



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

---

2412

МАТЕРИАЛЫ

ВОСЬМОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ  
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ,  
ИЗОМЕРИИ ЯДЕР И ТЕОРИИ ЯДРА

Дубна, 8-10 июля 1965 г.

Дубна 1965

2412

МАТЕРИАЛЫ

ВОСЬМОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ  
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ,  
ИЗОМЕРИИ ЯДЕР И ТЕОРИИ ЯДРА

Дубна, 6-10 июля 1965 г.

Дубна 1965



3248/2 65

Восьмое совещание по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов, изомерии ядер и теории ядра проходило в Дубне 6-10 июля 1965 г. На обсуждение было представлено 56 докладов. В настоящем сборнике приводятся краткое содержание 27 докладов, представленных авторами для опубликования в нем. Сборник подготовлен к печати Н.А.Бонч-Осмоловской.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 октября 1965 г.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

1. Некоторые свойства нечетных ядер переходной области, Берлович Э.Е. . . . .	стр. . . . . 5 . .
2. Некоторые вопросы, связанные с основными ротационными полосами, Войнова Н.А. . . . .	стр. . . . . 5 . .
3. О $\gamma$ - излучении фракции $Cs$ , продукта глубокого расщепления церия, Ржезанка И., Шпалек А., Франа Я., Машталка А. . . . .	стр. . . . . 9 . .
4. Измерение продольной поляризации электронов методом Меллера в $^{144}Pz$ , Суботович М., Куранц Я. . . . .	стр. . . . . 13 . .
5. Изучение распада $^{132,133}La$ , Франа Я., Ржезанка И., Шпалек А., Вобецки М., Машталка А., Функе Л., Грабер Г., Зодан Г. . . . .	стр. . . . . 19 . .
6. Исследование позитронного распада нейтронодефицитных изотопов $La$ , Хелев Э.Т., Калининков В.Г., Назаров У. . . . .	стр. . . . . 24 . .
7. Схема распада $^{155}Tl$ , Вильский К., Кузнецов В.В., Лебедев Н.А., Нильсен О.Б., Скильбрайт О. . . . .	стр. . . . . 26 . .
8. Исследование угловых корреляций $\beta - \gamma$ в $^{160}Tl$ , Суботович М., Куранц Я. . . . .	стр. . . . . 31 . .
9. Исследование совпадений конверсионных электронов при распаде $^{165}Tm$ , Джелепов Б.С., Тихкин П.А., Шишелов И.А. . . . .	стр. . . . . 36 . .
10. О мультипольностях переходов в ядре $^{168}Er$ , Бршик И., Звольска В., Ржезанка И. . . . .	стр. . . . . 40 . .
11. Новые данные о распаде $^{165}Tm$ , Купарова Т., Звольска В., Вейс М. . . . .	стр. . . . . 41 . .
12. Мультипольность изомерного перехода $^{191m}Os$ , Плайнер З., Брабец В., Драгоун О. . . . .	стр. . . . . 44 . .
13. О схеме распада $^{149}Gd \rightarrow ^{149}Eu \rightarrow ^{149}Sm$ , Вильский К., Кузнецов В.В., Нильсен О.Б., Скильбрайт О. . . . .	стр. . . . . 45 . .

14.	Исследование конверсионных электронов изотопов неодима. Авотина М.П., Желев Ж.Т., Калининков В.Г. . . . .	стр. . . . .	48
15.	Новый изотоп $^{81}\text{Y}$ , Зайцева Н.Г., Кузнецова М.Я., Ложилов М.Г., Музиоль Г., Цуреппер Г. . . . .	стр. . . . .	50
16.	Гиромангнитное отношение для возбужденного состояния $^{87}\text{kэв } ^{155}\text{Gd}$ , Р.Кулесса, С.Огаза, Б.Пудловска, Я.Стычень, Б.Храстник, А.З.Хринкевич . . . . .	стр. . . . .	51
17.	Новый изотоп $^{174}\text{W}$ , Деметер И., Зайцева Н.Г., Кым Хон Сил, Наджаков Е. . . . .	стр. . . . .	52
18.	$\gamma$ - спектры $^{155}\text{Tl}$ , $^{168}\text{Tm}$ , $^{173}\text{Lu}$ , Ястремский Я., Курцевич В., Прейбыш З., Суйковский З., А.Зглинский . . . . .	стр. . . . .	52
19.	Изучение $\gamma$ - спектра изотопа $^{74}\text{Be}$ , Беляев Н.Б., Гвоздев Б.А., Гудов В.И., Калямин А.В., Крижанский Л.М. . . . .	стр. . . . .	52
20.	Распад $^{145}\text{Eu}$ , Адам И., Желев Ж.Т., Кривопустов М.И., Фингер М. . . . .	стр. . . . .	53
21.	Исследование спектра конверсионных электронов $^{146}\text{Eu}$ в энергетической области 1500-2700 кэв, Адам И., Желев Ж.Т., Кузнецова М.Я., Лу Си-тин, Лебедев Н.А., Фингер М. . . . .	стр. . . . .	58
22.	Спектр конверсионных электронов $^{147}\text{Eu}$ в области энергий 700-1600 кэв, Адам И., Желев Ж.Т., Лу Си-тин, Фингер М., Херрманн Э., Чумин В. . . . .	стр. . . . .	61
23.	Время жизни уровня 69,5 в ядре $^{189}\text{Os}$ , Л.Н.Кривокова, А.А.Сорокин. . . . .	стр. . . . .	64
24.	Угловые корреляции $\gamma$ - излучения $^{147}\text{Sm}$ , Говорек Т., Ваврышук Я. . . . .	стр. . . . .	65
25.	Угловые корреляции $\gamma$ - излучения $^{145}\text{Sm}$ , Говорек Т., Ваврышук Я., Скожински З., Цястек Д. . . . .	стр. . . . .	68
26.	Измерение ширины чувствительной области в спектрометрических $\rho$ - $i$ - $n$ детекторах с помощью электрофотографии, А.С.Антонов, Л.Г.Дскеселиева . . . . .	стр. . . . .	70
27.	Исследование схем распада $^{145}\text{Eu}$ и $^{147}\text{Eu}$ , К.Вильский, И.Йоргенсен, В.В.Кузнецов, О.Б.Нильсен . . . . .	стр. . . . .	73
28.	Список работ, представленных на УИ рабочее совещание по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов и изомерии ядра . . . . .	стр. . . . .	74

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА НЕЧЕТНЫХ ЯДЕР ПЕРЕХОДНОЙ ОБЛАСТИ

Э.Е.Берлович,  
Физико-технический институт, Ленинград

Из анализа свойств нечетных ядер переходной области, предшествующей сильнодеформированным ядрам редкоземельной группы, показано, что для нечетно-протонных ядер ( $^{147}\text{Eu}$ ,  $^{149}\text{Eu}$ ,  $^{151}\text{Eu}$ ,  $^{145}\text{Tm}$ ,  $^{147}\text{Tm}$ ,  $^{149}\text{Pm}$ ) эти свойства могут быть качественно описаны в рамках схемы Нильсона в предположении существования малых равновесных деформаций, медленно нарастающих с числом нейтронов до 88; изменение числа нейтронов от 88 до 90 вызывает более резкое увеличение деформации, которое сопровождается изменением орбитали неспаренного протона. Свойства электромагнитных переходов и особенно большие ускорения E2-переходов, а также большие значения  $\log ft$  при  $\beta$  - переходах между нечетнопротонными и соседними нечетнонейтронными сферическими ядрами представляются наиболее важными аргументами в пользу этой концепции.

Нечетнонейтронные ядра переходной области ( $^{145}\text{Nd}$ ,  $^{147}\text{Sm}$ ,  $^{149}\text{Sm}$ ) имеют очень малые квадрупольные моменты и обладают сферической равновесной формой. Сложность схем уровней этих и других нечетнонейтронных ядер переходной области, а также свойства электромагнитных переходов могут быть поняты в рамках фононной модели.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОСНОВНЫМИ РОТАЦИОННЫМИ ПОЛОСАМИ

Н.А.Воинова,  
Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе, Ленинград

Определены параметры неаксиальности  $\gamma$  и неадиабатичности  $\mu$ , а также значения  $\mu'$  при  $\gamma = 0$  для всех четно-четных ядер в области  $150 \leq A \leq 194$ . Определение проводилось путем сравнения экспериментальных значений  $R_{\beta}(4_+) = E(4_+) / E(2_+)$  и  $R_{II}(6_+) = E(6_+) / E(2_+)$  с теоретическими, вычисленными при различных значениях  $\gamma$  и  $\mu$  по формулам Давыдова и Чабана [1]. Результаты приведены в таблице, погрешность в определении  $\gamma$  составляет 1-1,5%, погрешность в определении  $\mu \sim 5-10\%$ . Никакой закономерности в изменении  $\gamma$  от ядра к ядру не наблюдается. Напротив, при  $Z = \text{const}$  величина параметра  $\mu$  плавно изменяется с изменением  $N$ . На рис. 1 изображена зависимость  $\mu'$  от  $A$  при  $Z = \text{const}$  (закономерности в изменении  $\mu$  и  $\mu'$  в зависимости от  $A$  одинаковы, но для  $\mu'$  больше экспериментальных данных). Из рис. 1 видно, что у изотопов  $^{146}\text{W}$ ,  $^{184}\text{Os}$  и  $^{184}\text{Os}$  у  $\mu'$  имеется минимум (наиболее "жесткие ядра" -  $^{172}\text{Yb}$ ,  $^{182}\text{W}$  и  $^{184}\text{Os}$ ).

Пользуясь полученными значениями  $\mu$  и  $\mu'$ , можно определить положение  $\beta$ -полосы в рассмотренных ядрах. Вычисления  $E_{\beta}(0_+)$  проводились по приближенной формуле  $1/2 E_{\beta}(0_+) = \mu^{-2} E_{\beta}(2_+)$ . Вычисленные и экспериментальные значения  $E_{\beta}(0_+)$  даны в таблице и на рис. 2. Наблюдается согласие эксперимента с теорией в пределах 20%. Эти расчеты показывают, почему в ряде случаев не наблюдаются экспериментально уровни типа  $0_+$ : величина  $E_{\beta}(0_+)$  больше энергии распада ядра. Например, для  $^{182}\text{W}$   $E_{\beta}(0_+) = 2030$  кэв энергия распада  $^{182}\text{Ta} \rightarrow ^{182}\text{W} = 1812$  кэв.

Таблица

Параметры неаксиальности  $\gamma$  и неадиабатичности  $\mu$ , определенные из основной ротационной полосы, для четно-четных ядер с  $150 \leq A \leq 194$

Изотоп	Массовое число A	Экспериментальные значения		$\gamma$ в градусах	$\mu$	$\mu'$ при $\gamma=0$	Энергия уровня типа $0^+$ , кэВ, рассчитанная по формуле $E_{\beta}(0^+) = N^{-2} E_2(2^+)$ при		
		$R_2(4) = \frac{E(4^+)}{E(2^+)}$	$R_2(6) = \frac{E(6^+)}{E(2^+)}$				$\mu$	$\mu'$	Экспериментальная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na	I50	2,98,4	-	-	-	0,380(7)	-	910	690
	Sm	2,3158(I)	-	-	-	-	-	-	740,5
	I52	3,0090(8)	5,846	I2	0,360(I0)	0,383(I)	935	830	685
	I54	3,24(4)	6,65(2I)	8,5	0,25(3)	0,264(34)	I310	II70	II00
Gd	I52	2,194(2)	-	-	-	-	-	-	615,3(4)
	I54	3,0159(2I)	5,833(6)	8,5	0,368(8)	0,376(6)	910	865	681
	I56	3,2388(7)	6,567	8	0,259(2)	0,268(3)	I330	I230	1010
	I58	3,2882(I)	6,78II(7)	8	0,214(2)	0,2235(2)	I650	I510	-
	I60	3,26(7)	6,76(7)	8,5	0,25(I0)	0,26(I2)	I210	II60	-
	Dy	I56	2,930(8)	-	-	-	0,415(3)	-	800
I58		3,205(8)	6,323	~ 7	0,290(I5)	0,289(4)	II80	II85	-
I60		3,270(II)	6,694(6)	8	0,235(I2)	0,242(II)	I560	I480	-
I62		3,295(9)	6,804	8	0,206(I4)	0,215(I3)	1910	I750	-
I64		3,38(I4)	6,8306(I4)	~ 8	~ 0,20	< 0,265	~ I830	> I050	-
Er	I62	3,31(I2)	-	-	-	0,18(0,II)	-	3150	-
	I64	3,290(20)	6,743 ?	10	0,208(22)	0,222(3I)	2120	I850	-
	I66	3,2890(2I)	6,776	9	0,210(3)	0,222(2)	I820	I630	I460
	I68	3,312(6)	6,880 ?	9	0,168(8)	0,186(I4)	2830	2300	-
	I70	3,29I	-	-	-	0,220	-	I520	-
Yb	I64	3,135(20)	6,188(26)	10	0,314(II)	0,324(9)	I240	960	-
	I66	3,239(I9)	6,553(28)	9	0,259(I6)	0,265(I5)	I520	I410	-
	I70	3,297(3)	-	-	-	0,212(4)	-	I870	-
	I72	3,3077(I7)	6,86I	9	0,180(6)	0,195(4)	2420	2060	-
	I74	3,30(6)	6,768(I0) ?	9	0,21(6)	0,21(6)	I770	I670	-
Hf	I66	2,966(18)	5,656(24)	8	0,390(I6)	0,398(8)	1040	1000	-
	I68	3,107(20)	6,102(26)	8	0,330(I8)	0,336(I9)	II70	1090	-
	I70	3,206(20)	6,4II(27)	8	0,284(7)	0,290(7)	I240	II90	-
	I72	3,258(20)	6,635(27)	10	0,243(2I)	0,252(9)	I600	I480	-
	I74	3,26(I2)	-	-	-	0,254(2I)	-	I420	-
	I76	3,286(4)	6,750 ?	8	0,219(5)	0,226(4)	I870	I720	-
	I78	3,294(3)	6,795 ?	9	0,204(II)	0,216(4)	2240	2000	-
	I80	3,3063(23)	6,892	8	0,178(I4)	0,197(4)	2950	2400	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
W	I72	3,067(I9)	5,917(25)	8	0,348(I4)	0,350(9)	1010	1000	-	
	I74	3,172(I9)	6,293(27)	9	0,300(II)	0,303(10)	I240	I220	-	
	I76	3,206(I8)	6,434(27)	8	0,282(10)	0,285(I2)	I360	I330	-	
	I80	3,26(50)	6,47I	< 8	~ 0,25	0,25(24)	I700	I700	-	
	I80	3,272(I4)	6,670(28)	8	0,236(18)	0,240(I4)	I820	I760	-	
	I82	3,2906(9)	6,797(20)	10	0,200(6)	0,22I(I)	2500	2030	-	
	I84	3,275(3)	-	-	-	0,237(4)	-	1980	-	
	I86	3,27(4)	-	-	-	0,24(5)	-	2040	-	
	Os	I82	3,150(I3)?	6,245(26)	9,5	0,308(16)	0,317(I3)	I340	I260	-
		I84	3,203(I9)	6,469(I3)	8	0,280(II)	0,290(II)	I530	I420	-
I84		3,136	6,272	9,5	0,310(I3)	0,323	I300	1020	-	
I86		3,166	6,339(6)	8,5	0,302	0,310	I500	I420	-	
I88		3,088(4)	-	-	-	0,344(2)	-	I310	-	
I90		2,934(4)	-	-	-	0,414(2)	-	1090	-	
I92		2,3768(I3)	-	-	-	0,875(3)	-	2660	-	
Pt		I84	2,679(II)	4,905(2I)	27,5	?	0,542	?	5500	-
	I90	2,492	-	-	-	0,700	-	6030	-	
	I92	2,4789(3)	-	-	-	0,715	-	6200	-	

Примечание: В скобках около каждого значения указана погрешность вычислений в последних знаках.

Л и т е р а т у р а

1. А.С.Давыдов, А.А.Чабан. Nucl. Phys., 20, 499 (1960).
2. А.С.Давыдов, В.С.Ростовский, А.А.Чабан. Nucl.Phys., 27, 134 (1961).

И.Резанка, А.Шпалек, Я.Франа, А.Машталка,

Институт ядерных исследований ЧСАН, Ржеж

Фракция цезия была химически выделена из церия, облученного протонами 660 Мэв на синхротронном ОИЯИ в Дубне. В табл. I приведены относительные выходы отдельных изотопов, экстраполированные к концу трехчасового облучения (химическое выделение начиналось 12 часов спустя после конца облучения). Измерения велись при помощи германиевого детектора, дрейфованного литием, толщиной 0,6 см и сечением 1,7 см<sup>2</sup>, изготовленного доктором Тростилом из Института твердого тела в Праге. Разрешение на линии 84 кэв <sup>170</sup>Tm составляло 2,8 кэв, на линии 661 кэв <sup>137</sup>Cs - 5 кэв.

<sup>127</sup>Cs В табл. 2 приведены линии, которые мы приписываем распаду <sup>127</sup>Cs на основании определения периода полураспада ( $T_{1/2} = 6,1$  час).

В схему распада (рис. 1) нами введен новый уровень с энергией 931 кэв, разряжающийся в основное и первое возбужденное состояния. Отношение  $\epsilon/\beta \sim 25$  в согласии с работой /1/. Используя значение интенсивности  $\epsilon$ -и  $\beta^+$ -переходов для основного состояния, заимствованное из /1/, мы определили значения  $\log ft$  переходов на возбужденные состояния <sup>127</sup>Ce.

<sup>129</sup>Cs .В табл. 3 приведены энергии относительные интенсивности линий с периодом полураспада  $\sim 30$  час.

Уровень 860 кэв был введен только на основании существования очень слабых линий 819 и 863 кэв, энергии которых определены не точно.

Для определения  $\log ft$  из работы /2/ были использованы:

1. Энергия распада <sup>129</sup>Cs в основное состояние <sup>129</sup>Ce, равная  $\sim 1200$  кэв.

2. Отношение электронного захвата в основное и первое возбужденное состояния к электронному захвату на все высшие уровни.

$$\frac{I(\text{осн. сост.} + 40 \text{ кэв})}{I(\text{все остальные})} = 0,62$$

Долгоживущие активности

Однозначно интерпретированные линии <sup>132</sup>Cs ( $T_{1/2} = 6,5g.$ ) приведены в табл. IV, <sup>136</sup>Cs ( $T_{1/2} = 13,5g.$ ) - в табл. V.

Период полураспада линий  $717 \pm 1$  кэв (0,5) и  $748 \pm 1$  кэв (0,4) в рамках ошибок совпал с периодом полураспада <sup>132</sup>Cs. В работе /3/, однако, эти линии не наблюдались, хотя наблюдалась линия 773 кэв, относительная интенсивность которой составляет 0,1. Линии  $(882 \pm 2)$  кэв и  $(1088 \pm 2)$  кэв распадались с периодом полураспада, значение которого совпадает со значением  $T_{1/2}$  <sup>136</sup>Cs. Если эти линии не принадлежат примесям (Rb), то можно считать, что переход 1088 кэв разряжает пока неизвестный двухфоновый уровень 2+ с энергией 1905 кэв, который лежит близко от уровня 4+ с энергией 1866 кэв.

Линии 102, 109, 223, 234, 296, 306, 318, 330, 616, 630, 644, 882, 1159, 1159, 1201 и 1257 кэв мы не смогли интерпретировать однозначно.

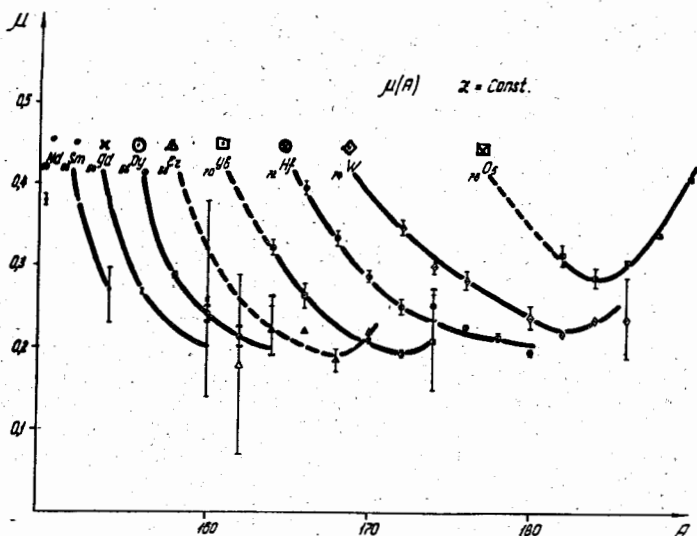


Рис. 1  
Зависимость параметра неадиабатичности  $\mu'$  от массового числа A.

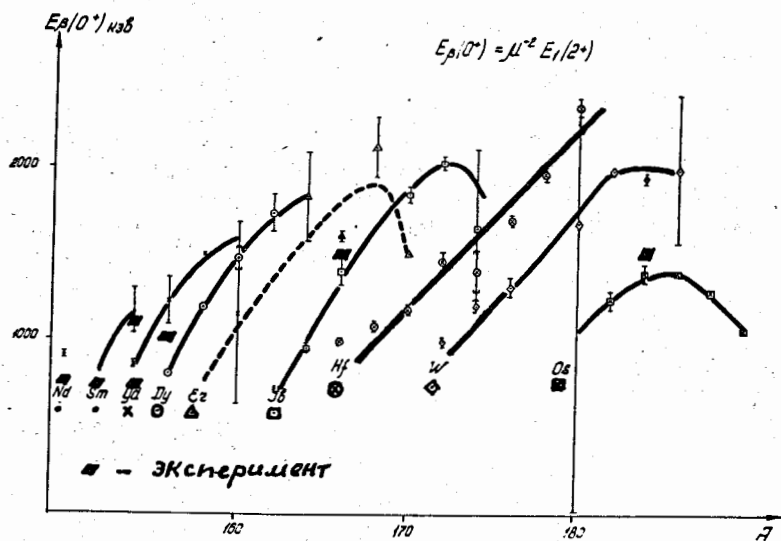


Рис. 2  
Зависимость энергии уровней со спином 0+ от A ( $\mu = \mu', \gamma = 0$ ).

В спектрах, снятых спустя 4 месяца, обнаружился наряду с линиями  $^{134}\text{Cs}$  также линии:  $^{136}\text{Cs}$  либо  $^{132}\text{Cs}$ ,  $64 \pm 1$  кэВ (19),  $75 \pm 2$  кэВ (1),  $280 \pm 1$  кэВ (84),  $344 \pm 1$  кэВ (100) с периодом полураспада ( $40 \pm 10$ ) дней. Происхождение этих линий пока неясно.

