

16
У-69



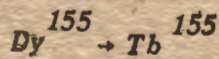
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

Я.Урбанец, И.Кайфощ, И.Звольский, А.Новгородов

P - 1178

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА



Дубна 1962 год

Я.Урбанец, И.Кайфощ, И.Звольский, А.Новгородов

P - 1178

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА

$Dy^{155} \rightarrow Tb^{155}$

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1962 год

При помощи сцинтилляционного γ -спектрометра изучался γ -спектр и совпадения между γ -квантами, возникающими при распаде $Dy^{155} \rightarrow Tb^{155}$. Исследования проводились с препаратом, содержащим один только изотоп Dy^{155} . Источник получался повторным хроматографическим выделением из фракции изотопов холмия, образовавшихся при реакции глубокого расщепления: $(Ta+p)$; $E_p = 660$ Мэв. Dy^{155} возникает во фракции холмия при распаде Ho^{155} / $T_{1/2} = 45$ мин /.

В γ -спектре были обнаружены новые линии в области энергий 1170–2000 Кэв. На основании исследования γ - γ -совпадений вводится новый уровень Tb^{155} с энергией (1820 ± 15) Кэв.

AN INVESTIGATION OF $Dy^{155} - Tb^{155}$ DECAY

J. Urbanec, J. Kajfosz, J. Zvolisky, A. Novgorodov

Abstract

The γ -spectrum and coincidences of γ -rays appearing in $Dy^{155} \rightarrow Tb^{155}$ decay have been measured with the aid of a scintillation γ -spectrometer. A pure source with only one isotope of Dy^{155} was used in our measurements. It has been obtained by a repeated chromatographic separation from Ho fraction produced by a deep fission reaction on Ta : $(Ta + p)$, $E = 660$ MeV. Dy^{155} appears as a decay product of Ho^{155} ($T_{1/2} = 45$ min). In the γ -spectrum new lines in the energy range of 1170 - 2000 KeV have been observed. As a result of γ - γ -coincidence measurements we got a new energy level $(1820 \pm 15/KeV)$ of Tb^{155} .

В в е д е н и е

В работах, посвященных исследованию изотопов Dy^{155} /1,2,3/, было окончательно установлено, что при его распаде возбуждаются ротационные уровни основного состояния Tb^{155} (85,4 и 156,7 Кэв) и уровни с энергией 226,9 и, вероятно, 271,3 Кэв. В работе /4/, в которой изучался спектр конверсионных электронов диспрозиевой фракции, были идентифицированы электроны в области энергий до 1150 Кэв, принадлежащие целому ряду переходов, возникающих при распаде Dy^{155} .

А п п а р а т у р а

В наших измерениях использовался сцинтилляционный γ -спектрометр с кристаллом $NaJ(Tl)$ (44x38 мм) с 100-канальным амплитудным анализатором. Амплитудное разрешение составляло 8,2% на линии 662 Кэв Cs^{137} . В опытах по γ - γ -совпадениям применялся второй кристалл (45x45 мм) с разрешением 9,5% на линии Cs^{137} . При этом использовалась схема совпадений, позволяющая: 1) измерять совпадения γ -спектра с выделенной γ -линией; 2) выделять совпадения γ -квантов с заданной суммарной энергией. Разрешающее время быстро-медленной схемы совпадений при этом составляло $6 \cdot 10^{-8}$ сек.

Результаты измерений

Наши измерения показали, что γ -спектр Dy^{155} простирается до энергии ~ 2000 Кэв. Кроме γ -линий, обнаруженных в работе /2/ / γ^{227} , γ^{505} , γ^{662} , γ^{905} , γ^{1090} /, мы наблюдали линии, соответствующие переходам, установленным по конверсии в /4/, и новые γ -линии до сих пор неисследованной области энергий 1170-2000 Кэв.

