	-	M1, E2
I63	3	80	40±20	70	280	400	300	-	E1
I89	≤3	≤30	-	-	-	-	-	-	-
I97	I000	5600	I73±30	43	I65	300	I600	-	E2 ^ж
2I5	I,8	<70	>26	34	I30	230	II50	-	E1 ^ж
235	3	≤40	≥70	27	98	I95	850	-	не E1
239	2,5	≤40	≥60	26	90	I80	800	-	не E1
256	0,4	≤30	≥15	2I	75	I50	650	-	E2 ^ж
282	0,4	≤30	≥15	I7	60	II5	470	-	-
297,2	I8	850	32±8	I5	50	I00	390	-	E2 ^ж
298,0	2,5								-
298,6	6,6								E1
3I0	I,5	I40	II±4	I3	44	88	340	-	E1
363	2,5	~70	~40	9,2	28	58	2I0	-	E2 + M1
390	0,4	230	5,6±I,6	7,6	23	47	I60	-	(E1)
392	0,9								E1
406	3,9	I90	20±5	7,2	2I	43	I46	-	E2
466	0,12	~70	~9	5,1	I4	29	92	-	-
468	0,30								-
469	0,15								-
490	0,7	~70	~I3	4,9	I2,8	27	84	-	E2
49I	0,2								-
494	0,2	~I00	~2	4,6	I2,0	26	82	-	E1
5I3	6,9	660	I0,5±2	4,2	II,6	24	72	-	E2
538	2I	I900	II±2	3,8	I0,3	2I	52	-	E2
640	0,5	8800	6,8±I,4	2,5	6,7	I3,5	37	-	-
645	50								E2
646	9,5								E2
673	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица I (продолжение I)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
682	I,0	~I40	~7	2,3	5,9	I0,8	32	E2	
707	I,0	~I90	5,2±I	2,1	5,3	I0,5	28	E2	
728	70	I3700	5,1±0,6	2,0	5,0	9,7	26	E2 ^ж	
753	5,7	III0	5,1±0,8	I,85	4,7	9,1	24	E2	
765	7,4	I650	4,5±0,8	I,75	4,5	0,6	22	E2	
826	0,70	360	2,3±I	I,52	3,8	7,2	I9	-	E1, E2
827	0,13								-
843	0,3	<50	>6	I,45	3,6	6,9	I7	-	M1
857	0,37	280	I,3±0,5	I,43	3,5	6,5	I7	-	E1
872	8,5	3000	2,8±0,6	I,40	3,4	6,3	I6	-	E2
879	27,5	8900	3,1±0,3	I,35	3,3	6,1	I5,5	-	E2
94I	0,7	I00	7±2	I,20	2,9	5,2	I3,0	-	M1
962	2I	8000	2,6±0,4	I,16	2,8	4,9	I2,5	-	E2
966	22	8000	2,75±0,4	I,14	2,75	4,8	I2,5	-	E2 ^ж
I003	0,17	950	2,5±0,3	I,05	2,5	4,3	II,0	-	E1 ^ж
I004	2,1								E2
I048	I,1	370	3,0±0,6	0,93	2,4	4,0	I0,0	-	M1
I069	2,8	I300	2,15±0,3	0,95	2,2	3,8	9,4	-	E2
III5	0,17	I85	0,92±0,50	0,88	2,0	3,7	8,6	-	E1 ^ж
II3I	I,1	490	2,2±0,4	0,87	2,0	3,5	8,3	-	E2
II42	0,08	60	I,3±0,5	0,85	I,9	3,1	7,8	-	E2
II54	0,16	II0	2,2±I	0,84	I,9	3,1	7,8	-	E2 ^ж
II56	0,08								-
II62	-	I50	-	-	-	-	-	-	-
II76	-	400	-	-	-	-	-	-	-
II78	-								-
II82	-	80	-	-	-	-	-	-	-
I200	0,55	I000	0,55±0,2	0,73	I,75	2,9	7,0	-	E1 ^ж
(I2I6)	-	I00	-	-	-	-	-	-	-
I236	-	I70	-	-	-	-	-	-	-
(I250)	-	≤I00	-	-	-	-	-	-	-
(I256)	-	≤I00	-	-	-	-	-	-	-
I245	-	I80	-	-	-	-	-	-	-
I263	I,1	~II0	I0±3	0,7I	I,60	2,5	6,1	-	E0
I272	0,9	I260	0,7I±0,1	0,70	I,55	2,5	6,0	-	E1 ^ж
I280	0,5	~I80	~2,8	0,70	I,55	2,4	5,9	-	(M1)
I286	0,55	780	0,7I±0,1	0,70	I,54	2,4	5,9	-	E1
I304	~0,05	I40	~0,4	0,65	I,47	2,3	5,6	-	E1
I3I2	0,12	300	0,4±0,2	0,66	I,45	2,3	5,5	-	E1