Таблица 1  
Относительные выходы изотопов  $\text{Cs}$  фракции

$\text{Cs } 127$	0,4
$\text{Cs } 129$	1,0
$\text{Cs } 132$	0,4
$\text{Cs } 134$	0,1
$\text{Cs } 136$	0,02

Таблица 2  
 $\gamma$ - переходы  $^{127}\text{Cs}$

$E_\gamma$ (кэВ)	$I_\gamma$
$86 \pm 1$	0,4
$124 \pm 1$	20
$184 \pm 2$	0,3
$195 \pm 2$	1
$286 \pm 1$	8
$412 \pm 2$	100
$511 \pm 1^a$	6
$464 \pm 2$	10
$564 \pm 2$	3
$588 \pm 2$	9
$807 \pm 2$	1
$931 \pm 2$	0,4

a - аннигиляция

Таблица 3  
 $\gamma$ - переходы  $^{129}\text{Cs}$

$E_\gamma$ (кэВ)	$I_\gamma$
$40 \pm 0,5$	2
$75 \pm 2$	0,2
$94 \pm 1$	2
$176 \pm 2$	0,5
$266 \pm 1$	1
$277 \pm 1$	4
$318 \pm 1$	9
$372 \pm 1$	100
$412 \pm 2$	76
$549 \pm 1$	10

$E_\gamma$ (кэВ)	$I_\gamma$
$588 \pm 2$	2
$819 \pm 2$	0,3
$(849 \pm 4)$	(0,02)
$863 \pm 3$	0,1
$907 \pm 2$	0,6
$948 \pm 2$	0,2

Таблица 4  
 $\gamma$ - переходы  $^{132}\text{Cs}$

$E_\gamma$ (кэВ)	$I_\gamma$
$464 \pm 2$	2
$506 \pm 2$	0,2
$511 \pm 1^a$	0,5
$668 \pm 1$	100
$1031 \pm 2$	0,08
$1136 \pm 1$	0,6
$1302 \pm 2$	0,2
$1322 \pm 1$	0,5

a - аннигиляция

Таблица 5  
 $\gamma$ - переход  $^{136}\text{Cs}$

$E_\gamma$ (кэВ)	$I_\gamma$
$67 \pm 1$	10
$86 \pm 1$	5
$153 \pm 1$	6
$164 \pm 1$	5
$176 \pm 1$	11
$273 \pm 1$	15
$340 \pm 1$	51
$818 \pm 1$	100
$1048 \pm 1$	80
$1128 \pm 2$	3
$1236 \pm 1$	24

Л и т е р а т у р а

1. H.Mathur, E.Hyde. Phys.Rev., 95, 708 (1954).
2. S.Jha, H.G.Devare, R.M.Singru. Nuovo Cim., 18, 1108 (1960).
3. N.R.Johnson, H.W.Boyd, E.Eichler. Phys.Rev., 138, 520B (1965).

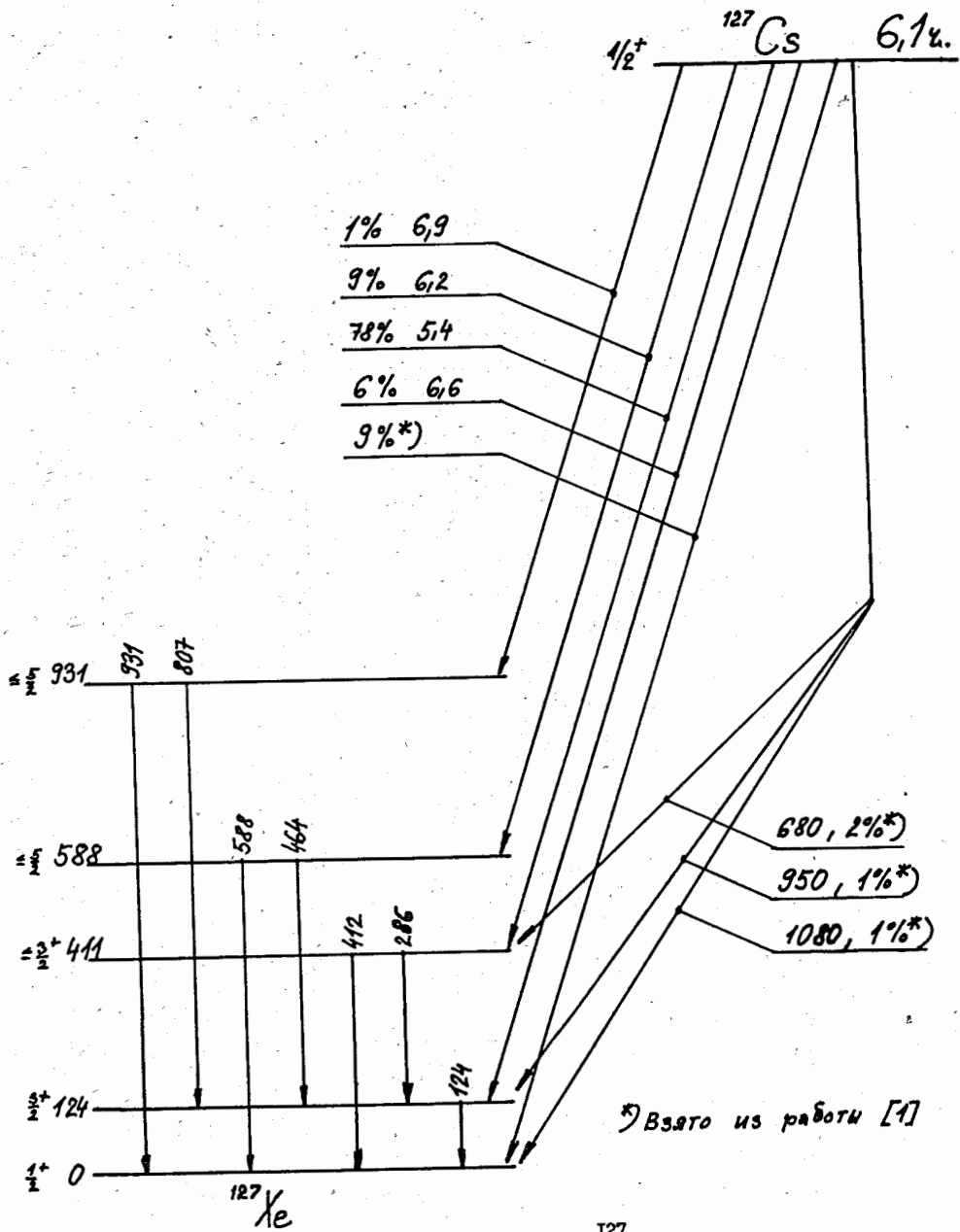


Рис.1. Схема распада  $^{127}\text{Cs}$ .

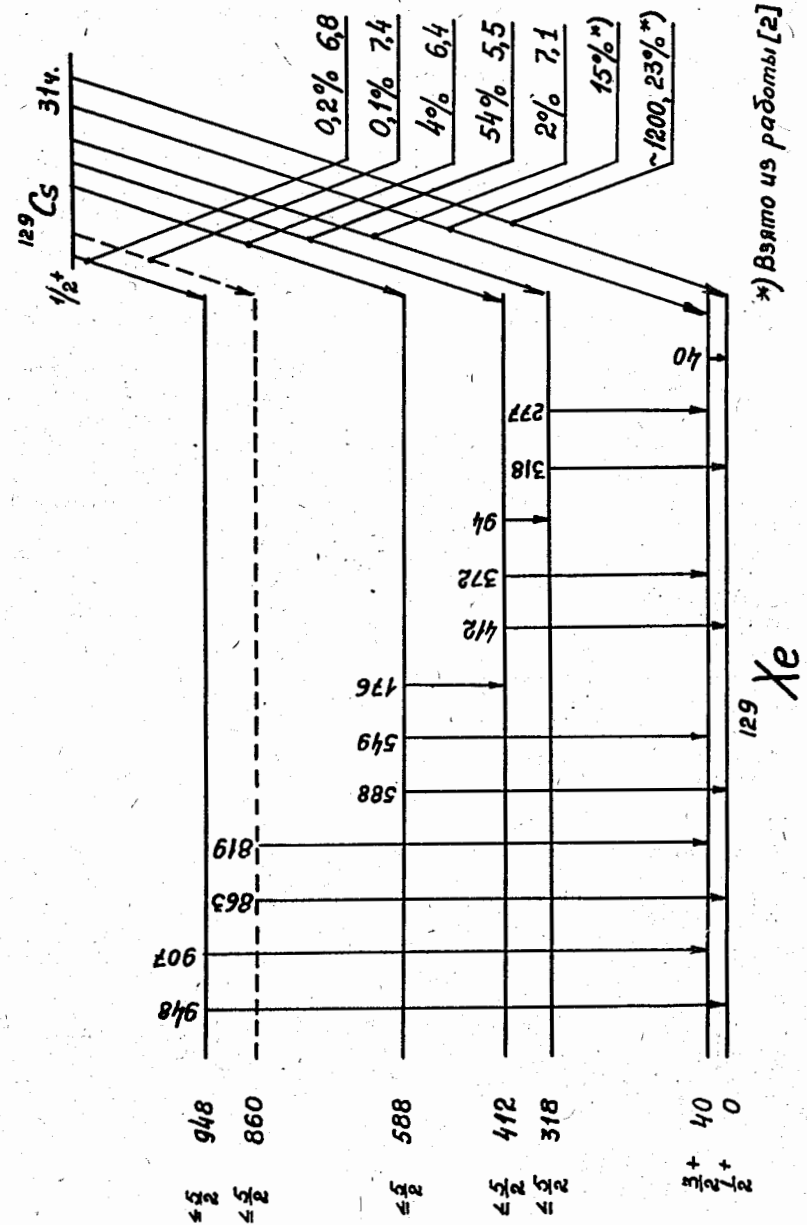


Рис.2. Схема распада  $^{129}\text{Cs}$ .



ИЗМЕРЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ МЕТОДОМ МЕЛЛЕРА В  $^{144}\text{P}_2$

М. Суботович, Я. Куранц

Кафедра Экспериментальной физики Университета М.Кюри-Скłodовской, Люблин (Польша)

В связи с исследованиями матричных элементов в бета-переходах в нашей лаборатории была построена аппаратура для измерения продольной поляризации электронов методом Меллера. Для проверки установки была измерена поляризация электронов в  $^{144}\text{P}_2$ . Другой целью этих еще не оконченных опытов было исследование возможной примеси псевдоскалярного взаимодействия в переходе  $0^- - 0^+$  ( $W_0 = 3,150$  Мэв) в  $^{144}\text{P}_2 - ^{144}\text{Nd}$ . Этот вопрос был многократно исследован [1-5].

В настоящем сообщении будут доложены некоторые подробности, связанные с этим экспериментом.

Метод Меллера основан на зависимости рассеяния электронов на поляризованных электронах мишени (ферромагнитная фольга) от состояния поляризации падающих электронов [6,7,8]. Экспериментальные трудности этого метода связаны с тем, что, кроме рассеяния Меллера, происходит рассеяние поляризованных электронов в электростатическом поле ядер мишени, так называемое рассеяние Мотта. Подбирая соответствующую геометрию эксперимента, можно отличить рассеяние Меллера от других видов рассеяния. Это осуществляется путем трехкратной дискриминации: 1) по углам, 2) по энергии, 3) по времени.

1) Из процессов рассеяния электронов выделяем те, которые происходят под углом  $90^\circ$  (в системе отсчета центра масс электронов - падающего и мишени); тогда их энергии равны друг другу и равны половине энергии падающего электрона. Этот угол рассеяния надо трансформировать в лабораторную систему отсчета.

2) Выделяем с помощью магнитного спектрометра определенный интервал энергии из сплошного бета-спектра. После рассеяния два бета-детектора регистрируют электроны, энергия которых равна половине энергии, выделенной спектрометром с тонкой линзой.

3) Импульсы от детекторов электронов подаются на электронную схему "фаст-слоу", где происходит дискриминация по времени и по энергии.

Описанный принцип измерения поляризации электронов методом Меллера реализован на установке, показанной на рис. 1,2.

Экспериментальные данные и результаты

В качестве монохроматора энергии мы употребляли магнитный спектрометр с тонкой линзой, построенный в нашей лаборатории [9]. Источник  $^{144}\text{P}_2$  в равновесии с долгоживущим изотопом  $^{144}\text{Ce}$ , диаметром 3-4 мм и активностью около 2 мкюри, был изготовлен на пленке из цинколата толщиной около  $100 \text{ мкг/см}^2$ . В фокусе магнитного спектрометра находилась ферромагнитная фольга толщиной от 6 до 25 мк и размерами  $30 \times 30 \text{ мм}^2$ . Фольга находилась внутри катушек Гельмгольца, которыми намагничивалась фольга. Она была наклонена на угол  $\alpha = 30^\circ$  к оси спектрометра, так как намагничение фольги перпендикулярно к ее плоскости требует очень больших полей. Во время измерений, после намагничения фольги током (в катушках Гельмгольца) около 1 ампера поддерживался небольшой ток в катушках Гельмгольца, чтобы фольга имела насыщенное намагничение. Направление намагничения изменялось каждые 2 минуты. Добавочную угловую дискриминацию можно было провести помещая перед детекторами рассеянных электронов особые подвидные (снаружи) щели в бленде (из алюминия, меди и свинца) шириной 5 мм.

Введем следующие обозначения:

$P_i = P_e$  - поляризация падающих электронов,

- $P_0$  - поляризация электронов мишени,
- $C_+$  - скорость счета совпадений, когда фольга мишени намагничена антипараллельно к направлению импульса падающих электронов,
- $C_-$  - скорость счета совпадений при противоположном намагничении фольги,
- $\sigma$  - поперечное сечение рассеяния, когда спины электронов - падающего и мишени - параллельны,
- $\sigma_+$  - то же самое для антипараллельных спинов,
- $\delta$  - измеряемая величина, равная

$$\delta = 2 \cdot (C_+ - C_-) / (C_+ + C_-) = 2 P_i \cdot P_0 \cdot \frac{1 - \sigma_- / \sigma_+}{1 + \sigma_- / \sigma_+} = 2 P_i \cdot P_0 \cdot R, \quad (1) \quad R = \frac{1 - \sigma_- / \sigma_+}{1 + \sigma_- / \sigma_+} \quad (2)$$

Значения  $\sigma_- / \sigma_+$  получаем из теоретических работ [10,11].

$f = M_S / (N_e \cdot \mu_B)$  - отношение числа поляризованных электронов к общему числу электронов в фольге мишени,  $N_e; \mu_B$  - магнетон Бора. (3)

$M_S$  - намагничение насыщения фольги, связанное со спинами поляризованных электронов мишени,

$M$  - измеряемое намагничение от спинов и орбитального движения электронов,

$g'$  - гиромагнитное отношение, измеряемое методом эффекта Зейнштейна, де Хаса или Барнета.

$$M_S = 2 \frac{g' - 1}{g'} \cdot M. \quad (4)$$

Так как  $P_0 = f \cdot \cos \alpha$ , (5)

то из формулы (1) следует, что  $P_i = \frac{\delta}{2} \cdot \frac{1}{R \cdot f \cdot \cos \alpha}$ . (6)

Кроме  $\delta$ , надо еще определить  $f$  из (3), чтобы измерить поляризацию бета-электронов  $P_e$ . Измерение  $f$  проводилось в наших опытах с помощью простой схемы, рис.3. Фликсметр был раньше точно калиброван на катушках Гельмгольца. В катушке с фольгой имелось 600 витков. Результаты измерений и полученные кривые зависимости намагничения от тока в первичной обмотке трансформатора представлены на рис. 4. После измерения мы получили следующие значения параметра:

фольга	$f$ (%)
$\mu$ -металл 6 мк	$3,10 \pm 0,07$
Supermendur 25 мк	$5,21 \pm 0,12$
HCR 25 мк	$5,85 \pm 0,14$

Измерения поляризации производились с электронами, возникающими из распада  $^{144}\text{P}_2$ , энергия которых составляла 1,80 Мэв при 8% - тном разрешении по энергиям магнитного спектрометра. Основные измерения производились с ферромагнитной фольгой толщиной 6 мк из  $\mu$ -металла. Добавочные измерения были произведены с алюминиевой фольгой толщиной 16 мк, имеющей такую же толщину в  $\text{мг/см}^2$ , как фольга из  $\mu$ -металла. Результаты этих измерений, исправленные на случайные совпадения, совпадения, связанные с фоном, на конечный угол детекторов электронов, на ошибки, связанные с измерением параметра  $f$ , и на деполаризацию электронов в источнике и в рассеиваемой фольге, следующие:

$$P_e = P_L = -1,056 \pm 0,051 \quad \text{и} \quad P_L / (-v/c) = -1,089 \pm 0,053$$

В наших измерениях имелось  $\beta = v/c = 0,97$ .

Из контрольных измерений поляризации электронов, рассеиваемых на алюминиевой фольге, мы получили:  $P_L = -0,044 \pm 0,052$ .

$\delta$	$P_L$	$(P_L)_{сум.}$	$P_L (-v/c)$
$0,0412 \pm 0,0026$	$- 1,047 \pm 0,073$	$- 1,056 \pm 0,051$	$1,089 \pm 0,053$
$0,0454 \pm 0,0028$	$- 1,066 \pm 0,071$		

### Л и т е р а т у р а

1. R.L.Graham, J.S.Geiger, T.A.Eastwood. Can.J.Phys., 36, 1084, (1958).
2. F.T.Porter, P.P.Day. Phys.Rev., 114, 1286 (1959).
3. C.P.Bhala, M.E.Rose. Phys.Rev., 120, 1415 (1960).
4. E.Creutz, J.DeRaedt, L.Grenacs, D.Siddique. Phys.Lett., 6, 329 (1963).
5. Daniel. Phys.Lett., 12, 337 (1964).
6. T.A.Page. Rev.Mod.Phys., 31, 759 (1959).
7. J.S.Geiger, G.T.Ewan, R.L.Graham, R.D.MacKenzie. Phys.Rev., 107, 643 (1957).
8. J.D.Ullman, H.Frauenfelder, H.J.Lipkin, A.Rossi. Phys.Rev., 122, 536 (1961).
9. M.Subotowicz, E.Krupa, J.Kuranc. Bul.Lub.Tow.Nauk. (1962).
10. A.M.Bincer. Phys.Rev., 107, 1434 (1957).
11. R.Raczka, A.Raczka. Bull.Acad.Plon.Sci., Ser., math., astron., phys., 6, 463 (1958).

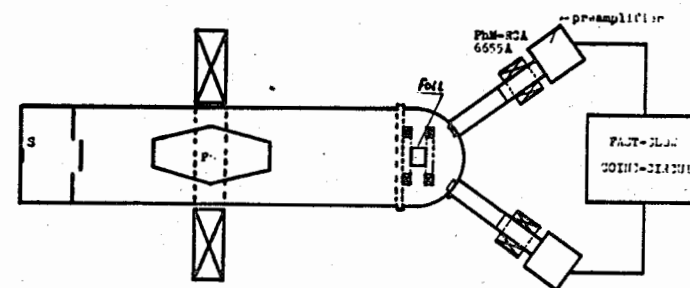


Рис. 1

Схема установки для измерения поляризации электронов методом Меллера.

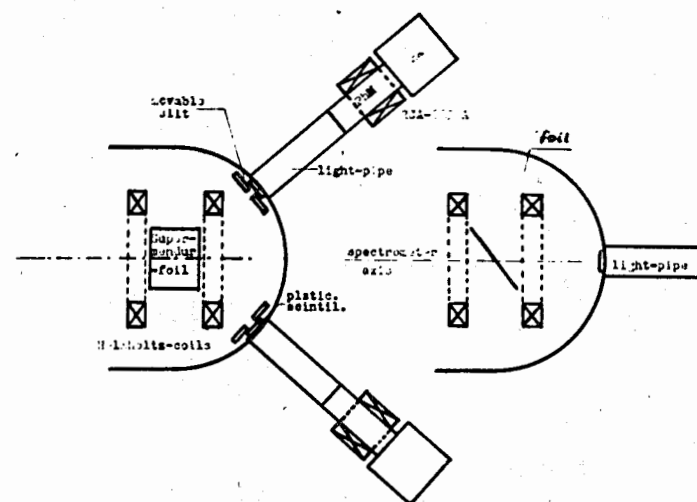


Рис. 2

Схема установки для измерения поляризации электронов методом Меллера.

Я. Франа, И. Ржезанка, А. Шпалек, М. Вобецки, А. Намталка,  
Институт ядерных исследований, ЧСАН, Прага

Д. Функе, Г. Грабер, Г. Зодан,  
Институт ядерных исследований, НАН, Россендорф

Изотопы лантана были получены либо путем облучения церия протонами 660 Мэв, либо при облучении бария, обогащенного до 12%  $^{132}\text{Ba}$  дейтронами 12,5 Мэв, либо протонами 6,5 Мэв. Измерения проводились при помощи германиевого детектора, дрейфованного литием, толщиной 6 мм и сечением  $1,7\text{ см}^2$  с разрешением 2,8 кэв на линии 84 кэв  $^{170}\text{Tm}$  и 5 кэв на линии 661 кэв  $^{137}\text{Cs}$ , изготовленного доктором Трускилом из Института физики твердого тела в Праге, а также при помощи  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой,  $\beta$ -спектрометра с промежуточным изображением и трех- и двухмерных сцинтилляционных спектрометров совпадений.

В табл. I приведены  $\gamma$ -линии, найденные в измерениях с полупроводниковым детектором. В табл. 2 приведены результаты, полученные при помощи  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой. Для определения коэффициентов конверсии было использовано для КВК перехода 464 кэв теоретическое значение мультипольности E2. При помощи линзового  $\beta$ -спектрометра была определена граничная энергия самой жесткой компоненты позитронного спектра -  $3600 \pm 50$  кэв. Наблюдаемые нами  $\gamma$ - $\gamma$  совпадения показаны в табл. 3. Наблюдались совпадения позитронов с  $\gamma$ -линиями 464, 1031, 1600 кэв. Предложена предварительная схема уровней  $^{132}\text{Ba}$ .

Нами не наблюдались никакие линии, которые можно было бы приписать распаду  $^{133}\text{La}$ . Между спектрами, полученными при протонном и дейтронном облучении, нельзя было заметить никакой разницы.

Таблица I

E линии, кэв	$T_{1/2}$	Классиф.	Характ.	E переход., кэв	I
$74 \pm 2$		c	f	74	
$192 \pm 1$		a	f	192	2
$219 \pm 2$		a	f	219	
$279 \pm 2$		a	f	279	
$464 \pm 1$	$4,8 \pm 0,5$	a	anihil	464	100
511	$4,8 \pm 0,5$	a	f		45
516	$4,4 \pm 0,5$	a	f	516	7,0
$540 \pm 1$	$5,0 \pm 0,5$	a	f	540	10,0
$527 \pm 3$		a	f	527	$\approx 0,7$
$552 \pm 2$		c	f	552	$\approx 0,7$
$567 \pm 1$	$4,8 \pm 0,5$	a	f	567	22,0
$581 \pm 2$		a	de	1603	
$601 \pm 3$		c	f	601	$\approx 0,7$
$618 \pm 3$		c	f	618	$\approx 0,7$
$623 \pm 3$		c	f	623	$\approx 0,7$
$632 \pm 3$		c	f	632	$\approx 0,7$
$643 \pm 3$		a	f	643	$\approx 0,7$
$663 \pm 1$	$4,7 \pm 0,5$	a	f	663	15,0

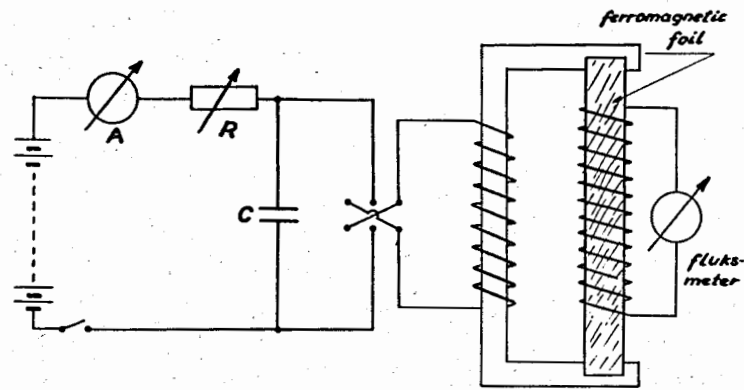


Рис. 3

Схема для измерения отношения числа поляризованных электронов к общему числу электронов в фольге мишени.

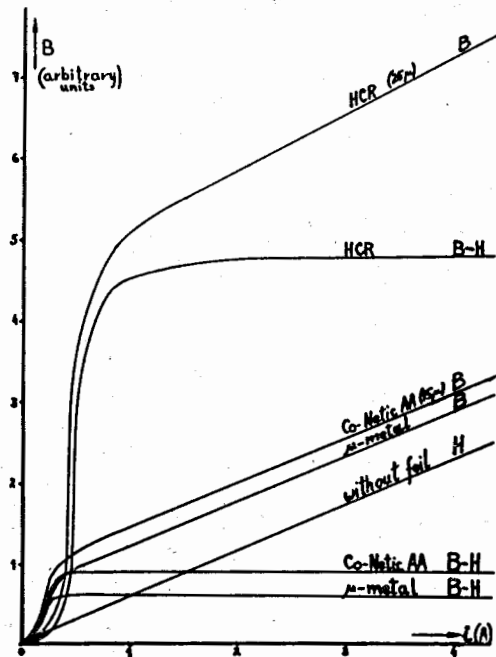


Рис. 4. Зависимость намагничивания мишени от тока в первичной обмотке трансформатора.