На рис. 1 а, в, с показан полученный нами γ -спектр в областях энергии 50-600 (а), 450-1200 (в) и 1200-2000 Кэв (с). В первой области четко проявились линии γ^{227} и более слабые линии γ^{320} , γ^{430} и γ^{505} . Заметное количество γ -квантов наблюдается в области энергий 161 и 185 Кэв. На рис. 1 б видны пики, соответствующие γ -лучам с энергиями 505, 662, 760, 840, 905, 930, 1000 и 1160 Кэв. В третьей области энергий проявились линии γ -лучей с $h\nu = 1380 \pm 10$; 1450 ± 15 ; 1500 ± 15 ; 1570 ; 1610 ± 15 ; 1670 ± 10 ; 1760 ± 15 и 1830 ± 15 Кэв. Не исключено, что слабые линии 1760 и 1820 Кэв вызваны совпадениями каскадных γ -квантов в одном кристалле. (Принадлежность этих линий к изотопу Dy^{155} была установлена исследованием убывания их интенсивности во времени). Для определения относительных интенсивностей γ -линий было проведено разложение γ -спектра на основании известной формы линий и хода комптоновского спектра в соответствующих областях энергий. В таблице 1 суммируются полученные нами данные об энергиях и относительных интенсивностях γ -лучей. Наши значения энергий сопоставляются с данными об энергиях переходов, приведенными в работе /4/. Используя наши данные об относительных интенсивностях γ -линий и относительные интенсивности конверсионных электро-

нов /4/, мы оценили наиболее вероятный порядок мультипольности и тип γ -излучения для некоторых переходов до энергий 1160 Кэв. Эти оценки также приводятся в таблице 1.

"Сшивание" шкал интенсивностей γ -лучей и конверсионных электронов было проведено на основании того факта, что переход с $h\nu = 226,9$ Кэв типа $E1^{1/2}$.

Методом γ - γ совпадений нами изучались совпадения с четко выделенными в одиночном γ -спектре линиями 227 и 665 Кэв. Результаты этих измерений иллюстрируются на рис. 2 и 3. На рис. 2 показана верхняя часть (по энергии) спектра совпадений с линией γ 227 Кэв и на рис. 3 - средняя часть спектра совпадений с линией γ 665 Кэв. В таблицах 2 и 3 приведены относительные интенсивности совпадений с γ -квантами 227 и 665 Кэв, соответственно. При измерении совпадений оказалось, что абсолютное число совпадений между γ -квантами и 665 Кэв не соответствует их интенсивностям в однокристалльном спектре в предположении существования непосредственного каскада соответствующих им переходов. На основе наших экспериментальных данных мы предполагаем, что переход 665 Кэв не идет прямо на уровень 227 Кэв, но более вероятно представляет собой переход из возбужденного состояния с энергией 1820 Кэв на уровень 1156 Кэв. Окончательное установление этого факта требует дальнейших опытов.

Кроме совпадений с выделенной γ -линией был снят спектр сумм, в котором пики соответствуют суммам энергий пар совпадающих γ -квантов. Таким образом, полученный спектр сумм Dy^{155} чрезвычайно сложен, что показывает на большое количество возбужденных уровней Tb^{155} . В спектре сумм при совпадениях наблюдались нами четко заметные пики в области энергий выше 1 Мэв: 1020; 1160; 1230; 1380; 1670; 1750 и 1820 Кэв. Пик 1020 Кэв явно принадлежит большей частью совпадениям между аннигиляционными γ -квантами. Разложение остальных пиков, находящихся в спектре сумм с помощью суммирующего спектрометра дает, как известно, в случае жестких γ -квантов вместе с настоящими и ложные пики. Поэтому результаты измерений с суммирующим спектрометром можно однозначно интерпретировать только при настройке спектрометра на максимальную энергию в спектре сумм.

На рис. 4 показан спектр сумм в области энергий 1300-2000 Кэв. Намечаются здесь три пика 1670 ± 10 ; 1750 ± 10 и 1820 ± 10 Кэв. Нами было проведено измерение совпадений γ -квантов с заданной суммарной энергией 1820 Кэв (ширина канала 30 Кэв). На рис. 5 показана верхняя половина этого спектра совпадений. У отдельных пиков γ -квантов, кроме соответствующих энергий, приведены также энергии совпадающих с ними γ -квантов нижней половины спектра.

На основании наших измерений можно утверждать, что существует уровень Tb^{155} с энергией 1820 ± 15 Кэв, разряжающийся переходами на уровни с энергиями 85; 157; 227 Кэв и, вероятно, слабым прямым переходом на основное состояние (см. одиночный γ -спектр).

Для окончательной интерпретации результатов совпадений требуются опыты по точному определению энергий в области > 1160 Кэв.

На основании определения интенсивностей γ -лучей и совпадений с квантами γ 227 и по данным о граничной энергии β^+ спектра Dy^{155} /15/ можно оценить $\log ft$ для распада Dy^{155} на уровень 227 Кэв Tb^{155} . Расчет приводит к значению $\log (ft) = 6,3 \pm 0,2$.