Таблица I (продолжение 2)

I	2	3	4	5	6	7	8	9
I32I	0,12	100	$1,2 \pm 0,5$	0,66	1,45	2,3	5,5	E1, E2
I330	~ 0,1	~ 50	~ 2	0,65	1,42	2,2	5,3	E2, MI
I338	0,12	~ 70	~ 1,7	0,64	1,40	2,1	5,2	MI, E2
I344	0,16	~ 80	~ 2,0	0,64	1,40	2,1	5,2	MI, E2
I349	0,11	~ 70	~ 1,5	0,64	1,40	2,1	5,2	E2
I369	0,20	400	$1,9 \pm 0,5$	0,61	1,36	2,1	4,9	-
I370	0,44							MI, E2
I371	0,13							-
I374	0,10	190	$2,3 \pm 0,8$	0,61	1,35	2,07	4,9	-
I375	0,26							MI
I377	0,07							-
I389	0,20	~ 40	~ 5	0,61	1,32	2,05	4,8	M2
I396	0,19	100	$1,9 \pm 0,6$	0,61	1,32	2,05	4,8	MI, E2
I400	0,17	220	$0,8 \pm 0,2$	0,60	1,31	2,00	4,7	E1
I402								-
I405	0,034	< 100	> 0,3	0,59	1,31	2,00	4,7	-
I409	0,10	~ 190	~ 1,8	0,59	1,30	2,00	4,6	-
I410	0,24							E2, MI
I415	0,14	~ 190	~ 2,5	0,58	1,27	1,95	4,5	MI
I418	0,27							-
I420	0,07							-
I425	0,08	-	-	-	-	-	-	-
I431	0,68	450	$1,7 \pm 0,4$	0,57	1,26	1,90	4,5	MI, E2
I433	0,09							-
I436	0,24	I40	$2,5 \pm 1$	0,56	1,25	1,90	4,5	MI
I438	0,10							-
I441	0,10	< 100	> 1	0,56	1,22	1,88	4,4	не E1
I443	0,12	< 100	> 1,2	0,56	1,22	1,88	4,4	не E1
I473	0,20	260	$0,77 \pm 0,2$	0,55	1,20	1,80	4,1	E1
I489	-	100	-	-	-	-	-	-
I518	0,12	-	-	-	-	-	-	-
I606	0,025	-	-	-	-	-	-	-
I609	0,01	-	-	-	-	-	-	-
I613	0,06	-	-	-	-	-	-	-
I621	0,15	165	$0,9 \pm 0,2$	0,47	1,00	1,43	3,3	E2
I655	0,09	205	$0,44 \pm 0,08$	0,45	0,95	1,35	3,1	E1
I670	0,17	170	$1,0 \pm 0,2$	0,45	0,95	1,35	3,1	E2

Таблица I (продолжение 3)