Е линии, кэв	Классиф.	Характ.	Е переход, кэв	I
:				
: ?				
:				
887 ± I	a	de	1909	
899 ± I	a	f	899	7,1
966 ± 2	a	f	966	1,3
976 ± 2	b	(de)	1998	1,2
990 ± 2	c	(f)	990	0,5
995 ± 2	c	(f)	995	0,6
1031 ± I	a	f	1031	14,7
1046 ± I	a	f	1046	5,6
1080 ± I	a	de	2102	
1217 ± 2	c			
1221 ± 2	a	f	1221	5,2
:				
: ?				
:				
1304 ± 3	b	(f)	1304	
1342 ± 3	b	(de)	2364, 1342	
1367 ± 3	b	(de)	2389	
1435 ± 4	b			
1439 ± 2	a	de	2461	
1530 ± 3	a	f	1530	
1554 ± 3	c			
1579 ± 3	c	(de)	2601	
1602 ± 2	a	f	1602	
1669 ± 3	b	(de)	2691, 1669	
1729 ± 2	a	de	2751	
1823 ± 3	c			
1851 ± 3	b	(de)	2873	
1909 ± I	a	f	1909	
1939 ± 2	a	de	2961	
1948 ± 3	b	(f)	1948	
1997 ± 2	a	f	1997	
2008 ± 3	b	(de)	3030	
2039 ± 2	b	(f)	2039	
2074 ± 2	b	(de)	3096	
2102 ± I	a	f	2102	
2127 ± 3	b	(f)	2127	
2147 ± 3	a	de	3169	
2175 ± I	a	de	3197	
2220 ± 4	c			
2283 ± 3	c	(de)	3305	
2300 ± 4	c			

Е линии, кэв	Классиф.	Характ.	Е переход, кэв	I
2328 ± 3	c	de	3350	
2335 ± 3	a	de	3357	
2388 ± 3	a	f	2388	
2419 ± 4	c			
2450 ± 4	a	de	3472	
2462 ± 4	a	f	2462	
2479 ± 4	c			
2510 ± 4	c			
2576 ± 4	a	de	3598	
2608 ± 4	a	de	3630	
2636 ± 4	c	de	3658	
2661 ± 4	c	de	3683	
2692 ± 4	c	de	3714	
2751 ± 4	a	f	2751	

a - интерпретация линии вне сомнения.

b - нельзя решить, является ли линия пиком двойного влета.

c - возможно.

f - фотопик.

de - пик двойного влета.

Таблица 2  
Конверсионные линии  $^{132}\text{La}$

$E_{\text{кэв}}$	$I_{\text{к}}$	$K/L$	Мульти.
$192,6 \pm 0,3$	100	$100 : 11,5$	E 2
$464,2 \pm 0,3$			(M I)
$540,1 \pm 0,3$	$9,2 \pm 1,5$		E 2
$566,9 \pm 0,4$	$10,9 \pm 2,0$		E 2
$662,7 \pm 0,4$	$6,7 \pm 1,5$		E 2

Таблица 3  
Совпадения в I32 Ba

Несомненные	Возможные
464 - I900 - I92	I90 - 880
464 - 5II	280 - 700
464 - 567	663 - I850
464 - 663	I220 - 880
464 - 900	880 - I600
464 - I030 (част.)	I220 - I900
464 - I220	I220 - I600
464 - I600	I220 - 2I00
464 - I900	900 - I220
464 - 2I00	
464 - 2450	
464 - 2750	
464 - 3200	
663 - 540	
663 - 900	
663 - I400	
663 - 2350	
5II - I030	
5II - I600	
567 - 2450	

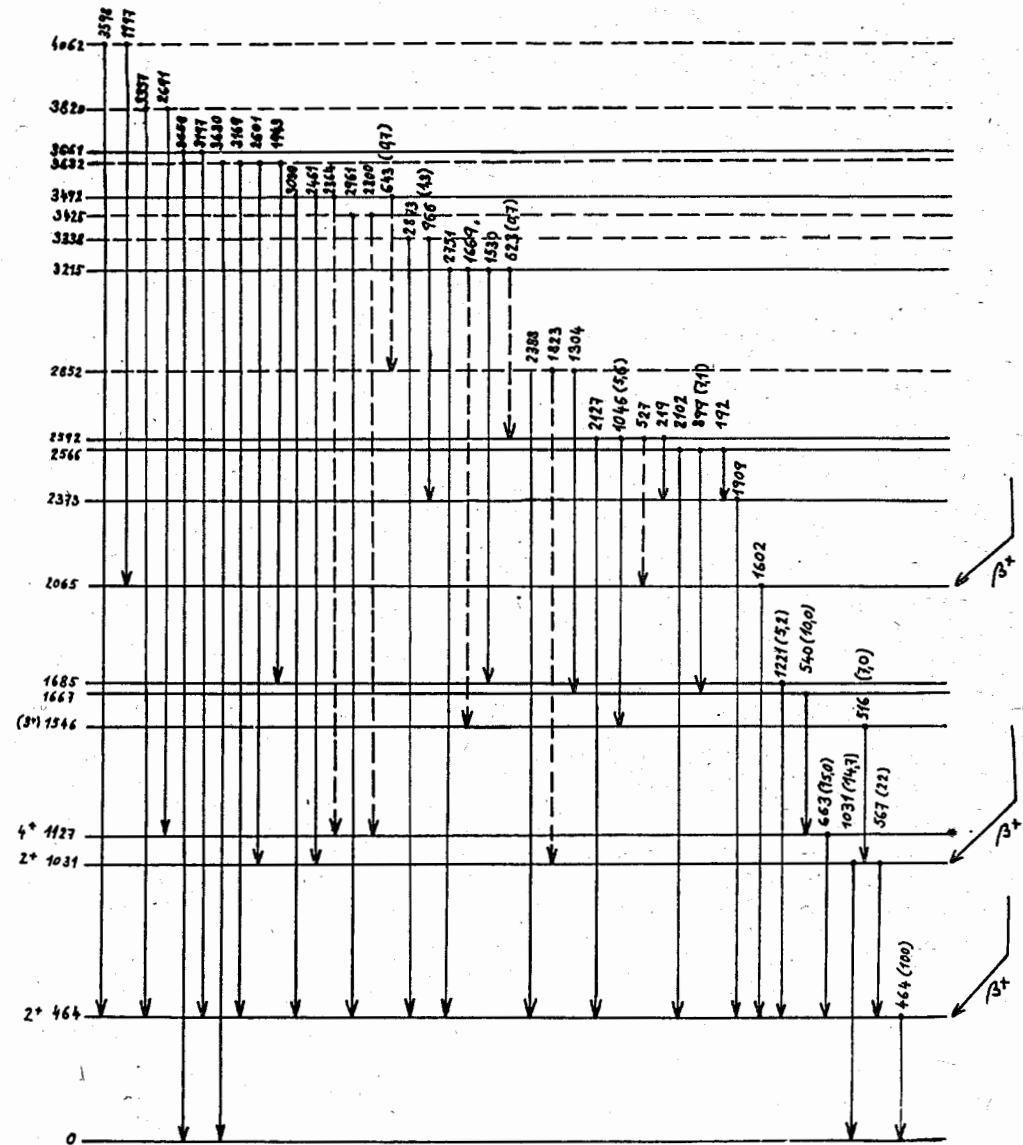


Рис. I. Схема распада I32 Ba .

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЗИТРОННОГО РАСПАДА НЕЙТРОНО-  
ДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ  $La$

Х. Желев, В. Калинин, У. Назаров,  
ОИЯИ, ТашПИ

Позитронное излучение нейтронодефицитных изотопов  $La$  изучалось при помощи  $\beta$  - спектрометра с трехкратной фокусировкой пучка. Фракция лантана выделялась хроматографическим методом из гадолиния, облученного протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ в течение 4 часов. Измерения начинались через 4,5 часа после конца облучения.

В нашем препарате могли присутствовать следующие изотопы  $La$ :  $^{131}La$  ( $T_{1/2}=61$  мин.),  $^{132}La$  ( $T_{1/2}=4,8$  ч.),  $^{133}La$  ( $T_{1/2}=4,2$  ч.) и  $^{135}La$  ( $T_{1/2}=19,74$  ч.). Позитронный распад  $^{131}La$ ,  $^{132}La$ ,  $^{133}La$  и  $^{135}La$  изучался в работах [1-6]. Относительно позитронного излучения  $^{135}La$  в литературе существуют противоречивые данные. Кроме того, в работе [7] предполагалось существование второй компоненты  $\beta^+$  - распада  $^{132}La$ , однако экспериментального доказательства не было. Для решения этих задач нами был изучен  $\beta^+$  - распад фракции лантана. Было проведено 16 серий измерений в течение 35 часов. Счет на максимуме  $\beta^+$  - спектра в начале измерения составлял 12000 имп/мин. Период убывания позитронной активности при разных значениях энергий (от 300 до 3400 кэв) составлял 4,3 - 4,8 часа. Период полураспада 4,3 часа наблюдался в мягкой области энергии (ниже 1000 кэв).

В результате анализа спектра позитронов установлено существование трех компонент с граничными энергиями  $1075 \pm 40$ ,  $2600 \pm 30$  и  $3600 \pm 30$  кэв.

Компоненты с граничными энергиями 2600 и 3600 кэв мы относим к распаду  $^{132}La$  на основе периода убывания позитронной активности. Ранее была известна только одна компонента с  $E_{гр.} = 3500$  кэв [2,6], которая была направлена в основное состояние  $^{132}Ba$ . Обнаруженная нами вторая компонента ( $E_{гр.} = 2600$  кэв) указывает на существование возбужденного уровня в ядре  $^{132}Ba$  с энергией около 1000 кэв. Определены интенсивности последних двух компонент относительно  $K$  - конверсионной линии перехода с энергией 463 кэв  $^{132}La$ .

$$\frac{I_{(2600)}^{\beta^+}}{K(463)} = 19,3 \quad , \quad \frac{I_{(3600)}^{\beta^+}}{K(463)} = 25,6$$

Компонента с  $E_{гр.} = 1075$  кэв, как ранее было установлено, принадлежит распаду  $^{133}La$  ( $T_{1/2} = 4,2$  ч.).

Интенсивное позитронное излучение  $^{132}La$  не позволило нам обнаружить  $\beta^+$ -распад  $^{135}La$ .

Авторы выражают глубокую благодарность М.Миховской и Г.М.Воробьеву за помощь в измерениях.

Л и т е р а т у р а

1. C.B.Creager, C.W.Kocher, A.C.Mitchell. Nucl.Phys., 14, 578 (1960).
2. W.R.Ware, E.O.Wilg. Phys.Rev., 117, 191 (1960).
3. R.Naumann, E.Reunolds, J.Pergman. Phys.Rev., 77, 398 (1950).
4. H.A.Grench, S.B.Burson. Bull.Am.Phys.Soc., 6, 71 (1961).
5. S.Morinobu, T.Hirose and K.Hisatake. Nucl.Phys., 61, 613 (1965).
6. Е.П.Григорьев, С.Л.Сахаров, В.О.Сергеев. Изв. АН СССР (сер.физ.), 24, 839 (1960).
7. Б.С.Джелепов, Н.К.Пекер, В.О.Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер,  $A > 100$ . Изд. АН СССР, М-Л, 1963.

СХЕМА РАСПАДА <sup>155</sup>Tb

К.Вильский, В.В.Кузнецов, Н.А.Лебедев, О.Б.Нильсен,  
О.Скильбрэйт.

Институт Нильса Бора при Копенгагенском Университете, ОИЯИ

Многими авторами исследовалась схема распада <sup>155</sup>Tb - <sup>155</sup>Gd различными методами. В настоящей работе исследовался  $\gamma$ -спектр <sup>155</sup>Tb (рис.1), измеренный с помощью Ge-полупроводникового детектора (0,7см x 0,35см), а также проведено частичное исследование спектра конверсионных электронов и  $e-\gamma$  - совпадений с конверсионными линиями с энергиями L 45,6;

L 60; K 86,5; K 105,7; K 1487; (K 160,5; K 161,3; K 163,5); K 183,5 и K 262,5 кэв.

Исследование спектров конверсионных электронов и  $e-\gamma$  - совпадений проводилось на тороидальном нестизазорном  $\beta$ -спектрометре [2] и  $\gamma$ -спектрометре с использованием 512-канального амплитудного анализатора фирмы RCL и детектора NaJ(Te) размерами 7,6см x 7,6 см.

Изотоп <sup>155</sup>Tb получен путем разделения гермиевых изотопов на масс-сепараторе / I / . Изотопы гермиев получались как продукт глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ в Дубне. Хроматографическое разделение элементов редких земель проводилось в радиохимической лаборатории в Дубне.

Из анализа результатов получены экспериментальные коэффициенты внутренней конверсии и мультипольности отдельных  $\gamma$ -переходов, которые приводятся в таблице I.

Рассматривается схема распада <sup>155</sup>Tb  $\rightarrow$  <sup>155</sup>Gd, в которой вводится новый уровень с энергией 286,6 кэв. Для расчета значений  $\log ft$  разность масс <sup>155</sup>Tb  $\rightarrow$  <sup>155</sup>Gd взята, по Камерону и Леви, равной 637 кэв. Схема распада приводится на рис.2. Детальный анализ результатов будет проведен в работе, готовящейся к печати.

Л и т е р а т у р а

1. K.O.Nielsen and O.Skilbreid. Nucl.Instr., 2, 15 (1958).
2. O.B.Nielsen and O.Kofoed-Hansen. Mat.Fys.Medd.Dan.Vid.Selsk, 29, 6 (1955).
3. J.W.Mihelich, B.Harmatz, T.H.Handley. Phys.Rev., 108, 989 (1957).

Т а б л и ц а

$E_{\gamma},$ кэв.	$J_{\gamma}$	$J_{\pi}$	$J_L$	$\alpha_{\text{к.згс.}}$	$\alpha_{\text{згс.}}$	EI	E2	MI	Тип перехода
86,5	5200	3330		$2,12 \cdot 10^{-1}$	$3,13 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$	1,65	2,8	EI
45,6	8210		937		2,36	$3,0 \cdot 10^{-1}$	95,0	2,15	EI
60,3	159		1370			$1,7 \cdot 10^{-1}$	12,5	1,15	MI, E2
105,3	4140	2780		$2,22 \cdot 10^{-1}$		$2,3 \cdot 10^{-1}$	1,0	1,5	EI
148,7	410	1260		1,01		$8,5 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-1}$	$5,6 \cdot 10^{-1}$	MI
160,5	250	70		$9,15 \cdot 10^{-2}$		$6,8 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-1}$	EI
161,3	320	270		$2,85 \cdot 10^{-1}$		$6,7 \cdot 10^{-2}$	$2,95 \cdot 10^{-1}$	$4,5 \cdot 10^{-1}$	E2
163,3	540	450		$2,74 \cdot 10^{-1}$		$6,6 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-1}$	$4,4 \cdot 10^{-1}$	E2
180,1	1000	1000		$3,3 \cdot 10^{-1}$		$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-1}$	$3,3 \cdot 10^{-1}$	MI
220,0	60	60/3/		$3,3 \cdot 10^{-1}$		$2,4 \cdot 10^{-2}$	$9,0 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	MI
239,7	25	30/3/		$4,3 \cdot 10^{-1}$		$1,9 \cdot 10^{-2}$	$6,8 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-1}$	MI
262,5	625	176		$9,3 \cdot 10^{-2}$		$9,8 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-1}$	MI, E2
341,3	120	17,5		$4,8 \cdot 10^{-2}$		$8,3 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	MI, E2
368,3	255	7,5		$9,7 \cdot 10^{-3}$				$4,6 \cdot 10^{-2}$	EI

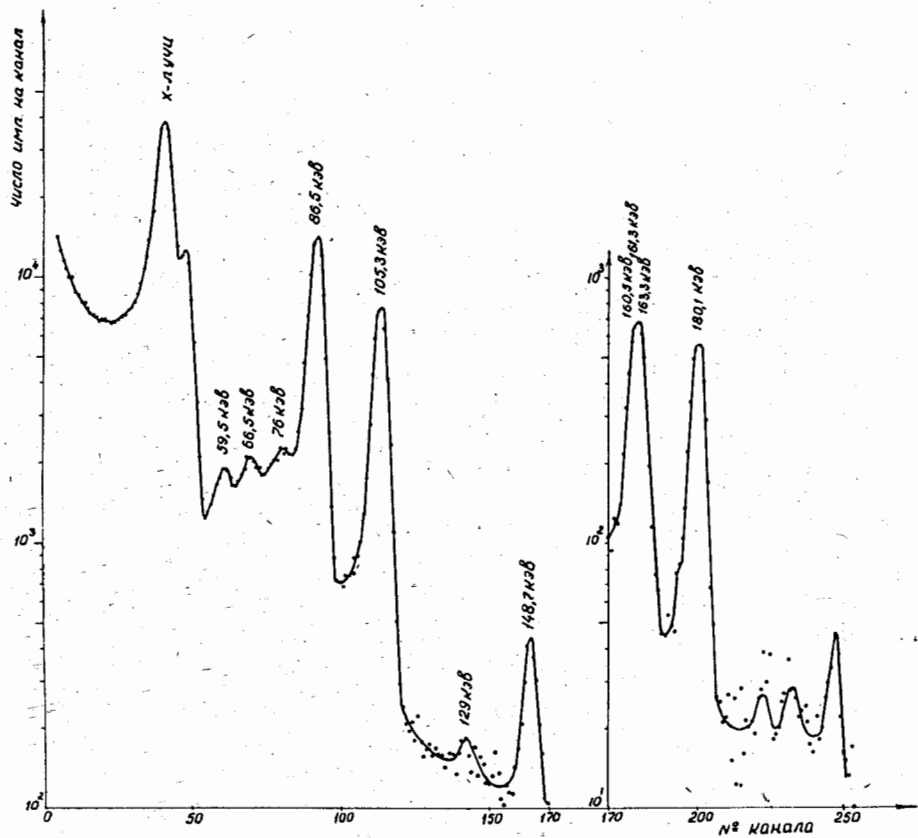


Рис. 1а.  $\gamma$ -спектр  $^{155}\text{Pt}$  в области энергий до 180 кэВ.

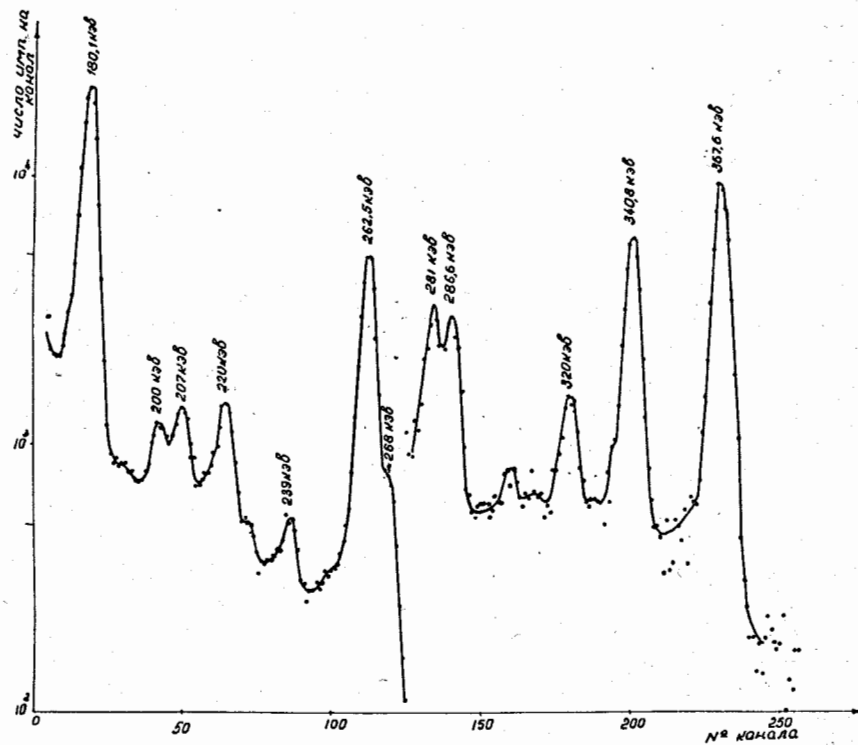


Рис. 1б.  $\gamma$ -спектр  $^{155}\text{Pt}$  в области энергий от 180 до 370 кэВ.



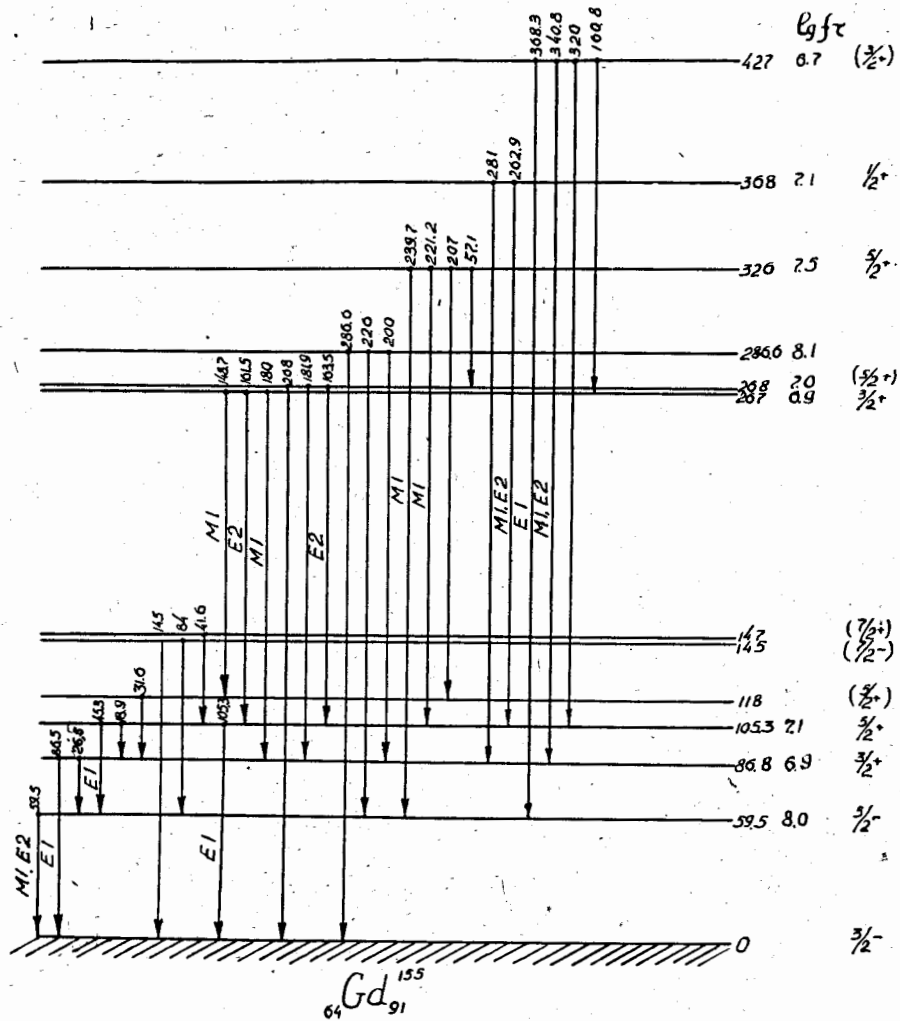
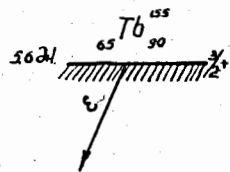


Рис.2 Схема распада  $^{155}\text{Tb}$ .