По данным работы ^{16/} этот β -распад происходит между состояниями $3/2$ $3/2+[651]+5/2$ $5/2-[53]$ и является поэтому затрудненным β -переходом 1 порядка запрещения ($1h$). Заметим, что β -переход между аналогичными состояниями наблюдался тоже при распаде Gd^{153} ($3/2+[651]) \rightarrow Eu^{153}$ (98 Кэв $5/2$ 532) и его $\log ft \approx 6,8$. Систематика Моттельсона и Нильсона дает для β -переходов типа $1h$ нижнюю границу $\log ft > 7,5$.

Авторы выражают благодарность сотрудникам радиохимической группы ЛЯП, принимавшим участие в работе с источником Dy^{155} и К.Я.Грому за интерес к настоящей работе.

Т а б л и ц а 1
энергии и относительные интенсивности γ -лучей Dy^{155}

E_γ (Кэв)	$E_\gamma/4$ (Кэв)	I_γ	Вероятная мультипольность
		1650±250	
161	161,4 } 155,6	~ 28	E1
184	184,5	~ 46	E1
227	226,9	1000	E1 (принято)
	271,3	≤ 10	M1
430	433,0	30±8	E2
	484,1		
505	498,5 } 509,3	115±15	
	Аннигил кв.		
550	549,9	20±5	M1+E2
662	664,7	70±8	E2
760	744,9 } 761,2	~ 13	
840	836,1		
	842,0 } 849,5	~ 12	
905	906,5	45±10	E2+M1
930	929,5	16±8	E2+M1
1000	1000,5	47±10	E1
1090	1090	60±15	E1
1160	1156 } 1166	42±12	
1380±10		43±15	
1450±15		31±15	
1500±15		32±15	
1570		■ 8	
1610±15		15±5	
1670±10		19±5	
1760±15		< 5	
1830±15		< 3	

Т а б л и ц а 2

энергии и относительные интенсивности γ -линий, дающих совпадения с γ -лучами
227 Кэв

E_{γ} Кэв	184	420	500	662	745	830
I_{γ} отн.	21	15	112	100	12	44
E_{γ} Кэв	930	1040	1160	1310	1400	1520
I_{γ} отн.	50	27	33	21	26	20

Т а б л и ц а 3

энергии и относительные интенсивности γ -линий, дающих совпадения с γ -лучами
665 Кэв в области энергии до 800 Кэв

E_{γ} Кэв	227	420	480	550	580	650	720
I_{γ} отн.	405	47	100	15	76	36	48

Л и т е р а т у р а

1. Toth, K.S., I.O.Rasmussen. Phys. Rev. 155, 150 (1959).
2. K.S.Toth, O.B.Nielsen. Nucl. Phys. 22, 59 (1961).
3. Б.С.Джелепов, И.Звольский, М.К.Никитин, В.А.Сергиенко. Изв. АН СССР, сер.физ., 25, 1246 (1961).
4. Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольский. Тезисы докладов XII-го Всесоюзного совещания по ядерной спектроскопии. Ленинград 1962, стр. 31.
5. Б.С.Джелепов, О.Е.Крафт, Б.К.Преображенский, Г.Ф.Юшкевич. Изв.АН СССР, сер. физ. 22, 208 (1958).
6. B.R.Mottelson. S.G.Nilsson. Mat. Fys. Skr. Dan. Vid. Selsk. 1, N 8 (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
15 декабря 1962 года.