I7I8	0,3I	400	0,8±0,2	0,44	0,90	I,25	2,8	E2
I77I	-	200	-	-	-	-	-	-
I787	0,17	I60	I,1±0,3	0,40	0,87	I,15	2,6	E2,MI
I80I	0,05	~50	~I	0,39	0,83	I,13	2,5	MI,E2
I806	0,16	I20	I,3±0,3	0,39	0,83	I,13	2,5	MI
I8I9	0,05	I20	0,4±0,1	0,39	0,82	I,12	2,5	EI
I86I	0,06	<50	>I,2	0,36	0,77	I,0I	2,2	(MI)
I87I	0,07	<50	>I,4	0,36	0,76	I,00	2,2	MI,M2
I92I	0,05	230	0,9±0,2	0,35	0,72	0,98	2,1	(EI)
I925	0,15							E2,MI
I953	0,14	<40	>3,5	0,34	0,7I	0,94	2,1	(E0)
I986	≤0,03	I10	≤0,3	0,33	0,69	0,9I	2,0	EI
I998	0,08	I00	I,4±0,6	0,33	0,68	0,90	2,0	не EI
2002	0,06							
2006	-	80	-	-	-	-	-	-
2069	0,07	205	0,34±0,08	0,3I	0,64	0,84	I,80	EI
2086	0,09	I00	0,9±0,4	0,30	0,63	0,82	I,75	MI,E2
2I38	-	~I00	-	-	-	-	-	-
2I64	-	~I00	-	-	-	-	-	-
2I84	0,07	340	0,2I±0,07	0,29	0,60	0,75	I,62	EI
2382	-	I00	-	-	-	-	-	-
2428	0,020	I00	0,4±0,2	0,24	0,5	0,6	I,3	-
2433	0,025							
2542	0,1I	450	0,24±0,05	0,225	0,46	0,54	I,12	EI
2559	0,0I5	I00	0,15±0,08	0,223	0,45	0,53	I,1I	EI
2574	0,020	I00	0,20±0,08	0,220	0,44	0,52	I,10	EI
2586	0,0I5	60	0,25±0,08	0,220	0,44	0,5I	I,08	EI
26I2	0,10	420	0,24±0,5	0,2I8	0,43	0,50	I,05	EI
2630	0,10	480	0,2I±0,04	0,2I5	0,43	0,49	I,03	EI
2646	0,068	230	0,03±0,07	0,2I2	0,42	0,48	I,00	EI(+M2)
(2654)	-	≤I00	-	-	-	-	-	-
2673	0,15	560	0,27±0,05	0,2I0	0,4I	0,47	0,96	EI(+M2)
~2680	0,02	~I00	~0,2	0,2I0	0,4I	0,47	0,96	(EI)
(27I9)	-	~20	-	-	-	-	-	-
2734	0,022	70	0,32±0,10	0,205	0,39	0,45	0,94	EI,E2
2763	0,026	55	0,47±0,15	0,200	0,38	0,44	0,92	(MI)
~2855	-	~I0	-	-	-	-	-	-

Интенсивности конверсионных электронов и γ -лучей приведены в одинаковых единицах. Нормировка произведена по коэффициентам конверсии E2-переходов I97,728,880 и 966 кэВ. * Мультипольность этих переходов известна из распада ^{160}Tb .

Таблица 2

Экспериментальные и теоретические отношения приведенных вероятностей E2 - переходов в ^{160}Dy между полосами с $K^\pi = 2^+$ и $K^\pi = 0^+$

Переходы	Опыт		Теория	
	по γ -лучам	по конверсионным электронам /I/	без поправки	с поправкой $\chi = 0,03$
$2_2 \rightarrow 0$				
$2_2 \rightarrow 2_0$	$0,55 \pm 0,06$	$0,60 \pm 0,06$	0,70	0,58
$2_2 \rightarrow 4_0$				
$2_2 \rightarrow 2_0$	$0,056 \pm 0,010$	$0,074 \pm 0,010$	0,05	0,072
$3_2 \rightarrow 4_0$				
$3_2 \rightarrow 2_0$	$0,65 \pm 0,10$	$0,68 \pm 0,10$	0,40	0,59
$4_2 \rightarrow 4_0$				
$4_2 \rightarrow 2_0$	$5,4 \pm 1,0$	$5,3 \pm 1,0$	3,0	4,7
$5_2 \rightarrow 6_0$				
$5_2 \rightarrow 4_0$	$1,38 \pm 0,3$	$1,26 \pm 0,3$	0,57	1,26
$6_2 \rightarrow 4_0$				
$6_2 \rightarrow 6_0$	$0,06 \pm 0,02$	$0,19 \pm 0,06$	0,27	0,14