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛОВЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ БЕТА-ГАММА В  $^{160}\text{Tb}$

М.Суботович, Я.Куранц

Кафедра Экспериментальной физики

Университета М.Кюри-Склодовской, Люблин (Польша)

Хорошо известная схема распада  $^{160}\text{Tb}$  -  $^{160}\text{Dy}$  ( $T_{1/2} = 73$  дня), предложенная в работах /1,2,3,4/, была уточнена в работах /5,6/. Она показана на рис.1. Спорный вопрос о спине основного состояния тербия-160 /3/ был решен в работах /7,8,9/ методом исследования гамма-излучения поляризованного ядра  $^{160}\text{Tb}$ . Найдено, что спин основного состояния  $^{160}\text{Tb}$  равен  $3^-$ . Предлагаемый в работе /3/ спин  $4^-$  не согласуется как с величиной  $\log ft = 8,1$  для исследуемого бета-перехода ( $w_0 = 0,570$  Мэв, 36%), так и со спином уровня  $^{160}\text{Dy}$ , равным  $2^-$ , на который происходит бета-распад.

Настоящая работа была выполнена с целью измерения угловых корреляций бета-гамма при бета-переходе ( $w_0 = 859$  кэв) в данной энергетической области где это возможно вследствие отсутствия другого бета-перехода ( $w_0 = 0,765$  Мэв,  $\log ft = 9,4$ ; 9%). Это измерение возможно в области от 750-760 до 840-850 кэв. В настоящей работе коэффициент асимметрии  $A_2$  функции угловых корреляций бета-гамма:

$$N(\theta) = I + A_2 P_2(\cos \theta)$$

измерялся в переходе бета ( $w = 859$  кэв) для значений энергии электронов 780 и 830 кэв. В области этих значений энергии электронов измерены угловые корреляции с гамма-квантами 965,7 и 877 кэв. Обе гамма-линии совпадают с бета-переходом ( $w_0 = 859$  кэв) рис.1. Имея в виду небольшую разность между энергиями квантов 877 и 965,7 кэв, надо учитывать участие квантов 877 кэв в угловой корреляции бета-гамма 965,7 кэв и квантов с энергией 965,7 кэв или связанных с ними квантов комптоновского рассеяния в угловой корреляции бета-гамма 877 кэв. Соотношение интенсивностей этих гамма-линий /5/ следующее:  $(965,7 \text{ кэв}) / (877 \text{ кэв}) = 83/100$ . Переход 965,7 кэв - чистый E2 /5/, переход 877 кэв - смешанный /5,10,11/  $(96,5 \pm 2,5)\%$  E2 и  $(3,5 \pm 2,5)\%$  M1.

Кроме однократно запрещенных бета-переходов в  $^{160}\text{Tb}$  ( $w_0 = 859$  кэв), мы исследовали угловые корреляции бета-гамма в разрешенном переходе  $3^- \beta (w_0 = 570$  кэв, 47%,  $\log ft = 8,1$ )  $2^- \gamma (298 \text{ кэв}) 0^+$ . Сравнительно большое значение  $\log ft = 8,1$  допускает предположение, что здесь существует интерференция между матричными элементами разрешенных переходов и бета-переходов двухкратного запрещения. Как известно, в разрешенных бета-переходах нет асимметрии корреляции бета-гамма. Существование интерференционных членов и одновременное уменьшение матричных элементов для разрешенных переходов может привести к асимметрии в измерении угловых корреляций бета-гамма.

Экспериментальные данные и результаты

Для измерения угловых корреляций в  $^{160}\text{Tb}$  употреблялся источник из хлористого тербия диаметром 3-4 мм на пленке из цапон-лака толщиной 50-100 мкг/см<sup>2</sup>. Толщина источника меньше 1 мг/см<sup>2</sup>, активность - около 0,5 мкюри. Источник заземлялся пленкой аквадага. Определенная энергия бета-излучения выделялась магнитным спектрометром с тонкой линзой; источник находился в вакууме. Во время измерений угловых корреляций разрешение спектрометра, рис.2, было снижено до 8%. Электроны регистрировались при помощи пластикового детектора толщиной 8 мм. Подвижный канал, регистрирующий гамма-излучение

с помощью кристалла  $MoJ(Te)$  (разрешающая способность 8,5-9%), был тщательно центрирован с точностью большей чем 0,3%. Импульсы из каналов бета и гамма поступали на "фаст-слоу" схему совпадений с разрешением по времени 32 наносекунды.

Как видно из рис.3, измеряемые линии гамма 879 и 965,7 кэв недостаточно разделены. На рисунке показано местоположение окошек анализатора гамма-канала во время измерения корреляции для двух линий: 965,7 на правом склоне широкого пика и 879 кэв на левом склоне. Имея в виду отношение интенсивностей обеих линий и местоположение окошек анализатора, надо было учесть поправку в корреляции бета-гамма 965,7 кэв на участке линии 879 кэв. Она составляет 18±3%. Поправка на участке линии 965,7 в угловой корреляции бета-гамма 879 кэв составляет 14±3%.

После введения всех поправок: на случайные совпадения, конечный телесный угол детекторов бета-и гамма-излучения, рассеяние электронов в источнике и участие корреляции попеременно гамма-квантов 965,7 и 879 кэв, мы получили следующие результаты для  $A_2$  и  $A_2^x = A_2 \cdot W / p^2$  - приведенного коэффициента асимметрии:

$E_\beta$ (кэв)	$E_\gamma$ (кэв)	$W$ ( $m_0c^2$ )	$A_2$	$A_2^x$
965,7	780	2,5264	$-0,058 \pm 0,012$	$-0,0274 \pm 0,0057$
965,7	830	2,6242	$-0,053 \pm 0,011$	$-0,0238 \pm 0,0050$
879	780	2,5264	$0,049 \pm 0,008$	$0,0230 \pm 0,0037$
879	830	2,6242	$0,044 \pm 0,007$	$0,0198 \pm 0,0032$

Сравнительно большая ошибка связана главным образом с участием в корреляции "ненужных" квантов.

#### Предварительный анализ результатов перехода $3^- (\beta) 2^+ \gamma (E_\gamma = 965,7) 0^+$

Исходя из предположения, что исследуемый переход можно анализировать исходя из приближения  $V_i / I_2$ , мы получаем  $I_3 / I_2$  для приведенного коэффициента асимметрии  $A_2^x$  следующую формулу:

$$A_2^x = \frac{s_1 \cdot y + s_2}{t_1 \cdot y_1 + t_2} \quad (I)$$

где  $y = \xi' y - \xi(u+x)$  - линейная комбинация параметров Котани  $I_2 / y, x, u$ ,  $\xi = (aZ)/(2R)R$  - радиус ядра,  $s_1, s_2, t_1, t_2$  - коэффициенты, зависящие от энергии бета-частицы и кулоновских поправок. Максимальная энергия исследуемого бета-перехода  $W_0 = 2,680 / m_0c^2$ . Решая (I) относительно "y", получаем следующие значения для параметра Y:

$W$	$A_2^x$	$y_1$	$y_2$
2,5264	$-0,0274 \pm 0,0057$	4,277	- 0,313
2,6242	$-0,0238 \pm 0,0050$	4,908	- 0,332

Как видим, при изменении энергии бета-частицы на 4% значение параметра Y изменяется на ~ 6%. Из этого следует, что данный бета-переход нельзя считать чистым переходом  $V_i$ , или - что спин основного состояния  $160 \gamma$  не может быть 4-. К сожалению,

предел энергии, для которой было возможно провести наши исследования, очень узок для уточнения вышеуказанного вывода.

#### Измерение угловых корреляций бета-гамма в переходе $3^- (\beta) 2^- (\gamma) 2^+$

При измерении угловых корреляций для разрешенного бета-перехода ( $W_0 = 570$  кэв) с гамма-линией 298,8 кэв мы получили для коэффициента  $A_2$  значение  $A_2 = -0,005 \pm 0,006$  или  $A_2^x = -0,0052 \pm 0,0060$ . Этот результат надо считать предварительным. Энергия электронов равна 300 кэв.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ove Nathan. Nuclear Phys., 4, 125 (1957).
2. S.Ofer. Nuclear Phys., 5, 331 (1958).
3. Е.Григорьев, Б.Джелепов и др. Изв.АН СССР, сер.физич., 22, 101 (1958); Е.Григорьев и др. Изв.АН СССР, сер.физич., 23, 191 (1959).
4. G.T.Ewan, G.T.Graham. Nucl.Phys., 22, 610 (1961).
5. W.Michaelis. Nucl.Phys., 44, 78 (1963).
6. K.Venkata Reddy, et al.. Phys.Rev., 138, B33 (1965).
7. H.Postma et al.. Physica, 27, 245 (1961).
8. W.Kündig, P.Scherrer. Helv.Phys.Acta, 34, 125 (1961).
9. C.E.Johnson et al.. Phys.Rev., 120, 2108 (1961).
10. R.G.Arns, et al.. Nucl.Phys., 11, 411 (1959).
11. М.В.Климентовская, Г.Чандра. ЭТФ, 38, 290 (1960).
12. Т.Котани. Phys.Rev., 114, 795 (1959).
13. M.Subotowicz. Postepy Fizyki (в печати).

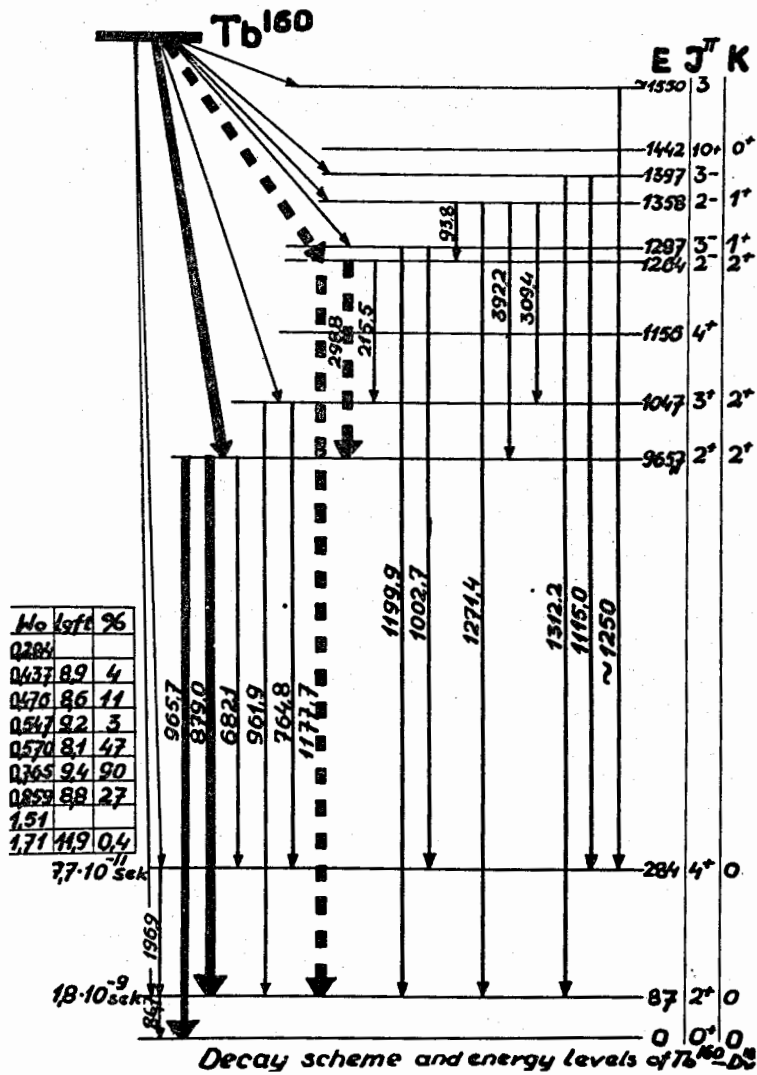


Рис. 1. Схема распада  $Tb^{160}$ .

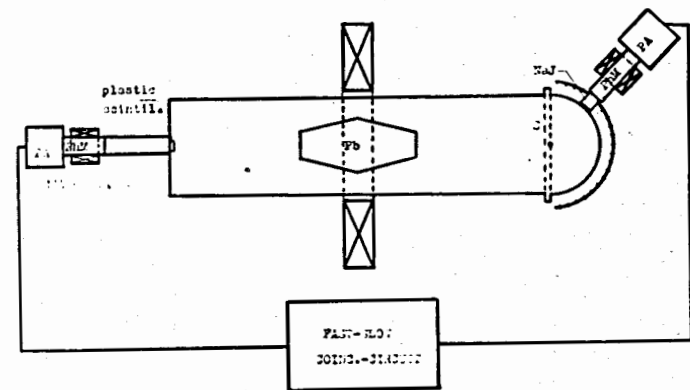


Рис. 2. Схема рабочей установки.

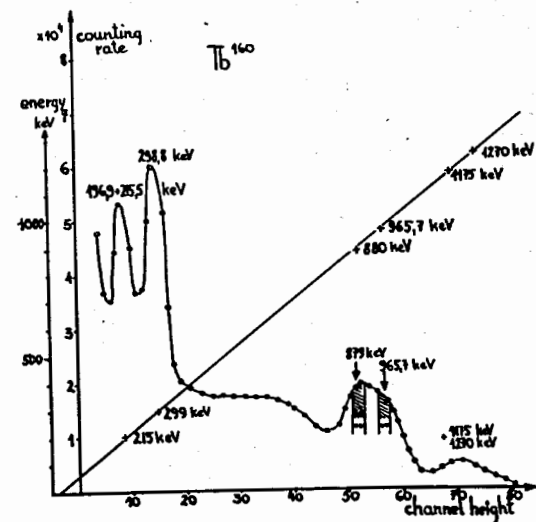


Рис. 3.  $\gamma$ -спектр  $Tb^{160}$ .

Б.С. Джелепов, П.А. Тимкин, И.А. Шимелов,  
НИИМ ЛГУ

Исследование схемы распада  $^{165}\text{Tm}$  (Т  $T_{1/2}=29$  час.) производилось методом  $e^- - e^-$  совпадений при помощи двоянного тороидального  $\beta$ -спектрометра. Фракция туллия была выделена хроматографическим методом из смеси редких земель, образующихся при облучении тантала быстрыми протонами ( $E_p = 660$  Мэв).

Изучение каскадных переходов при распаде  $^{165}\text{Tm}$  ранее производилось Джелеповым и др. /1/ ( $e^- - e^-$  совпадения) и Громовым и др. /2/ ( $\gamma - \gamma$  совпадения). Нам удалось получить сведения о каскадности других, более слабых по интенсивности переходов.

Полуширина конверсионных линий, за исключением самой мягкой области спектра, составляла  $\Delta N_p / N_p = 2 - 2,5\%$ . Разрешающее время схемы совпадений ( $\tau$ ) было равным 6 нсек.

Скорости счета совпадений конверсионных электронов для ряда переходов, приведенные к одному времени, даны в таблице I.

Обнаружено, что электроны К 243 дают совпадения с электронами:  $L M 53$ ;  $L M 54,5$ ; К и  $L M II4$ ; К 292; К 312; К и  $L M 347$ ; К и  $L M 365$ . Не было найдено совпадений (К 243) ( $L M 77$ ; К 219; К и  $L M 296$ ; К и  $L M 297$ ; К и  $L M 356$ ; К 456; К 460).

Электроны К 219 обнаруживают совпадения с электронами:  $L M 47$ ;  $L M 61$ ;  $L M 77$ ; К и  $L M 312$ . Не обнаружено совпадений конверсионной линии К 219 с линиями:  $L M II4$ ;  $L M 243$ ; К 292; К и  $L M 296$ ; К и  $L M 297$ ; К 347; К 356 и К 365.

Количественный анализ результатов изучения совпадений конверсионных электронов при распаде  $^{165}\text{Tm}$  позволяет сделать следующие выводы:

1. Переходы с энергиями 53; 54,5; II4; 347 и 365 кэв находятся в прямом каскаде с переходом 243 кэв. Так как наличие уровня с энергией 243 кэв не вызывает никаких сомнений, то подтверждается существование в  $^{165}\text{E}_2$  возбужденных состояний с энергиями: 296; 297; 356; 590 и 608 кэв (рис. I).

Отсутствие совпадений переходов ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 77$ ); ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 219$ ); ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 296$ ); ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 297$ ); ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 356$ ); ( $\gamma 243$ ) ( $\gamma 460$ ) находится в качественном согласии со схемой распада  $^{165}\text{Tm}$ , изображенной на рис. I.

2. Переход с энергией 347 кэв на основании энергетического баланса может быть размещен в двух местах схемы распада:

а) между уровнями с энергиями 854 и 507 кэв /3/ и

б) между уровнями с энергиями 590 и 243 кэв /2/.

Сопоставление отношений интенсивностей конверсионных линий для переходов с энергиями 347 и II4 кэв ( $K 347 : L II4 = 0,49 /4/$ ) и скоростей счета совпадений этих линий с

К 243:  $((K 347) (K 243) : (L II4) (K 243)) = 0,56$  показывает, что переход с энергией 347 кэв находится в прямом каскаде с переходом 243 кэв, что свидетельствует в пользу варианта "б" размещения перехода с энергией 347 кэв в схеме распада  $^{165}\text{Tm}$ .

Так как мультипольность перехода с энергией 347 кэв -  $M1$ , то четность состояния с энергией 590 кэв должна быть отрицательной.

3. Из анализа кривых совпадений с К 243 и с К 219 следует, что переход с энергией 312 кэв находится в прямом каскаде с переходом 219 кэв и через промежуточный переход с энергией 53 кэв дает совпадения с переходом 243 кэв. Эти факты значительно подкрепляют возможность расположения перехода с энергией 312 кэв в схеме распада  $^{165}\text{Tm}$  между уровнями с энергиями 296 и 608 кэв.

4. Наблюдаемая скорость счета совпадений (К 243) (К 292) ( $9,5 \pm 2,5$  имп. мин. $^{-1}$ ) не противоречит расположению перехода с энергией 292,3 кэв в схеме распада  $^{165}\text{Tm}$  между уровнями с энергиями 590 и 297 кэв. Количественный анализ наблюдавшихся нами "совпадений" (К 292+  $L M 243$ +К 296+ К 297) (К 292+  $L M 243$ + К 296+ К 297) подтверждает этот вывод.

5. Не было замечено совпадений (К 243) (К 456), хотя по схеме распада  $^{165}\text{Tm}$ , даваемой в работе /3/, они наблюдались бы в наших опытах в заметном количестве. Тем самым существование уровня с энергией 699 кэв не получило подтверждения.

Выражаем благодарность сотрудникам ОИЯИ К.Я. Громову и Ж.Т. Желеву за предоставление препарата, Н.А. Лебедеву - за хроматографическое выделение фракции туллия.

В измерениях принимали участие А.Кудряшов, А.Козунов и В.Богун.

#### Л и т е р а т у р а

1. Б.С. Джелепов, В.А. Сергиенко. Программа и тезисы X совещания по ядерной спектроскопии, Москва, Изд. АН СССР, 1960, стр. 82.
2. К.Я. Громов, Б.С. Джелепов, В.Звольска, И.Звольский, А.В. Золотавин, Л.Л. Пелекис, З.Э. Пелекис. Известия АН СССР. Серия физ., **27**, 195 (1963).
3. V. Harnatz, T.H. Handlev, I.W. Mihelich. Phys.Rev., **128**, 1186(1962).

Таблица

Результаты измерений совпадений между конверсионными  
электронами при распаде  $Tm^{165}$

№ пп	Конверсионная линия на первом спектрометре	Конверсионная линия на втором спектрометре	Скорость счета совпадений (имп. мин. <sup>-1</sup> )	Относит. интен-сивности конв. линий /4/ (K243=1270)
I	K242.7	II3.6	66	67.8
2	"	K292.3	9,5±2,5	13
3	"	K295.9	нет совп.	83
4	"	K297.2	нет совп.	125
5	"	K312.1	3,7±0,8	10
6	"	K346.6	37±4	33
7	"	M346.6 <sup>жж</sup>	6±1,5	5
8	"	K356.3	нет совп.	22
9	"	K365.3 <sup>жжж</sup>	7,5±0,8	6,2
10	"	M365.3	I	I
II	"	K448.1	I	1,8
12	"	K456.0	нет совп.	6,6
13	"	K459.9	нет совп.	II,7
14	K218,6	77,2 <sup>жжжж</sup>	256	405
15	"	242.7	нет совпад.	185
16	"	K292.3	нет совп.	13
17	"	K295.9	нет совпад.	83
18	"	K297.2	нет совпад.	125
19	"	K312.1	5±1,5	10
20	"	M312.1	I	1,5
21	"	K346.6	нет совп.	33
22	"	K365.3	нет совп.	6,2

ж-/ Линии M346,6 и K389,2 в спектре полностью не разрешены.  
жж-/ Здесь же расположены линии M312,1.  
жжж-/ М линии перехода 77,2 кэв не полностью разрешены.

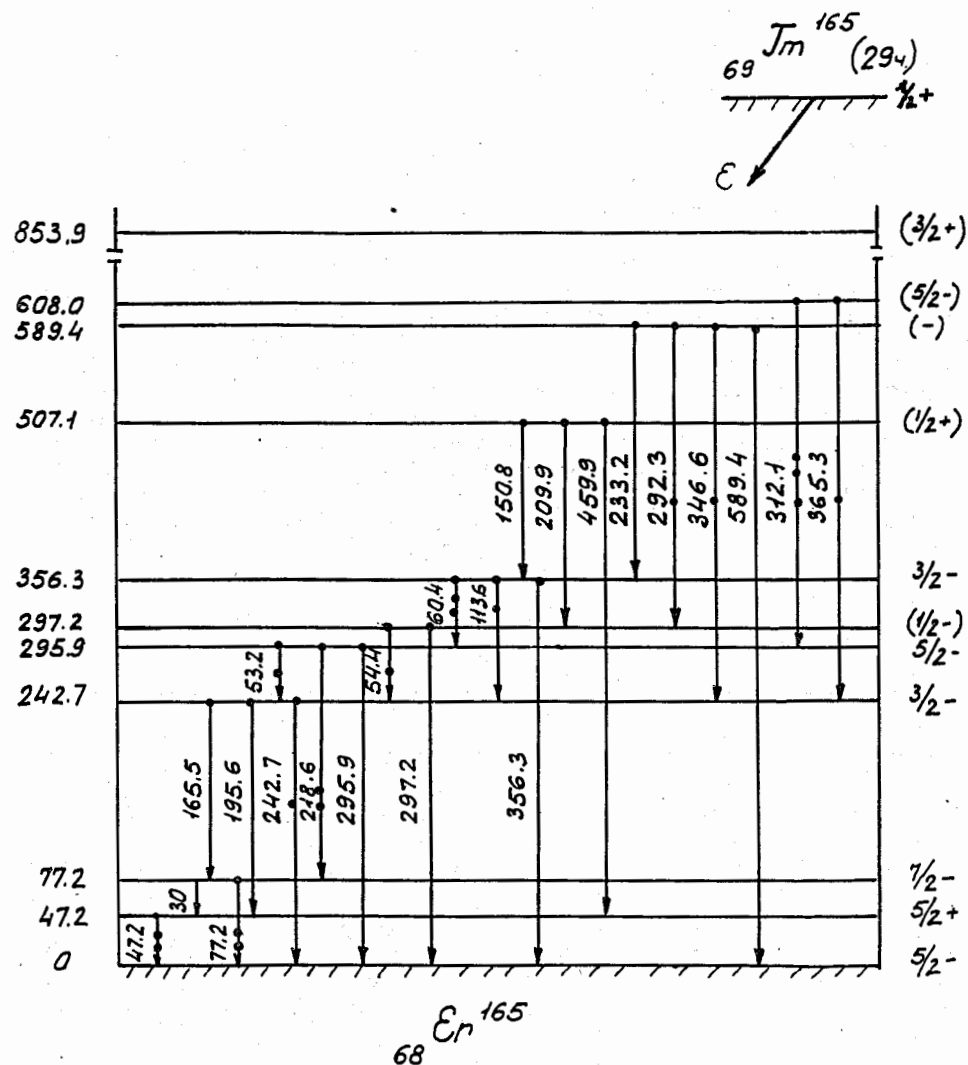


Рис. I. Часть схемы распада, обсуждаемая в настоящей работе. Переходы, данные совпадения с переходом 243 кэв, обозначены стрелками с одним кружочком; с 219 кэв - с двумя кружочками.