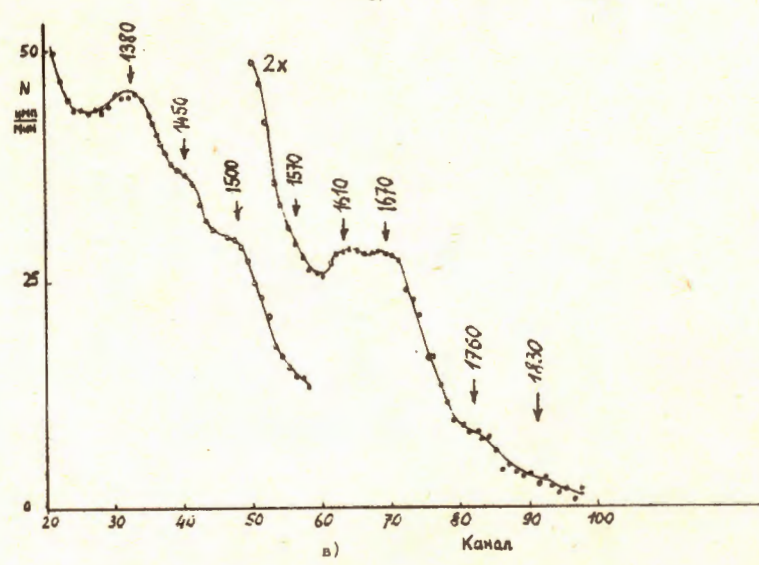
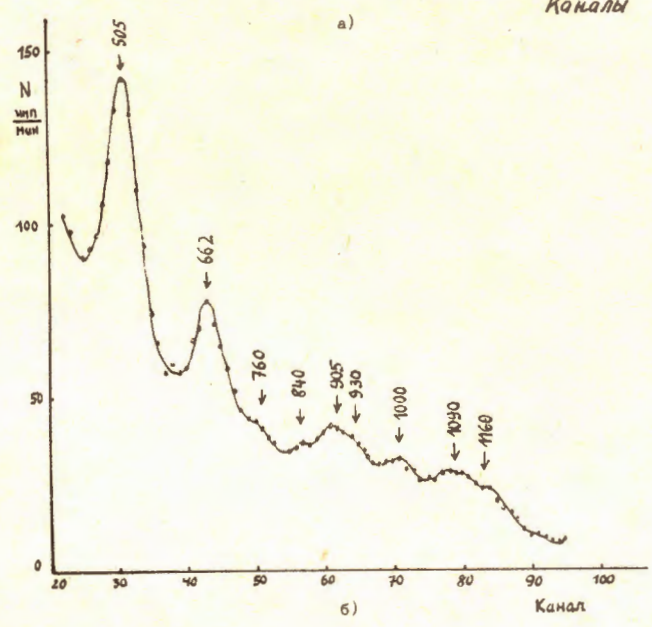
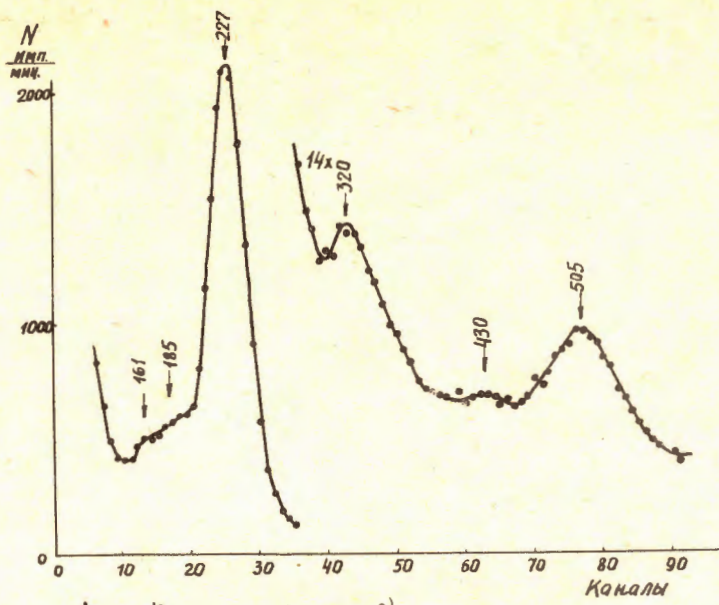


Рис. 1. Однокристалльный γ -спектр
 а) область энергий 50-800 Кэв
 б) область энергий 450-1200 Кэв
 в) область энергия 1200-2000 Кэв