Таблица 3

Экспериментальные и теоретические отношения приведенных вероятностей E2 - переходов в ^{160}Dy между полосами с $K^\pi = 4^+$ и $K^\pi = 2^+$

Переходы	Опыт		Теория	
	по γ -лучам	по конверсионным электронам /I/	без поправки	с поправкой $\alpha, = 0$
$4_4 \rightarrow 3_2$				
$4_4 \rightarrow 2_2$	$0,98 \pm 0,15$	$1,00 \pm 0,10$	0,56	1,00
$4_4 \rightarrow 4_2$				
$4_4 \rightarrow 2_2$	$0,62 \pm 0,07$	$0,67 \pm 0,07$	0,196	0,62
$4_4 \rightarrow 5_2$				
$4_4 \rightarrow 2_2$	$0,26 \pm 0,04$	$0,25 \pm 0,04$	0,040	0,22
$4_4 \rightarrow 6_2$				
$4_4 \rightarrow 2_2$	0,4	0,06	0,0036	0,03
$5_4 \rightarrow 4_2$	-	$2,6 \pm 0,5$	1,0	2,5
$5_4 \rightarrow 3_2$				
$5_4 \rightarrow 5_2$				
$5_4 \rightarrow 3_2$	$4,0 \pm 1,0$	$3,4 \pm 0,7$	0,48	2,5
$5_4 \rightarrow 6_2$				
$5_4 \rightarrow 3_2$	$2,4 \pm 1,0$	$2,9 \pm 0,9$	0,428	4,2