168  
О МУЛЬТИПОЛЬНОСТЯХ ПЕРЕХОДОВ В ЯДРЕ  $^{68}\text{Ge}$

И.Орлик, В.Звольска, М.Ржезанка,  
Институт ядерных исследований, ЧСАН, Ржех

Нами изучался  $\gamma$ -спектр  $^{168}\text{Tm}$ , измеренный при помощи германиевого детектора, изготовленного доктором Тросислом из Института физики твердого тела в Праге.

В табл. I приведены значения энергий и относительных интенсивностей наблюдаемых нами  $\gamma$ -линий. Эти значения вместе с данными об относительных интенсивностях конверсионных электронов, полученных в работе Джекоба и др. /1/, были нами использованы для определения мультипольностей переходов. При этом мы использовали хорошо известный факт, что  $\gamma$ -переход с энергией 184 кэВ является переходом типа E2. Полученные нами значения КВК в сравнении с теоретическими значениями для разных мультипольностей приведены в табл. I. Там же указаны и вероятные значения мультипольностей переходов. Найденные нами мультипольности переходов, совершающихся между уровнями ротационных полос, находятся в полном согласии со значениями, которых следует ожидать, имея в виду квантовые характеристики соответствующих уровней. Найденные нами мультипольности переходов с энергиями 546, 646, 721 и 1279 кэВ, совершающихся с уровня 1543 кэВ, однозначно устанавливают квантовые характеристики этого уровня как 3-. Мультипольности переходов с энергиями 99, 198, 831 и 1016 кэВ, совершающихся с уровня 1095 кэВ на уровни ротационных полос, позволяют приписать уровню 1095 кэВ квантовые характеристики 4-.

Л и т е р а т у р а

1. К.Р. Jacob, J.W. Mihelich, B. Harnatz, T.H. Handley. Phys. Rev., 117, 1102 (1960).

Таблица

$E_\gamma$	$I_\gamma$	$\alpha_{\text{Кв.}}$	$\alpha_{\text{Кв. теор.}}$				
			E1	E2	M1	M2	
80	155	3,73*	$7,8 \cdot 10^{-2}$ *	4,0*	$6,6 \cdot 10^{-1}$ *	$1,5 \cdot 10$ *	E2
99	53	$2,3 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	1,1	1,4	2,0.10	E1
184	261	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$4,2 \cdot 10^{-1}$	2,4	E2
198	786	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	1,9	E1
349	10	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	E1+M2
422	11	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	E2, E1+M2
448	604	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	E2+M1
547	52	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$7,0 \cdot 10^{-2}$	E1
633	114	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	E2/+M1/
646	9	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	E1
721	113	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-2}$	E1

$E_\gamma$	$I_\gamma$	$\alpha_{\text{Кв. эксп.}}$	$\alpha_{\text{Кв. теор.}}$				
			E1	E2	M1	M2	
732	89	$6,6 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	E2
743	217	$5,8 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	E2
817	1000	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	E2
822	228	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	E2
831	140	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$8,2 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	E1
917	54	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	E2
1016	1,3	$\sim 1,1 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	M2
1279	44	$8 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$6,6 \cdot 10^{-3}$	E1
1464	8	-	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	-

\*  $\alpha_{\text{Кв.}}$

165  
НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПАДЕ  $^{165}\text{Tm}$

Т.Куцарова, В.Звольска, М.Вейс,  
Институт ядерных исследований, ЧСАН Ржех

Нами изучались спектры  $\gamma$ -лучей, конверсионных электронов и  $e^- \gamma$  совпадений  $^{165}\text{Tm}$ . Спектр  $\gamma$ -лучей был получен при помощи  $\gamma$ -спектрометра с германиевым детектором, изготовленным доктором Тросислом из Института физики твердого тела в Праге. Кроме переходов, известных из более ранних работ, нами наблюдались  $\gamma$ -линии с энергиями 507, 855, 1289, 1366 и 1418 кэВ.

В табл. I приведены значения энергий и относительных интенсивностей  $\gamma$ -линий. Эти значения вместе с данными об относительных интенсивностях конверсионных электронов, полученных в раб. /1/ и в настоящей работе, были использованы для определения мультипольностей переходов. Полученные нами значения КВК в сравнении с теоретическими значениями для разных мультипольностей приведены в табл. I. Там же указаны и вероятные значения мультипольностей переходов.

Спектр конверсионных электронов изучен в области энергий электронов 1060 - 1470 кэВ при помощи  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой с приборным разрешением 0,2%. В табл. 2 приведены данные об энергиях переходов и относительных интенсивностях конверсионных электронов. Были обнаружены новые конверсионные электроны К 1238,7 К 1365,7 и К 1417,5.

При помощи линзового  $\beta$ -спектрометра с промежуточным изображением наблюдались совпадения (К 243) ( $\gamma$ 350), (К 243) ( $\gamma$ 1186) и (К 296) ( $\gamma$ 1132).

В работе Харматца и др. /2/ уровню 590,0 кэВ приписывались квантовые характеристики  $3/2^+$ . Согласно нашим данным, осуществляется одна из квантовых характеристик ( $1/2$   $3/2$   $5/2$ )-. Не исключено поэтому, что при этой энергии осуществляется  $\gamma$ -вибрационное состояние, основанное на уровне 0 кэВ  $5/2^-$  /523/. В соседних нечетных ядрах уровни такого типа также

осуществляются при энергии 500-600 кэв. В.Г.Соловьев /3/ указывал на возможность возбуждения трехквантовых состояний с квантовыми характеристиками  $3/2^+$  и  $1/2^+$  при энергии 1,3Мэв

В работе Громова и др. /1/ сделано предположение о том, что состояние с квантовыми характеристиками  $3/2^+$  находится при энергии 1429 кэв. Найденные в нашей работе  $e^- - \gamma^+$  совпадения (К 243) ( $\gamma$ 1185) и (К 296) ( $\gamma$ 1152) подтверждают существование уровня при этой энергии. Найденные мультипольности 4-х переходов, совершающихся с уровня 1428 кэв, позволяют считать предложенные квантовые характеристики ( $3/2^+$ ) правильными. Второе трехквантовое состояние типа  $1/2^+$  нам пока не удалось обнаружить, но мы имеем основания считать, что оно, по-видимому, находится при энергии  $> 1428$  кэв.

### Л и т е р а т у р а

1. К.Я. Громов, Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольский, Л.Л.Пелекис, З.З.Пелекис. Изв.АН СССР, сер.Физ. 27, 195 (1963).

2. V.Narmatz, T.H.Handley, I.W.Mihelich. Phys.Rev., 128, 1186 (1962).

3. В.Г.Соловьев, ЭТФ, 43, 246 (1962)

Т а б л и ц а I

$E_\gamma$	$I_\gamma$	$(\alpha_K)$ эксп.	Е1	$E_2(\alpha_K)$ теор.			Закл. о вероят. мультип.
				М1	М2		
181	4	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-1}$	2,3	Е1
196	28	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	$3,6 \cdot 10^{-1}$	1,8	Е1
219	99	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-1}$	1,2	М1
224	2	$8,8 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	1,1	Е1 исключается
233+235	8	-	-	-	-	-	-
243	1000	$1,85 \cdot 10^{-1a}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-1}$	М1+Е2
249	72	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-1}$	Е1
264	13	-	-	-	-	-	-
279	18	$5,8 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	$5,5 \cdot 10^{-1}$	Е2
292	~57	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	$4,8 \cdot 10^{-1}$	-
296+297	548	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-1}$	-
307	<6	$>8,1 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-1}$	Е1, Е2 исключает.
312	9	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$9,9 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-1}$	М1
331	6	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-1}$	М1
347	90	$7,4 \cdot 10^{-2a}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$7,4 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-1}$	М1
357	71	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-1}$	М1+Е2
366	11	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$6,6 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$	М1(+Е2)

$E_\gamma$	$I_\gamma$	$(\alpha_K)$ эксп.	Е1	$E_2(\alpha_K)$ теор.			М2	Закл. о вероят. мультип.
				М1	М2			
384	<6	$>3,2 \cdot 10^{-2}$	$8,9 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$5,9 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-1}$	Е1 исключает.	
389	66	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	Е1(+М2)	
400	3,3	$6,8 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	М1	
421	6	$3,2 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-1}$	Е2+М1 Е1+М2	
429	4	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	(М1+Е2)	
443	17	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	(Е2)	
449	42	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	Е1	
456	~26	$4,9 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	(М1)	

а) значение принято

$E_\gamma$	$I_\gamma$	$(\alpha_K)$ эксп.	Е1	$E_2(\alpha_K)$ теор.			М2	Закл. о вероят. мультип.
				М1	М2			
460	135	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	Е2	
472	8	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	М1	
478	8	$4,1 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,3 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-1}$	М1	
488	24	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$9,9 \cdot 10^{-2}$	М1	
507	2	-	-	-	-	-	-	
514	7	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	Е1+М2, М1	
527	<30	$>1,1 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-2}$	Е1 исключ.	
543	36	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$	М1	
559	<40	$>7,0 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-2}$	-	
564	70	$2,3 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-2}$	М1	
575+578	12	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$8,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$5,9 \cdot 10^{-2}$	-	
590	73	$8,2 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	Е2(Е1+М2)	
606+608	18	-	-	-	-	-	-	
665	18	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-2}$	М1	
678+681	8	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	М1	
700	40	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-2}$	Е2(+М1)	
747	~10	-	-	-	-	-	-	
807	326	$9,7 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-2}$	М1	
839	18	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	М1	
855	~12	-	-	-	-	-	-	

$E_{\gamma}$	$I_{\gamma}$	$(\alpha_K)$ эксп.	E1	$E2(\alpha_K)$ теор.	M1	M2	
954	I2	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$5,9 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	E2(+M1)
I043+I047	5	$3,4 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	-
II33	75	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-3}$	E1
II86	III	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-3}$	E1
I289	4	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$6,4 \cdot 10^{-3}$	M1
I366	~4	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	E2, M1
I382	29	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$6,9 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	E2+M1
I428+I418	5I	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$4,9 \cdot 10^{-3}$	E1

Т а б л и ц а 2

Конверсионная линия	Энергия перехода	Интенсивности конверсионных линий
K	II3I,8	7I
K	II84,8	100
L		2I
M		4
K	I288,7	9
L		2
K	I365,7	5
K	I380,5	47
K	I417,5	4
K	I427,0	18

МУЛЬТИПОЛЬНОСТЬ ИЗОМЕРНОГО ПЕРЕХОДА  $^{191m}\text{Os}$

Э.Плайнер, В.Брабец, О.Драгоун  
Институт ядерных исследований, ЧСАН Рех

С помощью магнитного спектрометра с двойной фокусировкой были измерены конверсионные электроны изомерного перехода  $^{191m}\text{Os}$ . Чистая окись осмия в естественной изотопической смеси облучалась в реакторе в течение 20 часов нейтронным током  $7,5 \cdot 10^{12}$  нейтронов/см<sup>2</sup> сек. Электролитически изготовленный источник обладал хорошим качеством. Энергия изомерного

перехода  $74,37 \pm 0,02$  кэВ была определена относительно энергии перехода  $80,557 \pm 0,004$  кэВ в  $^{166}\text{Er}$  /I/.

Из относительных интенсивностей конверсионных линий  $L_I : L_{II} : L_{III} = (51,0 \pm 3,5) : (10,9 \pm 0,8) : 100$  было определено, что примесь составляет  $(0,5 \pm 0,1) \% \text{ E4}$  в переходе M3. Примесь E4 в M3 была определена при помощи графиков, изображающих зависимость различных конверсионных отношений от % примеси E4.

Была также измерена группа M-и N-конверсионных линий, для которых были получены следующие значения относительных интенсивностей:  $M_I : M_{II} : M_{III} : M_{IV+V} : N+O : L_{III} = (17,8 \pm 1,8) : (7,7 \pm 0,6) : (33,0 \pm 1,7) : (3,4 \pm 0,3) : (17,6-1,1) : 100$ . Значения M-конверсионных коэффициентов сравнивались с данными Роуза и с данными Чу и Перлмана /2/, которые предложили полуэмпирическую поправку на экранирование. К сожалению, во втором случае КВК не находятся в согласии с экспериментальными значениями для всех M-подоболочек. Кажется, что полуэмпирическая поправка на экранирование дает слишком заниженное значение.

Экспериментально определенный период полураспада  $T_{1/2} = 13,03 \pm 0,21$  часов сравнивался с предсказаниями Вайскопфа и Нильссона. В первом случае мы получили два фактора задержки

$$F_w = \frac{T_{1/2} \text{ эксп}}{T_{1/2} \text{ Вайскопф}}$$

$$F_w(\text{M3}) = 1,5 \cdot 10^4,$$

$$F_w(\text{E4}) = 15,5$$

и в приближении Нильссона значения:

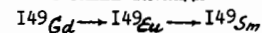
$$F_w(\text{M3}) = 3,08 \cdot 10^2,$$

$$F_w(\text{E4}) = 8,7.$$

Л и т е р а т у р а

- J. Marklund, B. Lindström. Nucl. Phys., 40, 329 (1963).
- Y. Y. Chu, M. L. Perlman. Phys. Rev., 135, В 319 (1964).

О СХЕМЕ РАСПАДА



К. Вильский, В. В. Кузнецов, О. Б. Нильсен,  
О. Скильбрайт

Исследованию схем распада  $^{149}\text{Gd} \rightarrow ^{149}\text{Eu}$  и  $^{149}\text{Eu} \rightarrow ^{149}\text{Sm}$  посвящено много работ.

В настоящей работе проводится анализ экспериментальных данных  $\gamma$ -спектра  $^{149}\text{Gd} \rightarrow ^{149}\text{Eu} \rightarrow ^{149}\text{Sm}$ .  $\gamma$ -спектр данных изотопов измерялся Ge-детектором с размерами  $0,7 \text{ см}^2 \times 0,35 \text{ см}^2$  с помощью I024-канального амплитудного анализатора в институте Нильса Бора при Копенгагенском университете.

Изотоп  $^{149}\text{Gd}$  получался при распаде выделенного на масс-сепараторе  $^{149}\text{Tb}$ . Тербиевые изотопы получались в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхротроне ОИЯИ в Дубне. Хроматографическое разделение редких земель проводилось в радиохимической лаборатории в Дубне. На основании анализа  $\gamma$ -спектра  $^{149}\text{Gd} \rightarrow ^{149}\text{Eu} \rightarrow ^{149}\text{Sm}$



в таблицах I, 2 приводятся экспериментальные значения коэффициентов внутренней конверсии  $\alpha_k$  и мультипольностей отдельных  $\gamma$ -переходов. Относительные интенсивности линий конверсионных электронов, возникающих при распаде  $^{149}\text{Gd}$ , взяты из работы [1]. На рисунке I рассматривается схема распада  $^{149}\text{Gd}$ . Для расчета значений  $\log ft$  разность масс  $^{149}\text{Gd} \rightarrow ^{149}\text{Eu}$  принималась по Леви равной 1497 кэВ. Детальный анализ экспериментальных данных будет дан в работе, готовящейся к печати.

Л и т е р а т у р а

И. Ж.Т. Желев. Диссертация, Дубна (1964).

Таблица I

Таблица  $\alpha_k$  эксп. и мультипольностей  $\gamma$ -переходов, возникающих при распаде  $^{149}\text{Gd}$

$E_\gamma$ , кэВ	$J_\gamma$	$J_k$	$\alpha_k$ эксп.	Теоретические коэффициенты внутр. конверсии					Тип $\gamma$ -перехода
				E1	E2	E3	M1	M2	
149,9	2580	550 ± 40	$3,3 \cdot 10^{-1} \pm 0,3 \cdot 10^{-1}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-1}$		$5,0 \cdot 10^{-1}$	3,2	E2
272,7	119	7,7	$1,01 \cdot 10^{-1}$	$1,65 \cdot 10^{-2}$	$6,1 \cdot 10^{-2}$		$9,6 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-1}$	M1
298,8	1000	45,5	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$1,32 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$		$7,6 \cdot 10^{-2}$	$3,05 \cdot 10^{-1}$	M1, E2
346,7	800	100	$1,95 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$		$5,2 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^{-1}$	M2
461	28,3	0,38	$2,1 \cdot 10^{-2}$	$4,7 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$		$2,45 \cdot 10^{-2}$	$7,9 \cdot 10^{-2}$	M1, E2
496	54,7	1,0	$2,86 \cdot 10^{-2}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,9 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-2}$	E3
517	79,2	0,9	$1,77 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-2}$		$1,86 \cdot 10^{-2}$	$5,9 \cdot 10^{-2}$	M1, E2
534	95,1	1,0	$1,64 \cdot 10^{-2}$	$3,65 \cdot 10^{-3}$	$1,08 \cdot 10^{-2}$		$1,84 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-2}$	M1, E2
646,5	43,7	0,1	$3,58 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-2}$	$1,07 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	E1
667,3	27,4	0,1	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$5,6 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$	E2
790	224,0	0,5	$3,48 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$3,63 \cdot 10^{-3}$		$6,4 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	E2
940	64,0	0,2	$6,88 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-3}$	$2,53 \cdot 10^{-3}$		$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$	M1

Таблица 2

Таблица  $\alpha_k$  эксп. и мультипольностей  $\gamma$ -переходов, возникающих при распаде  $^{149}\text{Eu}$

$E_\gamma$ , кэВ	$J_\gamma$	$J_k$	$\alpha_k$ эксп.	Теоретические коэффициенты внутренней конверсии					тип $\gamma$ -перехода
				E1	E2	E3	M1	M2	
76	2,9	7,0	$5,3 \cdot 10^{-1}$	$4,7 \cdot 10^{-1}$	2,3		3,1		E1
176	11,3	2	$3,9 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-1}$		$3,0 \cdot 10^{-1}$		E1
254,7	58,7	25 ± 6	$9,4 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$7,05 \cdot 10^{-2}$		$1,05 \cdot 10^{-1}$		M1, E2
277,2	275	100	M1	$1,55 \cdot 10^{-2}$	$6,0 \cdot 10^{-2}$		$9,0 \cdot 10^{-2}$		M1
327,7	298	180 ± 8	$1,33 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$		$5,6 \cdot 10^{-2}$		M1
506,1	36,4	$2,3 \pm 0,5$	$1,39 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$		$1,75 \cdot 10^{-2}$		E2
528,7	38,0	$1,7 \pm 0,4$	$0,9 \cdot 10^{-2}$	$3,45 \cdot 10^{-3}$	$0,95 \cdot 10^{-2}$		$1,7 \cdot 10^{-2}$		E2
536	6,6	0,2	$0,67 \cdot 10^{-2}$	$3,25 \cdot 10^{-3}$	$0,88 \cdot 10^{-2}$		$1,55 \cdot 10^{-2}$		E2

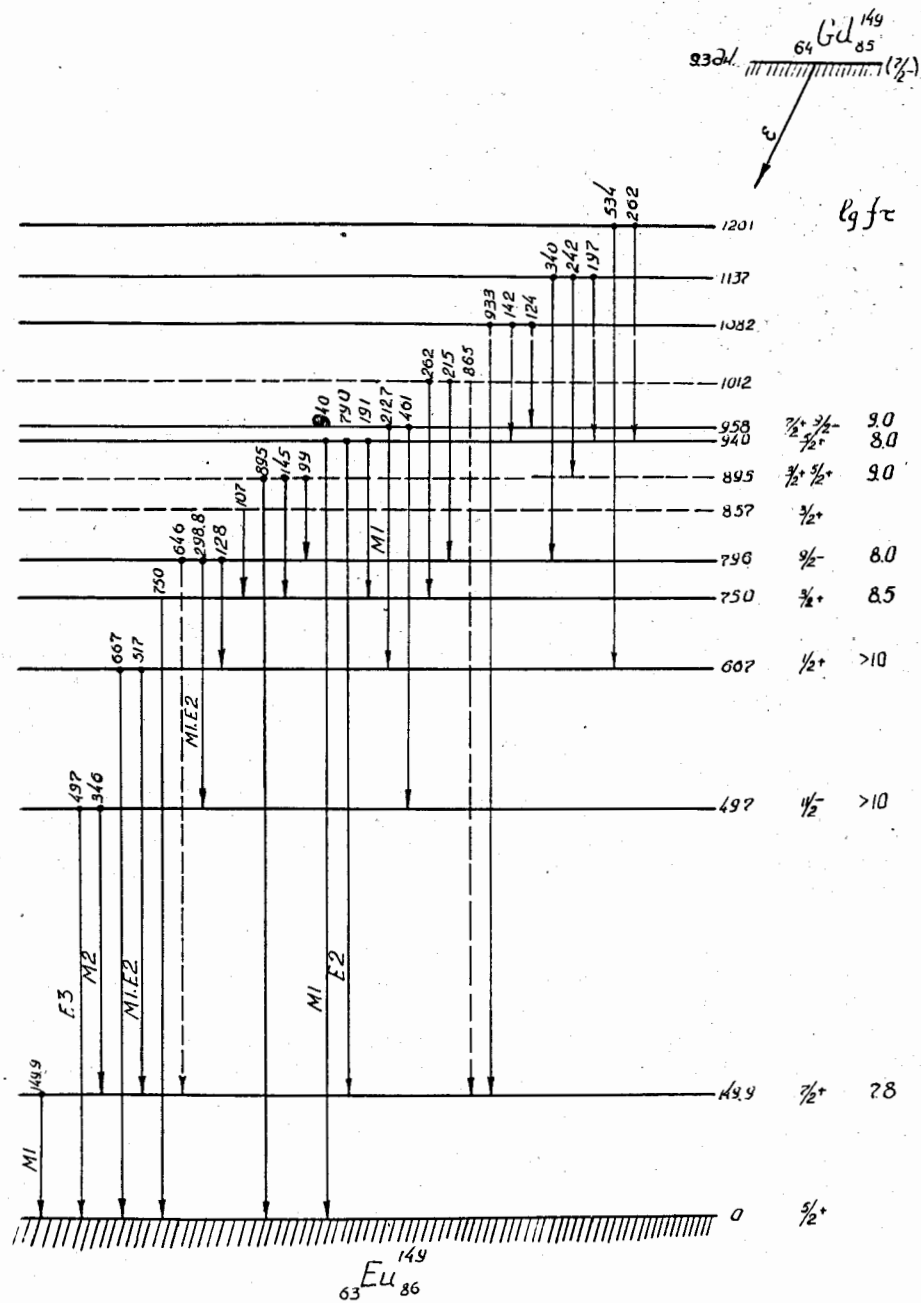


Рис. I Схема распада  $^{149}\text{Gd}$ .

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ  
ИЗОТОПОВ НЕОДИМА

М.П.Авотина, Ж.Т.Желев, В.Г.Калинников,

ЛГУ, ОИЯИ

Спектр конверсионных электронов неодимовой фракции изучался в работах /1,2,4/. В работах /2,4/ для этих опытов использовались приборы с невысоким разрешением, что сильно затрудняло изучение довольно сложного конверсионного спектра изотопов неодима. Малоинтенсивные переходы в работе /1/, выполненной на  $\beta$ -спектрографе, не могли быть обнаружены из-за недостаточной активности использованных препаратов.

Более детальное исследование спектра конверсионных электронов неодимовой фракции необходимо проводить на приборах с более высоким разрешением и светосилой. Нам была предоставлена возможность провести несколько опытов на  $\beta$ -спектрометре с двойной фокусировкой пучка /5/. Определение энергий электронов конверсии осуществлялось методом ядерного резонанса (с точностью не хуже 0,15%). Приборное разрешение в наших опытах было  $\approx 0,1\%$ .