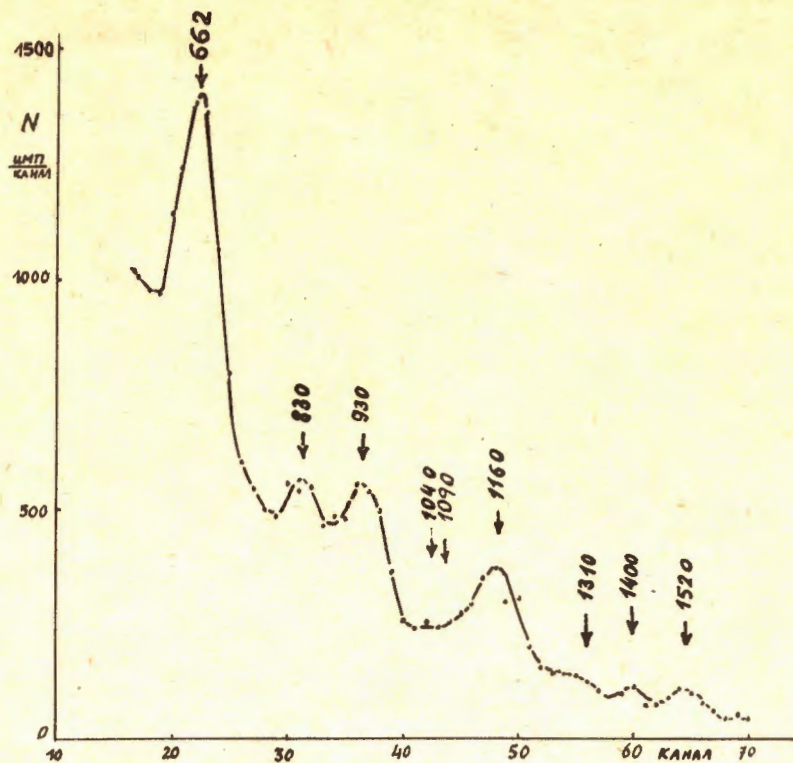


Рис. 2. Спектр совпадений с линией 227 Кэв. Область энергии 500-1800 Кэв.

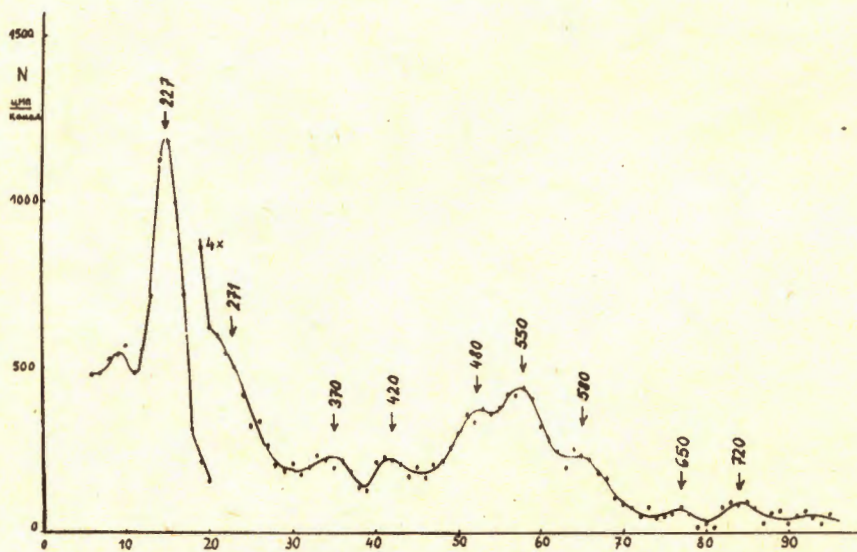


Рис. 3. Средняя часть спектра совпадений с линией 862 Кэв.