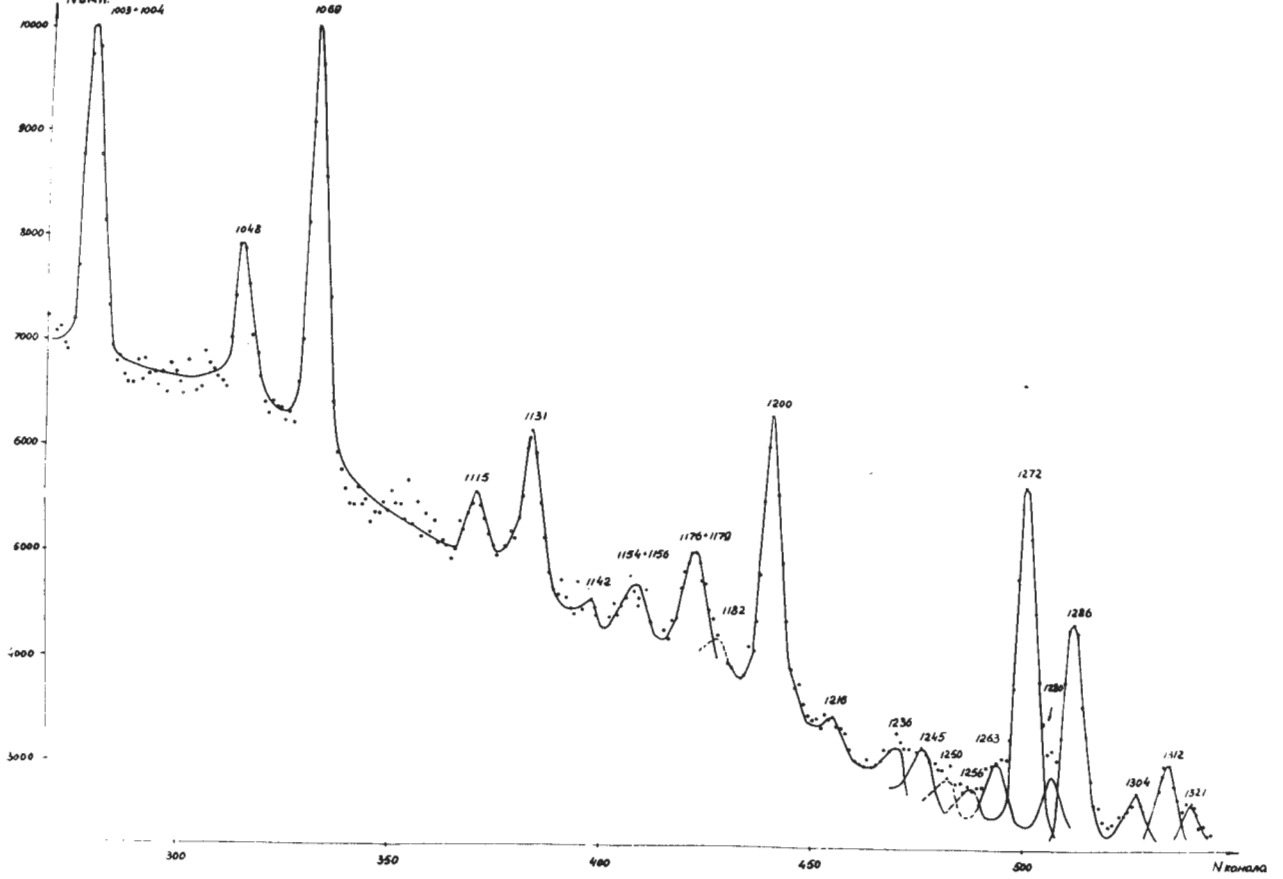


Рис. 1а. Гамма-спектр ^{160}Po в средней энергетической области от 1000 до 1320 кэВ.