Фракция неодима хроматографически выделялась из продуктов, получаемых из гадолиниевой мишени после облучения ее протонами ( $E_p = 660$  Мэв). Время облучения в одном опыте составляло 4 часа, а в другом - 3 часа. Фракция Nd выходила через  $\sim 3$  часа после конца облучения. Активность наносилась на проволочку из золота ( $\phi = 0,1$  мм) электролитическим методом.

Полученные результаты приведены в таблицах 1 и 2. По отношению интенсивностей K- и L-линий определены мультипольности некоторых переходов  $^{139}\text{Nd}$  и  $^{137}\text{Nd}$ . Эти сведения приводятся в таблицах 3 и 4. Для переходов II4,3 и 232,0 кэв  $^{139}\text{Nd}$  наши выводы о мультипольностях подтверждают выводы работы /2/, а для переходов 540,5 и 553,3 кэв  $^{137}\text{Nd}$  заключения о мультипольностях сделаны впервые.

В спектре конверсионных электронов была также обнаружена K-линия перехода с энергией 145,3 кэв, возникающая при распаде  $^{141}\text{Nd}$  ( $T_{1/2} = 2,4$  часа).

Авторы выражают благодарность Е.П.Григорьеву за предоставление возможности выполнить измерения на  $\beta$ -спектрометре с двойной фокусировкой и студенту-практиканту В.Бутцеву за помощь при обработке результатов.

Л и т е р а т у р а

1. К.Я.Громов, А.С.Данагулян, А.Т.Стригачев, В.С.Шпинель. Изв.АН СССР, сер.физ., 27,1357 (1963).
2. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Ж.Т.Желев, В.Г.Калинников, А.В.Кудрявцева, В.В.Кузнецов, Н.А.Лебедев, Г.Музиоль, Э.Херрманн. Препринт ОИЯИ, Р-1857, Дубна, 1964.
3. Гамма-лучи. Под редакцией Л.А.Слива, Изд.АН СССР, М-Л, 1961.
4. К.Я.Громов, А.С.Данагулян, Л.Н.Никитюк, В.В.Муравьева, А.А.Сорокин, М.З.Шталь, В.С.Шпинель. ЖЭТФ, 47,1644 (1964).
5. Е.П.Григорьев. Диссертация ЛГУ, Ленинград, 1961.

Таблица 1

Конверсионные электроны  $^{137}\text{Nd}$

№ п/п	$E_e$ (кэв)	Идентификация линий	Относительные интенсивности
1	498,7	K - 540,7	$765 \pm 60$
2	511,25	K - 553,25	1000
3	530,7	K - 572,7	$100 \pm 15$
4	533,5	L - 540,4	$276 \pm 28$
5	546,5	L - 553,4	$170 \pm 22$

Таблица 2

Конверсионные электроны изотопов неодима с  $T_{1/2} = 5 - 6$  часов

№ п/п	$E_e$ (кэв)	Идентификация линий	Относительные интенсивности
1	72,0	K - II4,0	$6300 \pm 200$
2	106,2	K - I48,1	$35 \pm 10$
3	107,4	$L_i - \text{II4,3}$	$830 \pm 30$
4	109,6	(K - I51,6)	$5 \pm 1,5$
5	112,7	$M_i = \text{II4,2}$	$145 \pm 7$
6	114,0	N - II4,3	$29 \pm 3$
7	157,9	K - I99,9	$74 \pm 18$
8	188,3	K - 231,9	1000
9	224,9	( $L_i + L_o$ ) - 232,0	$236 \pm 20$
10	225,75	$L_o - 232,0$	$133 \pm 16$
11	230,55	M - 232,1	$90 \pm 15$
12	231,8	N - 232,1	$27 \pm 4$

Таблица 3  
 Определение мультипольности переходов  
 II4,3 и 232,0 кэв изотопа  $^{139}\text{Nd}$

hν кэв	Метод определения	Эксперимент	Теория /3/				Вывод
			E1	E2	M1	M2	
II4,3 $^{139}\text{Nd}$	K /L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> L <sub>1</sub> /L <sub>2</sub>	7,6 ± 0,5	7,42	2,86	7,30	6,08	M1
		≥ 8,0	5,8	0,4	12,5	7,8	
232,0 $^{139m}\text{Nd}$	K /L L <sub>1</sub> + L <sub>2</sub> /L <sub>2</sub>	2,72 ± 0,16	E2	E3	M3	M4	M4
		1,77 ± 0,37	4,0	1,7	3,6	2,5	
			2,8	2,0	4,0	1,9	

Таблица 4  
 Определение мультипольности переходов  
 540,5 и 553,3 кэв  $^{137}\text{Nd}$

hν кэв	Метод определения	Эксперимент	Теория /3/								Возможный тип мультипольн.
			E1	E2	E3	E4	M1	M2	M3	M4	
540,5	K /L	2,8 ± 0,5	7,82	6,98	4,7	2,93	7,02	6,65	8,03	3,56	(E4) <sup>x</sup>
553,3	K /L	5,9 ± 0,8	7,88	7,14	4,38	2,96	8,04	6,64	8,09	3,20	M2

x) Примечание: не исключена возможность, что на L-линии перехода 540,5 кэв накладывается K-линия другого перехода  $^{137}\text{Nd}$ , имеющая очень близкую энергию. Поэтому вывод о мультипольности перехода 540,5 кэв может измениться. В наших дальнейших опытах эта возможность будет проверена.

#### НОВЫЙ ИЗОТОП $^{81}\text{Y}$

Н.Г.Зайцева, М.Я.Кузнецова, М.Г.Ложилов, Г.Музиоль, Г.Фреппер,  
 Объединенный институт ядерных исследований

Первые сведения о существовании  $^{81}\text{Y}$  были получены в работе /1/; в настоящем сообщении приводятся предварительные результаты по определению периода полураспада этого изотопа.

Нейтрондефицитные изотопы иттрия получались при облучении стронция высокоэнергичными

протонами. Для быстрого отделения микроколичеств Y от макроколичеств S<sub>2</sub> использовался метод распределительной хроматографии на силикагеле, пропитанном ИДЕНР (ди-2-этилгексилортофосфорная кислота).

Массовое число и период полураспада  $^{81}\text{Y}$  определялись на основе генетической связи с изотопом  $^{81}\text{Rb}$  (T<sub>1/2</sub> = 4,7 час) /2/. Дочерние изотопы S<sub>2</sub> и Rb совместно выделялись из материнского радиохимически чистого иттрия через определенные интервалы времени. В полученных препаратах (S<sub>2</sub> + Rb) в течение 2-х часов происходило накопление Rb из S<sub>2</sub>, после чего Rb и S<sub>2</sub> разделялись. Активность препаратов Rb измерялась торцовым счетчиком типа МСТ-17.

Для некоторых препаратов Rb исследовался γ-спектр на сцинтилляционном γ-спектрометре с кристаллом NaJ(Tl) размером 80x80 мм и 100-канальным амплитудным анализатором. При измерении γ-спектров в препаратах Rb были обнаружены γ-линии с энергиями 195,460, 520, 790, 1050, 1335, 1470, 1870 и 2090 кэв, которые распадались с периодом полураспада ~5 час.

Анализ полученных результатов измерений показал, что изотоп  $^{81}\text{Y}$  имеет два периода полураспада: 3 ± 5 мин и 20 ± 30 мин. Это позволило сделать предположение о существовании двух изомеров иттрия с массовым числом 81.

#### Л и т е р а т у р а

1. Н.Г.Зайцева, В.В.Кузнецов, М.Я.Кузнецова, Ма Хо Ик, Г.Музиоль, Хань Шу-хунь, Чжоу Мо-Дун, В.Г.Чумин. Ядерная физика I, 3,385, 1965 г.
2. D.Strominger, J.M.Hollander, G.T.Seaborg. Rev.Mod.Phys., 30, II, 655, 1958.

#### ГИРОМАГНИТНОЕ ОТНОШЕНИЕ ДЛЯ ВОЗБУЖДЕННОГО СОСТОЯНИЯ 87 КЭВ $^{155}\text{Gd}$

Р.Кулесса, С.Огаза, Б.Пудловскá, Я.Стычень,  
 Б.Храстник, А.Э.Хрынкевич,

Институт ядерной физики, Краков,  
 Институт физики Ягеллонского университета, Краков

Частота прецессии во внешнем магнитном поле ядра  $^{155}\text{Gd}$  в возбужденном состоянии с энергией 87 кэв измерялась дифференциальным методом изменения угловой корреляции гамма-излучения. Чтобы избежать ослабления угловой гамма-гамма-корреляции из-за взаимодействия ядра с внутрияонным магнитным полем, измерения проводились с расплавленным металлическим источником гербия при температуре ~1300°C. Полученное значение гиромагнитного отношения  $g = - (0.375 \pm 0.025)$  согласуется в пределах экспериментальной погрешности со значением, найденным раньше на основе анализа ослабления интегральной угловой корреляции, вызванной влиянием сверхтонкой структуры.

НОВЫЙ ИЗОТОП  $^{174}\text{W}$   
И. Деметер, Н. Г. Зайцева, Ким Хон Сил, Е. Наджаков  
Объединенный институт ядерных исследований

Работа посвящена поискам изотопа  $^{174}\text{W}$ . Одновременно начата программа изучения возможностей дубненских ускорителей тяжелых ионов для исследований по ядерной спектроскопии.

Изотоп  $^{174}\text{W}$  был получен при облучении природного эрбия ионами  $^{12}\text{C}$  с энергией 81 Мэв на ускорителе многозарядных ионов У-150 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Определение периода полураспада  $^{174}\text{W}$  проводилось по генетической связи с дочерним изотопом  $^{174}\text{Ta}$ . Для этой цели выделялся радиохимически чистый  $\text{W}$ , и из него выделялись дочерние изотопы тантала. Измерения активности проводились на сцинтилляционном  $\gamma$ -спектрометре.

На основании полученных результатов сделан вывод о существовании изотопа  $^{174}\text{W}$  с периодом полураспада  $31 \pm 2$  мин.

ГАММА - СПЕКТРЫ  $^{155}\text{Tb}$ ,  $^{168}\text{Tm}$ ,  $^{173}\text{Lu}$

Я. Ястржебский, В. Курбевич, В. Прейбыш, З. Суйковский,  
А. Эглинский,  
Институт ядерных исследований  
Сверк, Варшава (Польша)

При помощи полупроводниковых детекторов  $\text{Ge}(\text{Li})$  размером  $2 \text{ см}^2 \cdot 2 \text{ мм}$  и разрешением 5,8 кэв на  $E_{\gamma} = 662$  кэв и  $\text{Si}(\text{Li})$  детекторов размером  $20 \text{ мм}^2 \cdot 3 \text{ мм}$  и разрешением 5,7 кэв на  $E_{\gamma} = 105$  кэв были измерены спектры  $\gamma$ -лучей  $^{155}\text{Tb}$ ,  $^{168}\text{Tm}$ ,  $^{173}\text{Lu}$ .

Детекторы были прокалиброваны по интенсивностям абсолютным методом, что позволило определить относительные интенсивности  $\gamma$ -лучей этих трех ядер.

При определении коэффициентов конверсии переходов в  $^{155}\text{Tb}$  в качестве репера использовался коэффициент конверсии  $\alpha_K$  перехода 86,5 (E1), измеренный с помощью техники задержанных совпадений с привлечением конвертора время - амплитуда.

Специально исследовалось отношение интенсивностей  $\gamma$ -переходов 86,5 и 105,3 кэв типа E1 из-за возможной аномалии в коэффициенте конверсии одного из этих переходов. Никакой аномалии обнаружено не было.

ИЗУЧЕНИЕ  $\gamma$ -СПЕКТРА ИЗОТОПА  $^{74}\text{Bz}$

Н. Б. Беляев, Б. А. Гвоздев, В. И. Гудов, А. В. Калямин,  
Л. М. Крижанский

РИ ГК ИАЭ

С помощью сцинтилляционного спектрометра исследованы  $\gamma$ -спектры изотопов брома, получаемых в реакции  $\text{Cu}(^{12}\text{C}, xn)\text{Bz}$ .

Измерены энергии и относительные интенсивности ряда новых  $\gamma$ -линий брома с периодами полураспада ( $36 \pm 1$ ) мин и ( $4 \pm 1$ ) мин соответственно. В таблице приведены энергии и относительные интенсивности  $\gamma$ -линий с  $T_{1/2} = 36$  мин. Изотоп с  $T_{1/2} = 36 \pm 1$  мин идентифицирован как  $^{74}\text{Bz}$ .

Исходя из полученных данных, на рис. I мы приводим схему нижних уровней  $^{74}\text{Se}$ . Изотоп, распадающийся с периодом полураспада ( $4 \pm 1$ ) мин, идентифицирован как новый изомер  $^{74m}\text{Bz}$ , т.е.  $^{74m}\text{Bz}$ .

Т а б л и ц а

$E_{\gamma}$ кэв	Относит. интенсивность
511	$2 \times 100$
$420 \pm 15$	$3,2 \pm 1$
$630 \pm 5$	$135 \pm 10$
$720 \pm 10$	$18 \pm 4$
$830 \pm 10$	$3,0 \pm 1$
$950 \pm 15$	$3,5 \pm 1$
$1100 \pm 50$	$6,8 \pm 5$
$1230 \pm 10$	$32 \pm 6$
$1450 \pm 30$	$6 \pm 3$
$1705 \pm 30$	$7,3 \pm 1,5$
$1860 \pm 50$	$1 \pm 0,5$
$2230 \pm 20$	$7,6 \pm 1,5$
$3220 \pm 20$	$3,2 \pm 1,5$
$3350 \pm 50$	$2 \pm 1,5$
$3800 \pm 20$	$3,2 \pm 1,5$
$4400 \pm 100$	$0,7 \pm 0,5$

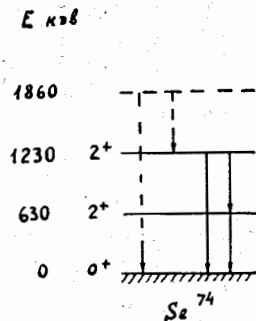


Схема нижних уровней  $^{74}\text{Se}$ .

РАСПАД  $^{145}\text{Eu}$

И. Адам, Ж. Т. Мелев, М. И. Кривоустов, X)  
М. Фингер,

Объединенный институт ядерных исследований

На магнитном  $\beta$ -спектрометре с двойной двухкратной фокусировкой  $\Pi/\Omega$ ,  $\frac{\Delta H_{\beta}}{H_{\beta}} = 0,22\%$ ,  $\Omega = 0,1\%$ , исследовался спектр конверсионных электронов европиевой фракции в области энергий 700-2400 кэв и фракции гадолиния в области энергий 1500 - 2700 кэв.

Фракция европия выделялась из тантала или окиси эрбия, облученных протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ЛЯП ОИЯИ (время облучения изменялось от 3 до 10 часов). Источник  $\text{Eu}$  был получен соединением трех гадолиниевых фракций, выделенных из облученного  $\text{Ta}$  (время облучения 9 часов) и переочищенных через 2-4 недели после облучения  $\text{Ta}$ .

X) Студент Воронежского государственного университета

Сравнение энергий и интенсивностей конверсионных линий фракции европия и гадолиния позволяет различить конверсионные электроны европиевой фракции, принадлежащие изотомам  $^{145}\text{Eu}$  и  $^{146}\text{Eu}$ , не прибегая к определениям периодов полураспада каждой конверсионной линии европиевой фракции.

Для идентификации  $^{145}\text{Eu}$  в области энергий 700-1500 кэв, мы использовали данные о конверсионных электронах работы В.А.Балалаева и др. [2]. Для точного определения энергии конверсионных электронов измеряется магнитное поле в центре спектрометра методом протонного резонанса [1]. Зависимость коэффициента  $N_p/p$  от частоты определялась экспериментально при использовании точных значений энергий  $T_h(\text{В.С.С}^m)/3,1,14/$ .

Относительные интенсивности линий конверсионных электронов мы привели к одному времени, используя  $T_{1/2} = 4,6$  дня [5] для  $^{146}\text{Eu}$  и  $T_{1/2} = 6,0$  дня [6] для  $^{145}\text{Eu}$ . В области энергий ниже 1100 кэв было учтено также рассеяние электронов при прохождении первого и второго счетчиков. Зависимость эффективности счета тройных совпадений от энергии определялась экспериментально измерением разрешенного  $\beta^+$  спектра  $^{140}\text{Ce}$ .

Ошибки относительных интенсивностей не приведены, так как нами пока экспериментально исследованы не были (зависимость ошибки от счета на максимуме линии). Но полагаем, что для большинства линий ошибка величины относительной интенсивности не превышает 30% и для слабых линий - 50%.

В таблице I приведены энергии и относительные интенсивности конверсионных электронов  $^{145}\text{Eu}$ . Наши данные сравнены с результатами других авторов [5, 7, 8].

На основании сумм  $\gamma$ -переходов и предположения о том, что уровень 894,32 кэв является первым возбужденным уровнем, составлена схема распада /Рис.1/

Т а б л и ц а

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_\gamma$ (кэв)	Идентификация	$\frac{1000 J}{J(K894)}$	$E_\gamma$ (кэв)	Идентификация	$\frac{1000 J}{J(K894)}$	Работа
I	2	3	4	5	6	7	8
				110,9 ± 0,1	К	8500 ± 1000	(8) (5) (7)
					L	1220 ± 180	(8) (7)
					M		(8)
I	191,32 ± 0,06	К		191,4 ± 0,1	К	700 ± 100	(8) (5) (7)
					L	10 ± 2	(7)
				214 ± 2	К	слаб.	(5)
				338 ± 2	К	30	(5)
				364 ± 2	К	30	(5)
				372 ± 2	К	30	(5)
2	542,53 ± 0,25	К	72	542,1 ± 0,3	К	70 ± 15	(8) (5) (7)
3	654,06 ± 0,33	К	188	653,7 ± 0,3	К	130 ± 20	(8) (5) (7)
					L		
					K		
4	753,20 ± 0,60	К	2,7		K		

I	2	3	4	5	6	7	8
5	765,03 ± 0,40	К	62	764,4 ± 0,4	К	60 ± 15	(8) (5) (7)
6		L	3,9				
7		M	1,6				
8.	839,40 ± 0,70	К	4,2				
9	849,08 ± 0,70	К	9,2				
10	857,18 ± 0,70	К	2,5				
11	864,40 ± 0,70	К	1,1				
12	870,46 ± 0,70	К	2,2				
13	881,33 ± 0,70	К	3,7				
14	894,32 ± 0,44	K	1000	893,3 ± 0,4	К	1000	(8) (5) (7)
15		L	54		L	170+20	(8)
16		M					
17	956,12 ± 0,80	К	17				
18	1035,2 ± 0,80	К	8,0				
19	1240,1 ± 1,0	К	0,6				
20		L	0,2				
21	1284,1 ± 1,0	К	0,2				
22	1385,2 ± 1,1	К	0,2				
23	1423,9 ± 1,1	К	2,1				
24	1622,4 ± 1,3	К	0,8				
25	1658,6 ± 0,9	К	128	1657,4 ± 0,8	К	260	(1) (5) (7)
26		L	18		L	7,6 ± 0,8	(1)
27		M					
28	1805,1 ± 1,5	К	3,2				
29	1858,3 ± 1,5	К	0,9				
30	1876,6 ± 1,5	К	8,6	1873,0 ± 7	К	6 ± 1	(1) (5)
31		L	0,8				
32	1946,9 ± 1,6	К	0,2				
33	1963,0 ± 1,6	К	0,1				
34	1972,0 ± 1,6	К	0,5				
35	1997,2	К	38	1995,6 ± 1,0	К	140	(1) (5) (7)
36		L	5,1				
37		M					
38	2111,1 ± 1,7	К	0,1				
39	2134,1 ± 1,7	К	0,8				

I	2	3	4	5	6	7	8
40	2192,9 ± 1,8	К	0,3				
41	2206,9 ± 1,8	К	0,1				
42	2257,7 ± 1,8	К	0,1				
43	2276,4 ± 1,8	К	0,2				
44	2291,8 ± 1,8	К	0,05				
45	2329,0 ± 1,9	К	0,4				
46	2340,9 ± 1,9	К	0,2				
47	2387,7 ± 1,9	К	0,3				
48	2426,2 ± 1,9	К	0,5				

### Л и т е р а т у р а

- И. Адам, К.Я. Громов, М.Я. Кузнецова, Лу Си-тин, В.Г. Чумин.  
Доклад на XV ежегодном совещании по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Минск, 1965.
- В.А. Балалаев, Б.С. Джелепов, А. Мештер, С.А. Шестопалова.  
Тезисы докладов XV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре ядра, стр. 52, Минск, 1965.
- R.L. Graham, G. Murray, J.S. Geiger. *Canad. J. Phys.*, 43 No. 2 (1965).
- J.A. Jungeman, M.E. Gardner, C.G. Patten, U.F. Peck. *Nucl. Instr. and Meth.*, № 1, 15 (1962).
- Х.Т. Желев. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Дубна, 1964.
- И. Деметер, Ф. Молнар, Е. Наджанов, А. Ф. Новгородов.  
Препринт ОИЯИ, 1915, Дубна, 1964.
- М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, В.С. Егоров, Х.Т. Желев, А.В. Золотавин, Н.А. Лебедев, В.С. Сергеев, М.И. Совцов. Препринт ОИЯИ, 1915, Дубна, 1964.
- Н. Антоньева, А. Башилов, Б. Джелепов, К. Каун, А. Майер, В. Смирнов.  
ЖЭТФ, 40, 23 (1961).

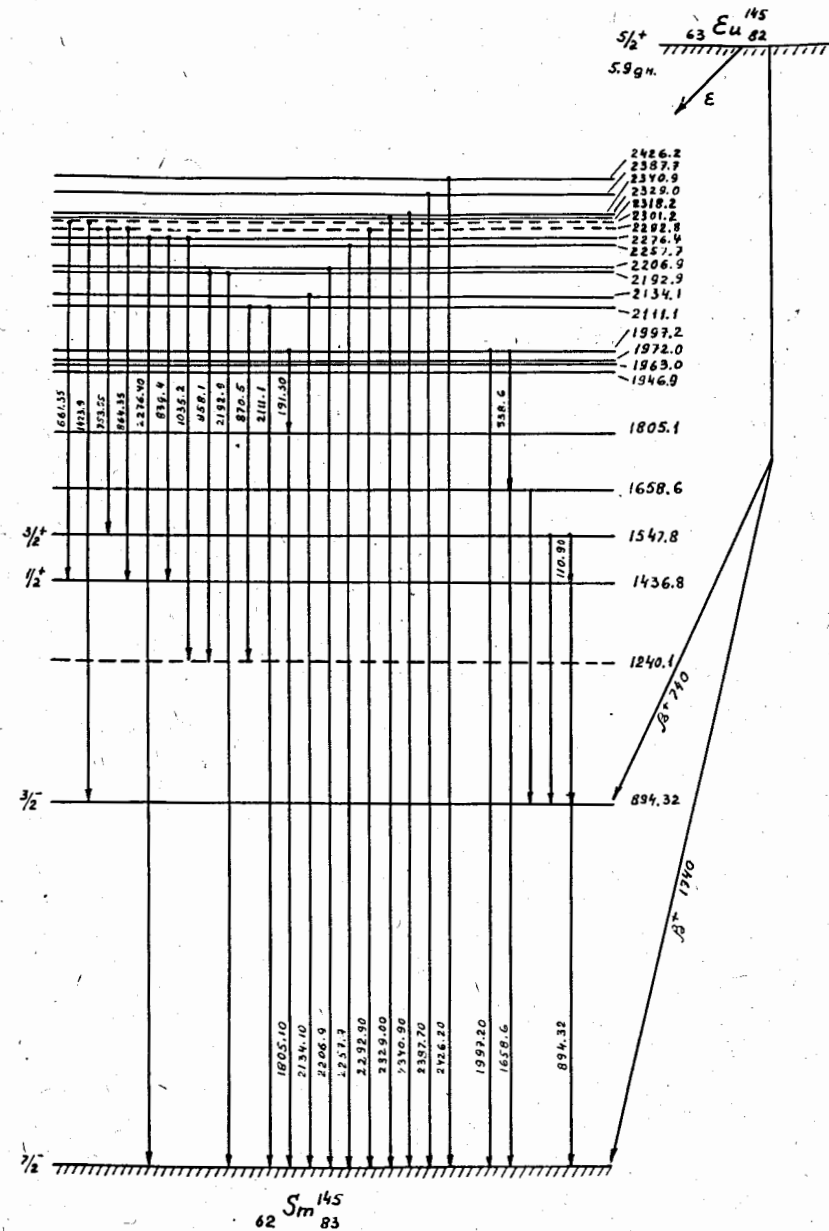


Рис. I Схема распада  $^{145}\text{Eu}$

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ  $^{146}\text{Eu}$   
 В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ 1500-2700 КЭВ

И. Адам, Э. Желев, М.Я. Кузнецова, Ду Си-тин, Н.А. Лебедев, М. Фингер,  
 Объединенный институт ядерных исследований

Измерение спектра конверсионных электронов  $^{146}\text{Eu}$  проводилось на магнитном спектро-  
 метре с двухкратной фокусировкой на угол  $\sqrt{2}/1$ .