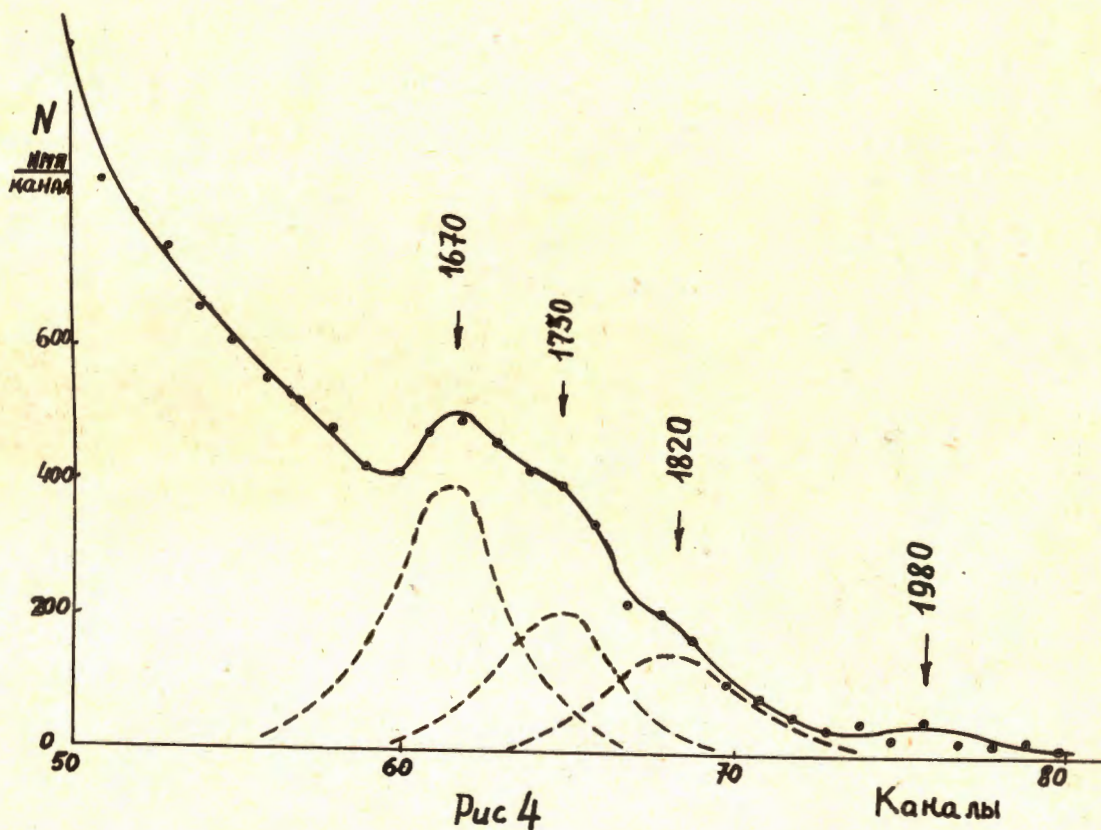


Рис. 4. Спектр сумм при совпадениях. Область энергий 1400-2100 Кэв.

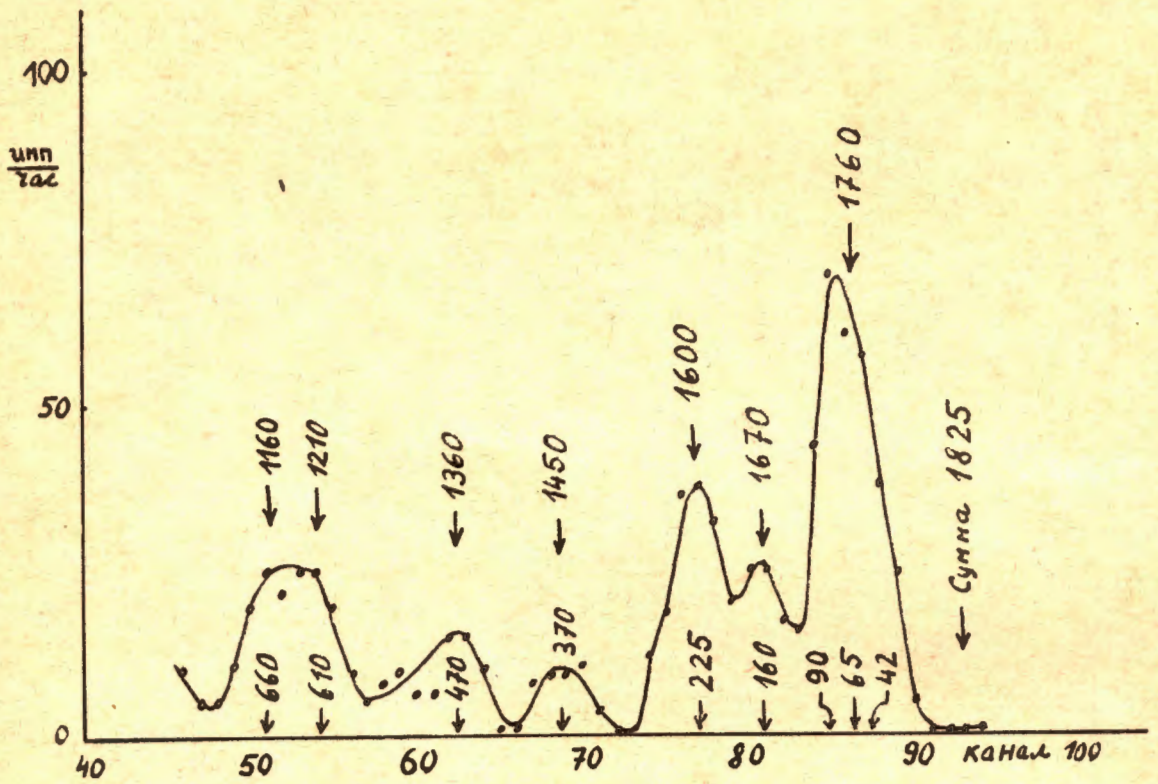


Рис. 5. Верхняя часть спектра от одного кристалла при заданной суммарной энергии 1820 Кэв.