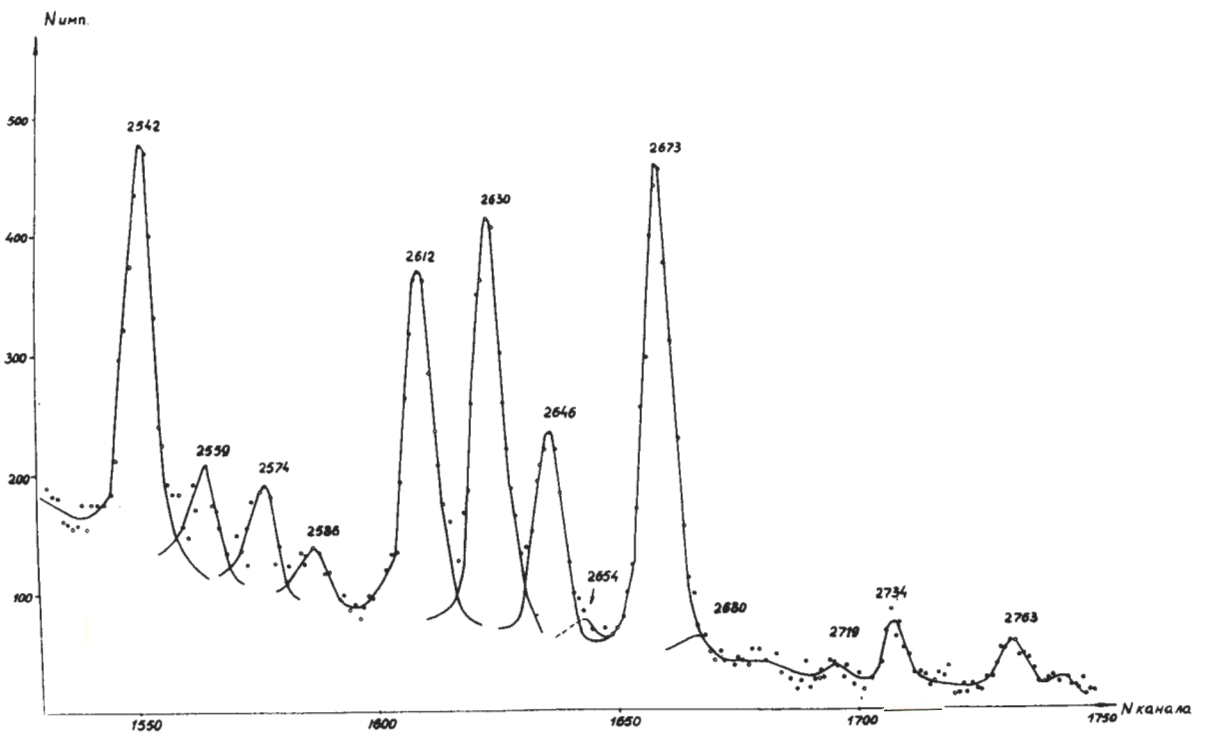


Рис. 1б. Гамма-спектр ^{160}Po в жесткой области энергий 2500-2800 кэВ.

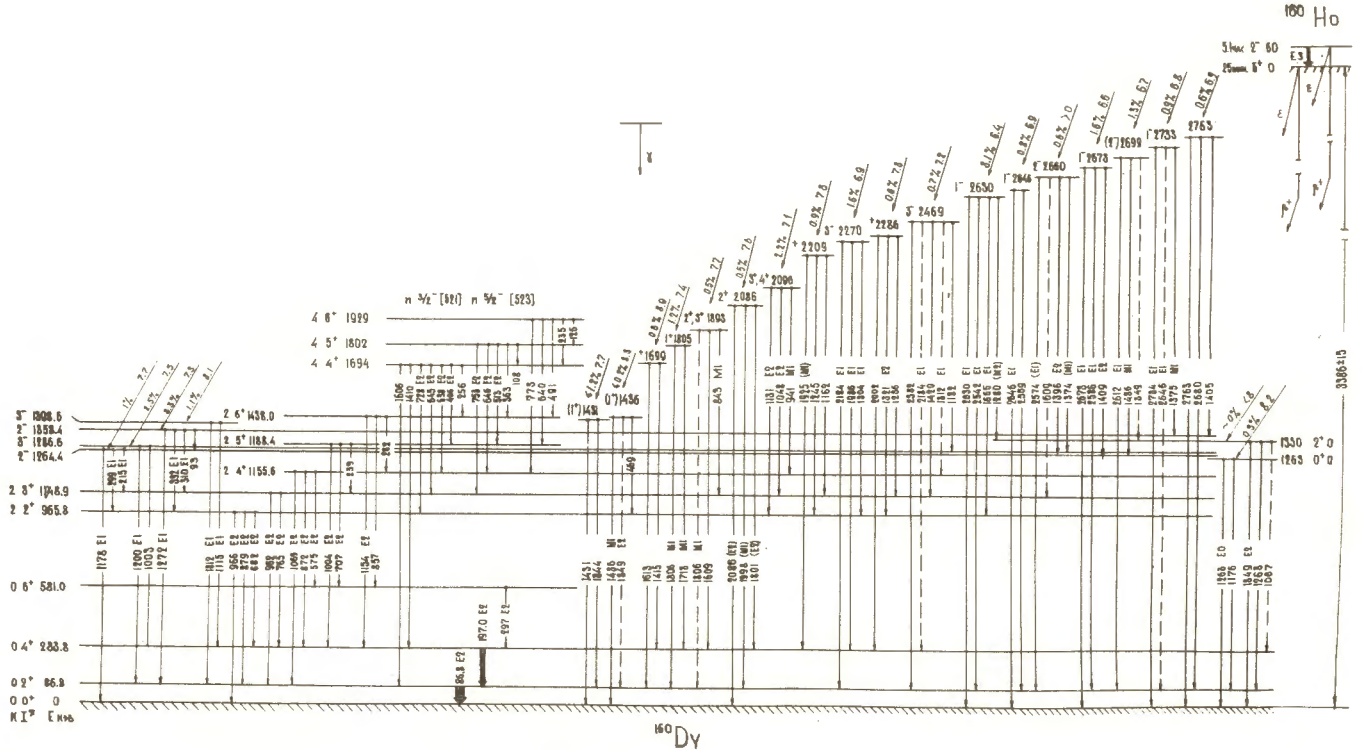


Рис. 2. Схема распада 160 Но .