Для исследования спектра конверсионных электронов  $^{146}\text{Eu}$  использовалась гадолиниевая  
 фракция, выделяемая из тантала, облученного протонами с энергией 660 Мэв, при этом фракция га-  
 долиния переочищалась через 15±30 дней после конца облучения и, следовательно, не содержала ни  
 $^{145}\text{Gd}$ , ни  $^{145}\text{Eu}$ , присутствие которых затруднило бы идентификацию полученных результатов [2].  
 На основе известных данных о периодах полураспада изотопов и о разностях масс между  
 соответствующих нейтродефицитных изотопов  $\text{Gd}$  и  $\text{Eu}$  [3], предполагалось, что все  
 линии конверсионных электронов с энергией выше 1500 Мэв, наблюдаемые в источнике  $\text{Gd}$ , отно-  
 сятся к  $^{146}\text{Eu}$ . Полученные результаты представлены в таблице I. Отметим, что при измерении  
 спектра конверсионных электронов в европиевой фракции удалось уверенно наблюдать только  
 наиболее интенсивные линии  $^{146}\text{Eu}$ , в таблице I они отмечены звездочкой.

При определении энергии  $\gamma$ - переходов в качестве градуировочных линий использовались  
 наиболее интенсивные линии конверсионных электронов  $\text{Th}$  (В + С + С'), которые измерены с  
 высокой точностью [7,8]. Благодаря этому, ошибка в определении энергии исследуемых  $\gamma$ - пере-  
 ходов составляет 0,08% [2].

Возможная ошибка в определении относительных интенсивностей отдельных линий конверсион-  
 ных электронов экспериментально не исследована и в таблицах I и 2 не дается.

В таблице 2 приводятся полученные нами уточненные энергии ранее известных  $\gamma$ - пере-  
 ходов в ядре  $^{146}\text{Sm}$  в энергетической области ниже 1500 кэв. Энергии переходов 747,33; 900,28;  
 1058,72; 1176,7; 1297,10; 1533,5 измерены нами и в работе [9] с точностью 0,05%, и, как  
 видно из таблицы 2, в пределах ошибок они согласуются друг с другом.

Т а б л и ц а I

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_\gamma$ (кэв)	Иденти- фикация	$\frac{J}{J_0}$ (K749)	$E_\gamma$ (кэв)	Иденти- фикация	$\frac{J}{J_0}$ (K749)	Работа
1	1533,5 ± 0,8	K*	21	1537 ± 5	K, L	15,0 ± 1,5	4, (5,6)
2		L*	2,83				
3	1551,9 ± 1,2	K	0,39				
4	1563,1 ± 1,2	K	0,37	1572 ± 10	(K), L	4 ± 1	4
5	1592,0 ± 1,3	K	0,81	1602 ± 10	K	1,7 ± 0,5	4
6	1632,8 ± 1,3	K*	1,75				
7		L	-				
8	1648,2 ± 1,3	K	1,79	1643 ± 10	K	3,5 ± 0,5	4
9	1664,3 ± 1,3	K	0,33				
10	1687,3 ± 1,4	K*	3,00	1692 ± 8	K	3,5 ± 0,6	4
11		L	0,74				
12	1692,3 ± 1,4	K	-				
13	1712,2 ± 1,4	K	0,67	1725 ± 10	K	1,0 ± 0,3	4
14	1756,2 ± 1,4	K*	3,15	1758 ± 7	K	3,0 ± 0,4	4(5,6)

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_\gamma$ (кэв)	Иденти- фикация	$\frac{J}{J_0}$ (K749)	$E_\gamma$ (кэв)	Иденти- фикация	$\frac{J}{J_0}$ (K749)	Работа
15			0,58				
16	1767,8 ± 1,4	K*	0,94				
17	1785,9 ± 1,4	K*	1,98	1795 ± 8	K	3 ± 0,4	4
17a		L	0,25				
18	1803,6 ± 1,4	K	0,72				
19		L	0,16				
20	1856,2 ± 1,5	K	0,15	1849 ± 10	K	1,5 ± 0,3	4
21	1878,8 ± 1,5	K	0,26				
22	1899,0 ± 1,5	K	0,01	1893 ± 10	K	слаб.	4
23	1931,0 ± 1,5	K*	3,12	1934 ± 8	K	2,5 ± 0,4	4
24		L	0,24				
25	1979,2 ± 1,6	K	0,44				
26	1995,6 ± 1,6	K	0,85	1992 ± 10	K	1,2 ± 0,3	4
27	2010,0 ± 1,6	K	0,40				
28	2037,7 ± 1,6	K	0,27				
29	2053,0 ± 1,6	K*	2,07	2050 ± 10	K	1,0 ± 0,3	4
30		L	0,20				
31	2081,2 ± 1,7	K*	3,54	2078 ± 0,8	K	2,6 ± 0,4	4 (6)
32		L	0,41				
33	2137,5 ± 1,7	K	0,26				
34	2156,4 ± 1,7	K*	8,1	2151 ± 10	K	1,3 ± 0,3	4
35		L	1,0				
36	2165,8 ± 1,7	K*	0,6				
37	2178,5 ± 1,7	K	0,5				
38	2205,3 ± 1,8	K*	2,4				
39	2112,0 ± 1,8	K	-				
40	2223,5 ± 1,8	K*	1,12				
41	2246,6 ± 1,8	K*	3,69				
42	2269,0 ± 1,8	K*	5,94				
43	2286,1 ± 1,8	K	0,81				
44	2322,5 ± 1,9	K*	1,59				
45		L	0,48				

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	Работа
46	2347,2 ± 1,9	K*	4,91				
47	2391,4 ± 1,9	K	1,41				
48	2402,9 ± 1,9	K*	3,43				
49	2438,9 ± 2,0	K*	11,41				
50		L	1,55				
51	2493,6 ± 2,0	K	1,09				
52	2493,6 ± 2,0	L	0,44				
53	2545,6 ± 2,0	K	0,64				
54	2588,1 ± 2,1	K*	0,39				
55	2612,3 ± 2,1	K	0,02				
56	2622,4 ± 2,1	K*	0,10				
57	2645,8 ± 2,1	K	0,10				
58	2672,0 ± 2,1	K	0,06				
59	2711,8 ± 2,2	K	0,03				
60	2725,5 ± 2,2	K	0,06				
61	2762,1 ± 2,2	K	0,06				

Примечание: В последней графе в скобках приведены работы, в которых получены результаты, подобные результатам цитируемой работы.

Таблица 2

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	Работа
1	747,33 ± 0,35	K	1000	747,2 ± 0,2	K	100	9
2	824,00 ± 0,64	K	1,34	822,1 ± 2,5	K	1,5 ± 0,5	10
3	900,28 ± 0,43	K	34,44	901,5 ± 0,7	K	46 ± 9	9
4	914,14 ± 0,70	K	10,31	914,1 ± 1,3	K	7 ± 1	10
5	971,14 ± 0,76	K	1,49	972,3 ± 2,0	K	1,5 ± 0,4	10
6	1058,72 ± 0,50	K	19,74	1059,6 ± 0,8	K	19 ± 4	9
7	1086,1 ± 0,8	K	4,99	1083,0 ± 1,5	K	4,1 ± 0,8	10
8	1090,7 ± 0,8	K	2,59	1092,4 ± 1,6	K	1,9 ± 0,7	10

№ пп	Наша работа			Данные других работ			
	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	$E_{\gamma}$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J_{1000}}{J(K749)}$	Работа
9	1132,8 ± 0,9	K	4,25	1134,2 ± 1,4	K	4,4 ± 0,6	10
10	1150,33 ± 0,56	K	24,48	1151,5 ± 0,9	K	13,0 ± 1,6	10
11	1176,7 ± 0,9	K	10,07	1176,8 ± 0,9	K	11 ± 2	9
12	1297,10 ± 0,64	K	26,43	1297,9 ± 1,0	K	22 ± 5	9
13	1359,2 ± 1,0	K	0,96	1357,3 ± 1,5	K	1,8 ± 0,6	10
14	1378,8 ± 1,1	K	1,64	1379,1 ± 1,5	K	2,2 ± 0,6	10
15	1408,6 ± 1,1	K	4,48	1409,4 ± 1,4	K	6,2 ± 0,8	10
16	1469,9 ± 1,2	K	0,31	1472,1 ± 2,0	K	0,5 ± 0,2	10
17	1484,0 ± 1,2	K	0,47	(1483)	K	0,7	10
18	1517,7 ± 1,2	K	1,36	1518,4 ± 1,7	K	1,8 ± 0,6	10
19	1533,5 ± 0,8	K	21,0	1534,4 ± 1,5	K	14 ± 3	9

Л и т е р а т у р а

- И. И. Адам, К.Я. Громов, М.Я. Кузнецова, Лу Си-тин, М. Фингер, В.Г. Чумин. Доклад на XV ежегодном совещании по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Минск (1965).
- И. Адам, Ж. Желев, М.И. Кривоустов, М. Фингер. Материалы данного совещания, Дубна, 1965.
- Б.С. Желепов, Л.К. Пекер, В.О. Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер с  $A \geq 100$ , М.-Л., 1963.
- Желев Х.Т., Диссертация, Дубна, 1964.
- Н. Антоньева, А. Башкилов, Б. Желепов, К. Каун, А. Майер, В. Смирнов. ЖЭТФ, 40, 23 (1961).
- E. Funk, J. Mihelich, C. Schwerdfeger. Nucl. Phys., 32, 147, 1962.
- R.L. Graham, G. Murray, J.S. Geiger. Canad. J. of Phys., 43, No. 2 (1965).
- J.A. Jungeman, M.E. Gardner, C.G. Patten, U.E. Peek. Nucl. Instr. and Meth., 15, No. 1 (1962).
- М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, А.В. Золотавин, В.О. Сергеев. Тезисы докладов XV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре ядра, стр. 51, Минск (1965).
- В.А. Балалаев, Б.С. Желепов, А. Мештер, С.А. Шестопалова. Тезисы докладов XV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре ядра, стр. 52, Минск, 1965.

СПЕКТР КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ  $^{147}\text{Eu}$  В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ  
700 - 1600 КЭВ

И. Адам, Ж. Желев, Лу Си-тин, М. Фингер, Э. Херманн, В. Чумин,  
Объединенный институт ядерных исследований

С помощью  $\beta$ - спектрометра с двукратной фокусировкой на угол  $2\sqrt{2}/5$  мы изучали



спектр конверсионных электронов  $^{147}\text{Eu}$ . Разрешающая способность спектрометра составляет 0,22% и телесный угол - 0,1%.

Наряду с  $^{147}\text{Eu}$  в европиевой фракции наблюдается  $^{148}\text{Eu}$ , который затрудняет идентификацию конверсионных линий и обнаружение линий слабой интенсивности. Поэтому мы измеряли источник  $\text{Eu}$ , выделенный из гадолиниевой фракции через 2-4 недели после облучения тантала. Из цепочек распада нейтродефицитных изотопов гадолиния  $^{147}\text{Gd}$  очевидно, что такой источник не содержит  $^{148}\text{Eu}$ . Измерения начинались через 30 дней после выделения европия из гадолиния, когда интенсивность  $^{146}\text{Eu}$ , присутствующего в источнике, уменьшалась примерно в 80 раз. Энергии и относительные интенсивности конверсионных электронов определялись таким же образом, как описано в работе  $^{16}$ .

Ошибка в определении энергии равна 0,08% для всех  $\gamma$ -переходов, а ошибка в определении относительных интенсивностей для большинства линий конверсионных электронов не превышает 30% а для слабых линий - 50%.

Результаты нашей работы показаны в таблице I, где приводятся также данные других работ.

В измеряемой области энергий всего имеется 29 переходов, из них 17 переходов впервые обнаружено в нашей работе.

Т а б л и ц а I

№ пп	Наша работа			Данные других работ				
	$E_\gamma$ (кэВ)	Идентификация	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K677,4)	$E_\gamma$ (кэВ)	Идентификация	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K198)	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K677,4)	Работа
				77	К	60		1,2,3 4
				121,0 ± 0,4	К	500 ± 60		2,3,4 4
					Л	82 ± 10		1,2,4
				198,0 ± 0,6	М	28 ± 4		1,2,3
					К	100		1,2,3
					Л	26 ± 3		1,2,4
					М	9		2
1	601,09 ± 0,48	К	691	602,0 ± 2,5	К	2,5 ± 0,3	962	1,2,3, 4
					Л	0,4 ± 0,06	154	1,2
2	677,44 ± 0,54	К	1000	676,0 ± 2,5	К	2,6 ± 0,3	1000	1,2,3, 4
					Л	0,5 ± 0,07	192	1,2
3	798,92 ± 0,56	К	227	800 ± 3	К	0,76 ± 0,10	292	1,2,3, 4
4		Л	38		Л	0,14	54	1
5								
6								
7	809,34 ± 0,65	К	2,6					
8	828,95 ± 0,66	К	0,9					
9	856,93 ± 0,69	К	53	856 ± 4	К	0,17 ± 0,03	65,4	1
10		Л	6		Л	0,03	11,5	1

№ пп	Наша работа			Данные других работ				
	$E_\gamma$ (кэВ)	Идентификация	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K677,4)	(кэВ $E_\gamma$ )	Идентификация	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K198)	$\gamma$ .1000 $\gamma$ (K677,4)	Работа
11								
12	867,94 ± 0,69	К	0,75					
13	879,77 ± 0,70	К	15	881 ± 4	К	0,08	30,8	1,3
14		Л	3,2					
15		М	1,67					
16	885,71 ± 0,71	К	1,7					
17	933,17 ± 0,75	К	55,5	932 ± 4	К	0,17 ± 0,03	65,4	1
18		Л	9,3					
19		М	2,1					
20		М	1,39					
21	942,28 ± 0,75	К	3,64					
22	955,84 ± 0,76	К	239	957 ± 3	К	0,56 ± 0,08	215	1,3,4
23		Л	33,3		Л	0,07	26,9	1
24		М	10,1					
25	963,96 ± 0,77	К	0,61					
26	1053,1 ± 0,84	К	1,36					
27	1064,6 ± 0,85	К	1,13					
28	1077,2 ± 0,86	К	166,6	1078, ± 4	К	0,72 ± 0,10	277	1,3,4
29		Л	62,6		Л	0,1	38,5	1
30		М+М	16,8					
31	1158,15 ± 0,93	К	0,8					
32	1180,5 ± 0,94	К	2,49					
33		Л	0,35					
34	1196,6 ± 1,0	К	12,6	1199 ± 6	К	0,034 ± 0,008	13,1	1
35		Л	2,0					
36		М	0,44					
37	1255,5 ± 1,0	К	50,9	1256 ± 5	К	0,080 ± 0,015	30,8	1
38		Л	10,9					
39		М	1,95					
40	1274,8 ± 1,0	К	1,33					
41	1318,9 ± 1,0	К	6,4					
42	1333,3 ± 1,1	К	15,7	1332 ± 6	К	0,030 ± 0,008	11,5	1
43		Л	2,5					

№ пп	Наша работа			Данные других работ				
	$E_\gamma$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J}{J(K-677,4)}$	$E_\gamma$ (кэВ)	Идентификация	$\frac{J}{J(K-198)}$	$\frac{J}{J(K-677,4)}$	Работа
44	1351,0 ± 1,1	К	4,3					
45		L	0,58					
46	1428,9 ± 1,1	К	2,88					
47	1450,0 ± 1,2	К	10,8	1454 ± 7	К	0,025 ± 0,008	9,6	I
48		L	2,22					
49	1467,1 ± 1,2	К	0,58					
50	1542,0 ± 1,2	К	0,22					
51	1655,6 ± 1,3	К	0,44					

ВРЕМЯ ЖИЗНИ УРОВНЯ 69,5 В ЯДРЕ  $^{189}\text{Os}$   
Л.Н. Кржкова, А.А.Сорокин,  
Научно-исследовательский институт ядерной  
физики ИГи

Среди имеющихся данных по  $^{189}\text{Os}$  в настоящее время отсутствуют сведения о временах жизни возбужденных состояний, за исключением изомерного уровня с энергией 30,8 кэВ ( $T_{1/2} = 5,7$  час.)

В нашей работе измерялось время жизни уровня 69,5 кэВ  $^{189}\text{Os}$  методом запаздывающих совпадений с преобразователем время - амплитуда. Источником служил  $^{188}\text{Pt}$ , дочерний продукт  $^{188}\text{Pt}$ , полученной при расщеплении золота с энергией 660 МэВ. Измерения проводились на сцинтиляционном спектрометре совпадений с кристаллом антрацена в качестве детектора конверсионных электронов ((L+M)-69,5кэВ и кристаллом NaI(Tl) для регистрации рентгеновского K-излучения Os и ФЭУ-30 в обоих каналах. По сдвигу центров тяжести задержанной и "мгновенной" ( $^{60}\text{Co}$ ) кривых найдено среднее время жизни:  
 $\tau(69,5) = (1,15 \pm 0,15) \cdot 10^{-9}$  сек.

Используя значение коэффициента конверсии  $\alpha_{\text{полн}} = 13$ , полученное по таблицам Слива для смеси E2/M1 = 0,41, мы вычислили периоды полураспада по отношению к радиационным M1-и E2-переходам:

$T_{1/2}^{(s)}(M1) = 1,6 \cdot 10^{-8}$  сек и  $T_{1/2}^{(s)}(E2) = 3,9 \cdot 10^{-8}$  сек. Сравнение этих величин с одночастичными оценками  $T_{1/2}$  приводит к фактору задержки 220 для M1-перехода и к ускорению в 120 раз для E2 -перехода, что согласуется с представлениями о коллективном характере возбуждения состояния 69,5 кэВ.

Рассчитанные из  $T_{1/2}^{(s)}(E2)$  величины  $B(E2) = 0,9 \pm 0,12 \text{ e}^2 \text{ барн}^2$ ,  $Q_c = 5,1 \pm 0,4$  барн и деформация  $\delta = 0,163 \pm 0,01$  в пределах ошибок согласуются с результатами экспериментов по кулоновскому возбуждению Os.

Приведенная вероятность  $B(M1) = 0,0061 \left(\frac{e\hbar}{2mc}\right)^2$  и известное значение магнитного

момента  $^{189}\text{Os} \mu_o = 0,65$  яд.магн. позволяют определить гиромагнитные отношения  $g_K$  и  $g_K$ . Из двух пар значений, связанных с неоднозначностью знака  $\pm (g_K - g_K)$ ,

1)  $g_K = +0,52$  и  $g_K = 0,31$  и 2)  $g_K = +0,35$  и  $g_K = 0,56$ , по-видимому, нужно считать правильными первые значения, если принять во внимание совокупность данных о величинах  $g_K$  в исследуемой области ядра.

#### УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ $^{147}\text{Sm}$

Т. Говорак, Я. Ваврышук,

Кафедра Экспериментальной физики Университета Кюри-Склодовской,  
Льблин (Польша)

Измерялись угловые корреляции гамма-излучения в распаде  $^{147}\text{Eu} \rightarrow ^{147}\text{Sm}$ . Источником служил европий из гадолиниевой фракции, выделенной из танталовой мишени, облученной протонами с энергией 660 МэВ.

Получены следующие результаты:

680 - 122 кэВ	$A_2 = 0,128 \pm 0,011$	$A_4 = 0,002 \pm 0,016$
957 - 122 кэВ	$A_2 = 0,020 \pm 0,015$	$A_4 = -0,011 \pm 0,021$
600 - 198 кэВ	$A_2 = 0,064 \pm 0,019$	$A_4 = -0,005 \pm 0,035$
862 - 198 кэВ	$A_2 = 0,054 \pm 0,031$	$A_4 = 0 \pm 0,055$
76 - 122 кэВ	$A_2 = -0,282 \pm 0,060$	
1250 - 198 кэВ	$A_2 = -0,014 \pm 0,031$	
600 - 122 кэВ	$A_2 > 0$	

Корреляции 600-198 кэВ, 862-198 кэВ и 76-122 кэВ во избежание обратного рассеяния измерялись для углов  $90^\circ$ - $126^\circ$ - $149^\circ$ , остальные для углов  $90^\circ$ - $135^\circ$ - $180^\circ$ . Корреляции 76-122 кэВ измерялась как разность счета с фильтром 0,5 мм Cu и 1 мм Cd перед счетчиком квантов 76 кэВ.

По этим данным: спин уровня 800 кэВ-3/2, уровня 1060 кэВ-3/2, переход 600 кэВ-чистый M1, переход 680 кэВ-M1 +  $(2I \pm 40)$  E2, переход 862 кэВ-чистый E1. При использовании для перехода 122кэВ величины  $\delta$ , взятой из измерений внутренней конверсии Швердтфегером  $^{147}\text{Sm}$ , найдены величины и знаки коэффициентов смеси переходов 76 и 957 кэВ.

#### Л и т е р а т у р а

1. C.F.Schwerdfeger, H.J.Prask, J.W.Mihelich. Nucl.Phys., **25**, 168 (1962).

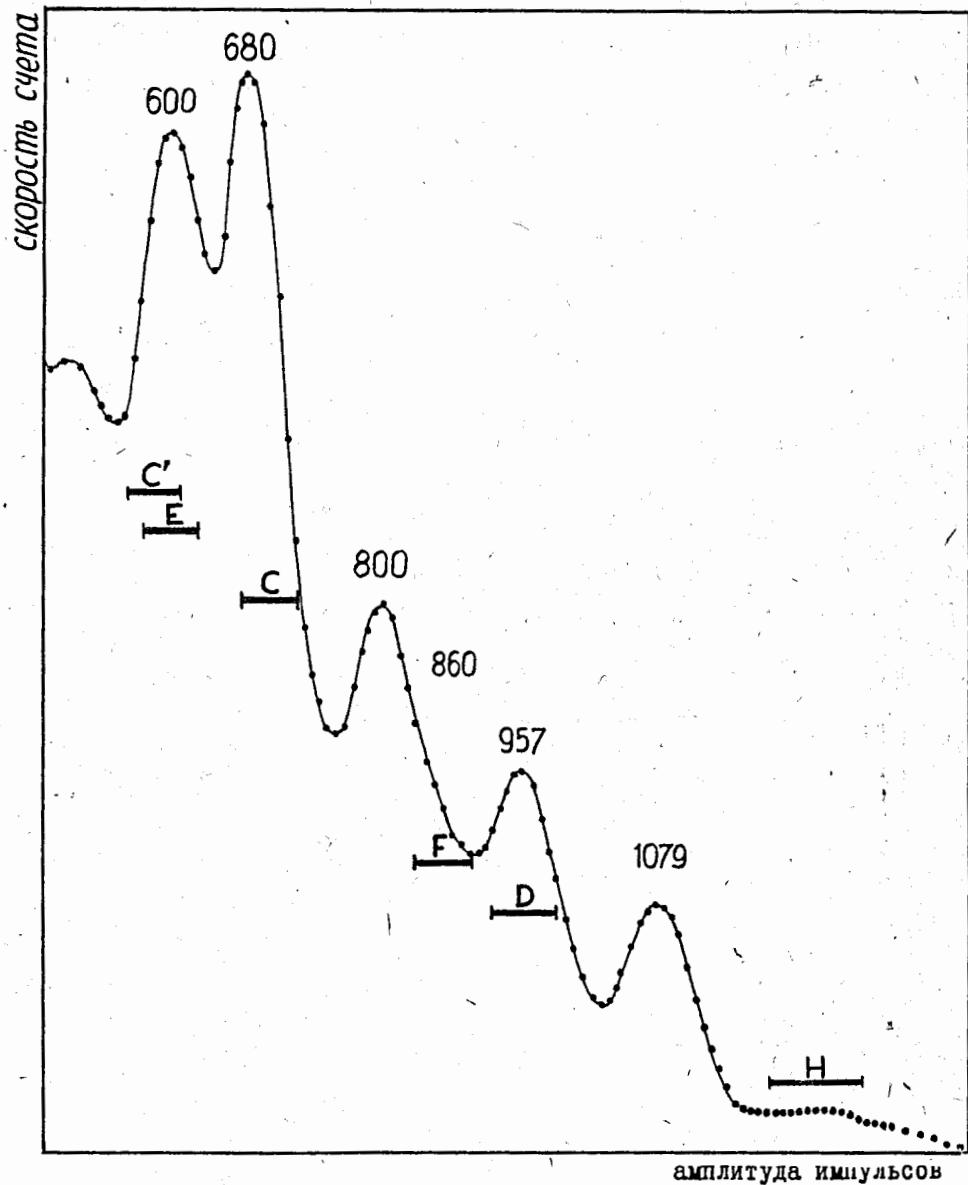


Рис. 1  
Высокоэнергетическая часть  $\gamma$ -спектра  $^{147}\text{Sm}$ , полученная с кристаллом  $\text{Na J(Te)}$  40 x 40.

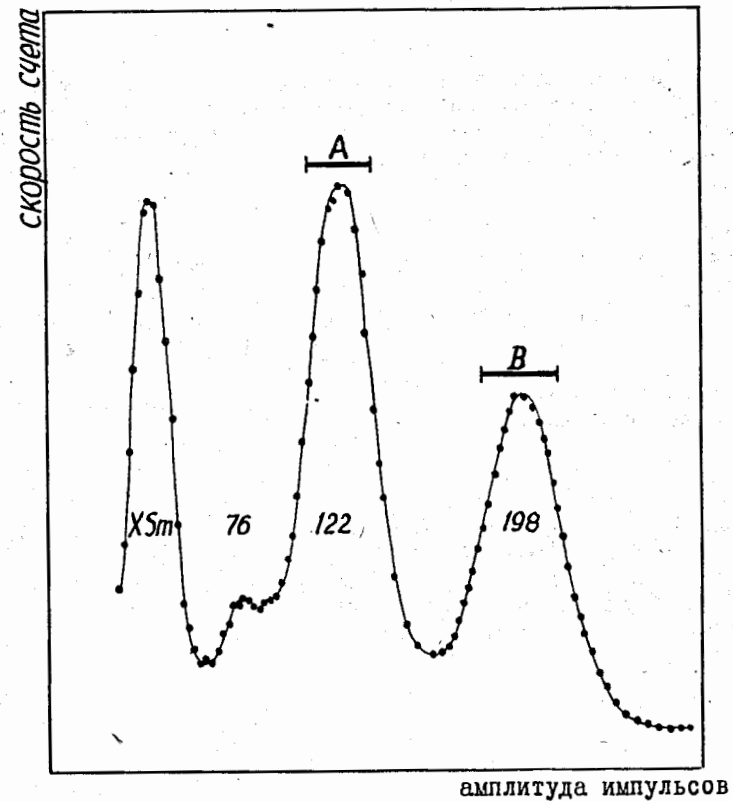


Рис. 2  
Низкоэнергетическая часть  $\gamma$ -спектра  $^{147}\text{Sm}$ , полученная с кристаллом  $\text{Na J(Te)}$  30 x 40 (фильтр 9,5 мм  $\text{Cu}$ ).

Т. Говорэк, Я. Ваврышук, З. Скожински, Д. Цястек,

Кафедра Экспериментальной физики Университета Кюри-Склодовской,  
Люблин (Польша)

Нами измерялись угловые корреляции сильнейших каскадов гамма-излучения в распаде  $^{145}\text{Eu} \rightarrow ^{145}\text{Sm}$ . Использовались жидкие источники чистого  $^{145}\text{Eu}$ , полученного из альфа-распада  $^{149}\text{Pb}$ . Часть измерений корреляции 653-983 кэВ выполнено добавочно с источником в виде европиевой фракции.

Получено:

Для каскада 653-893 кэВ  $W(\theta) = 1 + (0,074 \pm 0,014) P_2(\cos \theta)$ ,

Для каскада 543-893 кэВ  $W(\theta) = 1 - (0,075 \pm 0,024) P_2(\cos \theta)$ ,

Для каскада III-543 кэВ  $W(\theta) = 1 + (0,008 \pm 0,030) P_2(\cos \theta)$

(принято распределение типа  $1 + A_2 P_2$ , применение распределения  $1 + A_2 P_2 + A_4 P_4$  вводит незаметные отклонения).

Корреляция III-543 кэВ измерялась как разность распределений, полученных с фильтром 0,5 мм  $\text{Cu}$  и с фильтром 1 мм  $\text{Pb} + 0,5$  мм  $\text{Cu}$ . Отсутствие влияния аннигиляционного излучения и обратного рассеяния проверено путем измерения асимметрии  $90^\circ - 150^\circ$ .

По этим данным спин уровня  $^{145}\text{Sm}$  кэВ-1/2, переход 543 кэВ-чистый E1, вероятность, что переход 653 кэВ есть чистый E1,  $\sim 13,5\%$ .

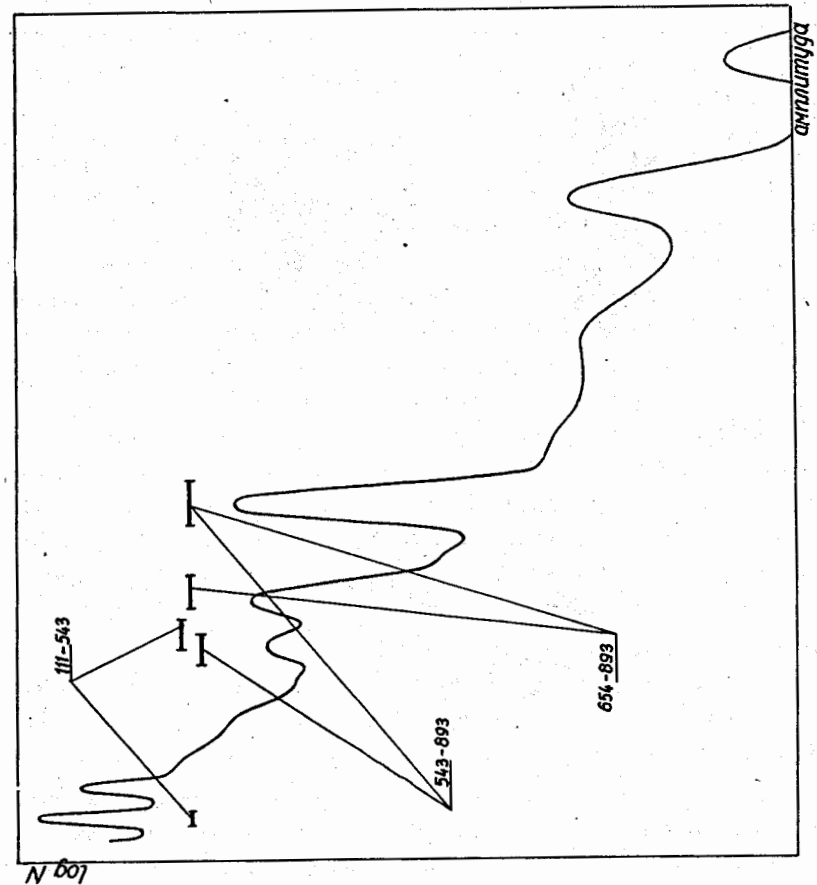


Рис.1  $\gamma$  - спектр  $^{145}\text{Sm}$  и расположение окон дискриминатора при измерениях корреляции.

ИЗМЕРЕНИЕ ШИРИНЫ ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ОБЛАСТИ В СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ  $p-i-n$  -  
ДЕТЕКТОРАХ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИИ

А.С. Антонов, Л.Г. Юскеселиева,  
ОИЯИ

Полупроводниковая ионизационная камера за последние несколько лет являлась предметом большого числа исследований. В этом приборе область, чувствительная к ядерному излучению, — это область пространственного заряда в  $p-n$  - переходе в монокристалле кремния или германия. Поскольку падающие частицы попадают в кристалл в основном перпендикулярно плоскости электронно-дырочного перехода, интервал линейности амплитуд сигналов при изменении энергии частиц зависит от ширины обедненного слоя детектора.

В дрейфовых  $p-i-n$  - детекторах, состоящих из низкоомной  $n$  - области, высокоомной  $i$  - области и  $p$ -области с сопротивлением исходного материала, обедненный слой простирается вдоль всей компенсированной  $i$ -области при приложении достаточно высокого обратного напряжения.

В настоящей работе предлагается очень быстрый и простой метод для определения ширины обедненного слоя в кремниевых  $p-i-n$  - детекторах ядерных частиц. Метод основывается на проявлении  $p-n$  - перехода с помощью сухих электрофотографических проявителей при прикладывании к переходу напряжения в запирающем направлении [1]. Если частицы электрофотографического проявителя несут положительный заряд (позитивный проявитель), они откладываются на области отрицательного пространственного заряда детектора, т.е. на  $p$ -области  $p-n$  -перехода, а если частицы проявителя заряжены отрицательно (негативный проявитель), они откладываются на  $n$ -области  $p-n$  - перехода. На рис.1 представлен кремниевый  $p-i-n$  - детектор, у которого  $p-n$  - переход проявлен сухим позитивным электрофотографическим проявителем. Ширина чувствительной области получается, если от глубины залегания дрейфового  $p-n$  - перехода отнимается глубина залегания  $p-n$  - перехода после диффузии лития. Как известно, эта величина точно равна ширине  $n$  - области. Измерение глубины залегания диффузионного  $p-n$  - перехода осуществляется легко электрофотографическим методом. На показываемом детекторе толщина чувствительной области  $d = W - W_0 = 1,33$  мм. Аналогичные результаты получаются и на германиевых  $p-i-n$  - детекторах.

Ценным качеством электрофотографического метода является возможность исследования геометрии  $p-n$  - перехода. На рис.2 показан проявленный сухим негативным проявителем  $p-n$  - переход в одном кремниевом  $p-i-n$  - детекторе. Ширину чувствительного слоя при температуре дрейфа  $150^\circ\text{C}$  получились различными:  $d_{\max} = 6,73$  мм,  $d_{\min} = 6,06$  мм.

Процесс проявления  $p-n$  - перехода в кремниевых детекторах с помощью сухих электрофотографических проявителей осуществляется независимо от способа обработки проявляемой поверхности детектора и не изменяет их электрических характеристик после удаления проявителя.

На рис.3 даны вольт-амперные характеристики двух образцов до проявления  $p-n$  - перехода сухим проявителем (непрерывные линии) и после стирания проявителя (крестики).

Электрофотографический метод определения глубины залегания  $p-n$  - перехода в кремниевых монокристаллах может быть применен с большим успехом для контроля дрейфа лития и для исследования области пространственного заряда в кремниевых и германиевых  $p-i-n$  - детекторах ядерных частиц.

Л и т е р а т у р а

И. А.С.Антонов, Л.Г.Юскеселиева, Препринт ОИЯИ, 2232, Дубна, 1965.

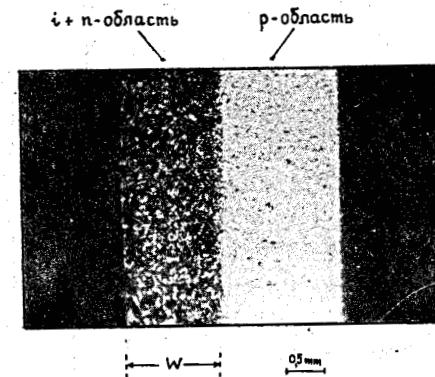


Рис. 1. Картина перехода в кремниевом  $p-i-n$  - детекторе, проявленного сухим позитивным электрофотографическим проявителем.



Рис. 2.  $p-n$  - переход в кремниевом  $p-i-n$  - детекторе, проявленный сухим негативным электрофотографическим проявителем.

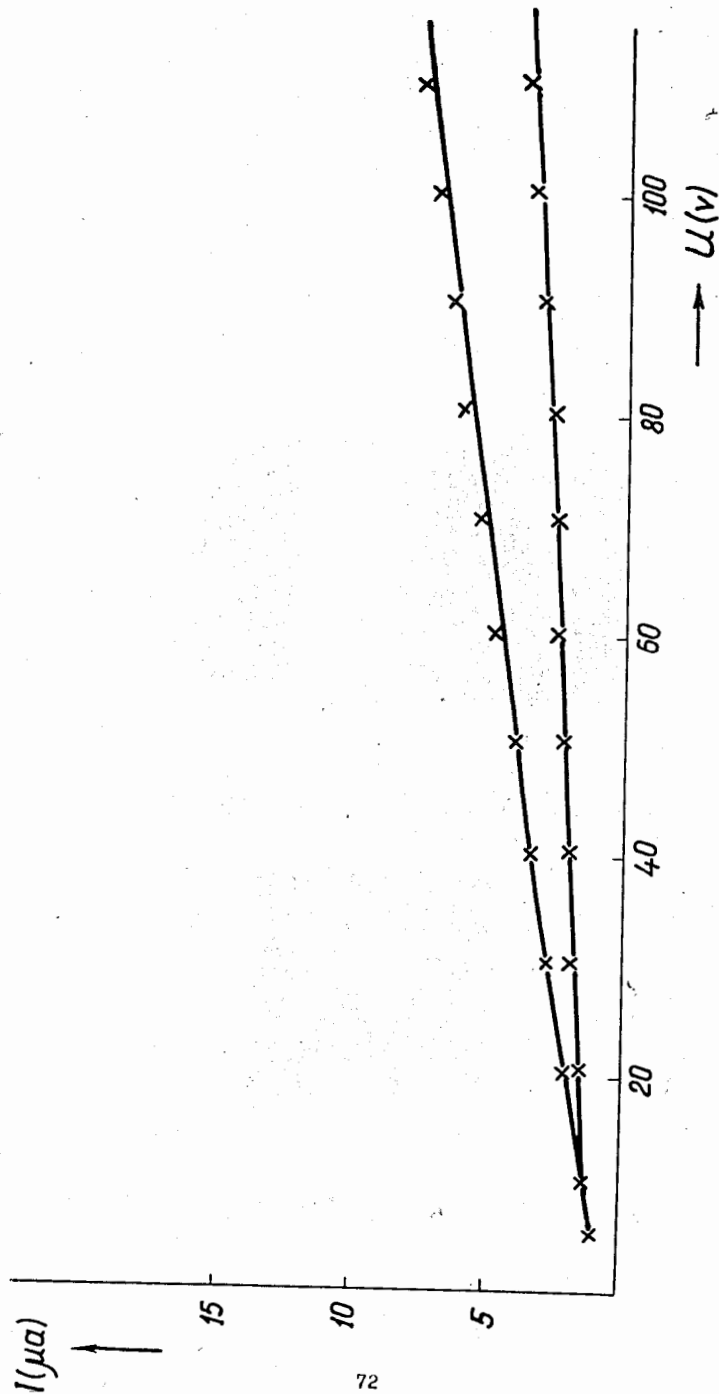


Рис. 3. Вольт-амперные характеристики двух кремневых детекторов снятые до промывки Р- $\alpha$  -перехода сухим промывателем, (непрерывная линия) и после стирания промывателя (крестик).

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ РАСПАДА

$I^{45}\text{Eu}$  и  $I^{47}\text{Eu}$

К. Вильский, М. Йоргенсен, В. В. Кузнецов, О. Б. Нильсен  
Институт Нильса Бора при Копенгагенском университете, ОИЯИ

Исследование схем распада  $I^{45}\text{Eu}$  и  $I^{47}\text{Eu}$  посвящено много работ. Настоящая работа выполнялась в институте Нильса Бора при Копенгагенском университете. В работе проводилось исследование  $\gamma$ -спектра  $I^{45}\text{Eu}$ , измеренного с помощью Ge-полупроводникового детектора (0,7 см x 0,35 см), а также изучались спектры  $e-\gamma$ - и  $\beta^+-\gamma$ -совпадений  $I^{45}\text{Eu}$  и  $I^{47}\text{Eu}$  с помощью тороидального местизазорного  $\beta$ -спектрометра/1/ и  $\gamma$ -спектрометра с использованием 512-канального амплитудного анализатора фирмы RCL и кристалла NaI(Tl) размерами 7,6 x 7,6 мм<sup>2</sup>.

Для измерения  $\gamma$ -спектра использовался источник  $I^{45}\text{Eu}$ , полученный при разделении на масс-сепараторе 12/ тербиевых изотопов.

Присутствие  $I^{45}\text{Eu}$  и  $I^{47}\text{Eu}$  в источнике тербиевых изотопов обусловлено  $\alpha$ -распадом  $I^{49}\text{Tb}$  и  $I^{51}\text{Tb}$  соответственно.

Для исследования спектров  $e-\gamma$ - и  $\beta^+-\gamma$ -совпадений использовался источник  $I^{45}\text{Eu} + I^{47}\text{Eu}$ , выделенный хроматографическим методом из тербиевой фракции спустя два дня после конца облучения танталовой мишени протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ в Дубне. На основе анализа  $\gamma$ -спектра и спектров  $e-\gamma$ - и  $\beta^+-\gamma$ -совпадений предлагается схема распада  $I^{45}\text{Eu}$  (рис. 1). В таблице I приведены экспериментальные значения коэффициентов конверсии и мультипольностей  $\gamma$ -переходов, возникающих при распаде  $I^{45}\text{Eu}$ . Относительные интенсивности линий конверсионных электронов и значения энергий  $\gamma$ -переходов, возникающих при распаде  $I^{45}\text{Eu}$ , взяты из работ 13,4/. Наряду с экспериментальными результатами о  $I^{45}\text{Eu}$  получены данные о  $I^{47}\text{Eu}$ .

Из анализа  $\beta^+-\gamma$ -совпадений следует, что позитроны в  $I^{47}\text{Eu}$  совпадают с  $\gamma$ -лучами с энергией 120 кэв и 190 кэв, что подтверждает результаты полученные в работах 15,6/; с другой стороны, из спектров  $e-\gamma$ -совпадений в  $I^{47}\text{Eu}$  с конверсионными электронами с энергией 120 и 197 кэв следует, что  $\gamma$ -переходы с энергией 676, 932 и 957 кэв идут на уровень с энергией 121 кэв ( $5/2^-$ ), а  $\gamma$ -переходы с энергией 602, 856, 881, 1199 и 1256 кэв идут на уровень с энергией 198 кэв ( $3/2^-$ )  $I^{47}\text{Sm}$ . Детальный анализ результатов будет проведен в работе, готовящейся к печати.

Л и т е р а т у р а

1. O.B.Nielsen and O.Kofoed-Hansen. Math.Fys.Medd.Dan.Vid.Selsk., no.6 29 (1955)
2. K.O.Nielsen and O.Skilbreid. Nuclear Instr., 2, 15 (1958).
3. Э.Т. Желев. Исследование схем распада нейтронодефицитных изотопов европия. Диссертация, Дубна, 1964.
4. И.Адам, М.Н.Кривоустов, Э.Т.Желев, М.Фингер. О распаде  $^{145}\text{Eu}$ . Доклад летнего совещания по ядерной спектроскопии редкоземельных элементов в Дубне (1965).
5. К.Я.Громов, Э.Желев, Кун Сян-цзинь, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь, Препринт ОИЯИ,Р-2166. Дубна, 1965.
6. Mc Nulty, E.Funk, J.Mihelich. Nuclear Physics . 55, 657 (1964).

Таблица I

E <sub>γ</sub> , кэВ	J <sub>γ</sub>	J <sub>K</sub>	α <sub>K</sub> эксп.	Теоретические коэффициенты конверсии			Тип пере- хода
				E1	E2	M1	
110	52,3	10000/	5,20. 10 <sup>-1</sup>	1,9. 10 <sup>-1</sup>	8,4. 10 <sup>-1</sup>	12,2. 10 <sup>-1</sup>	E2
191	9,1	700±100 <sup>3/</sup>	2,08. 10 <sup>-1</sup>	4,0. 10 <sup>-2</sup>	1,9. 10 <sup>-1</sup>	2,2. 10 <sup>-1</sup>	M1,E2
511	60,7±2,3						
542,5	80,0±0,5	72 <sup>1/</sup>	2,43. 10 <sup>-3</sup>	3,1. 10 <sup>-3</sup>	9,0. 10 <sup>-3</sup>	1,5. 10 <sup>-2</sup>	E1
654	251,5±7,5	188 <sup>4/</sup>	2,02. 10 <sup>-3</sup>	2,1. 10 <sup>-3</sup>	5,6. 10 <sup>-3</sup>	1,05. 10 <sup>-2</sup>	E1
765	24,8±0,8	62 <sup>4/</sup>	6,75. 10 <sup>-3</sup>	1,5. 10 <sup>-3</sup>	3,8. 10 <sup>-3</sup>	6,8. 10 <sup>-3</sup>	M1
839,4	8,4	4,2 <sup>4/</sup>	1,35. 10 <sup>-3</sup>	1,25. 10 <sup>-3</sup>	3,1. 10 <sup>-3</sup>	5,2. 10 <sup>-3</sup>	E1
850,0	12,1	9,2 <sup>4/</sup>	2,05. 10 <sup>-3</sup>	1,22. 10 <sup>-3</sup>	3,0. 10 <sup>-3</sup>	5,1. 10 <sup>-3</sup>	E1
857,0	2,4	2,5 <sup>4/</sup>	2,8. 10 <sup>-3</sup>	1,2. 10 <sup>-3</sup>	2,95. 10 <sup>-3</sup>	5,0. 10 <sup>-3</sup>	E2
894,3	1000	1000 <sup>4/</sup>	E2	1,12. 10 <sup>-3</sup>	2,7. 10 <sup>-3</sup>	4,6. 10 <sup>-3</sup>	E2
1658,6	137,0±23	128 <sup>4/</sup>	2,5. 10 <sup>-3</sup>	3,8. 10 <sup>-4</sup>	8,0. 10 <sup>-4</sup>	1,1. 10 <sup>-3</sup>	M1
1805,1	11,5±0,5	3,2 <sup>4/</sup>	7,5. 10 <sup>-4</sup>	3,4. 10 <sup>-4</sup>	7,0. 10 <sup>-4</sup>	9,5. 10 <sup>-4</sup>	E2
1876,6	12,4±1,0	8,6 <sup>4/</sup>	1,87. 10 <sup>-3</sup>	3,1. 10 <sup>-4</sup>	6,5. 10 <sup>-4</sup>	8,4. 10 <sup>-4</sup>	M1
1997,2	88±2,0	38 <sup>4/</sup>	1,17. 10 <sup>-3</sup>	2,8. 10 <sup>-4</sup>	5,5. 10 <sup>-4</sup>	7,2. 10 <sup>-4</sup>	M1

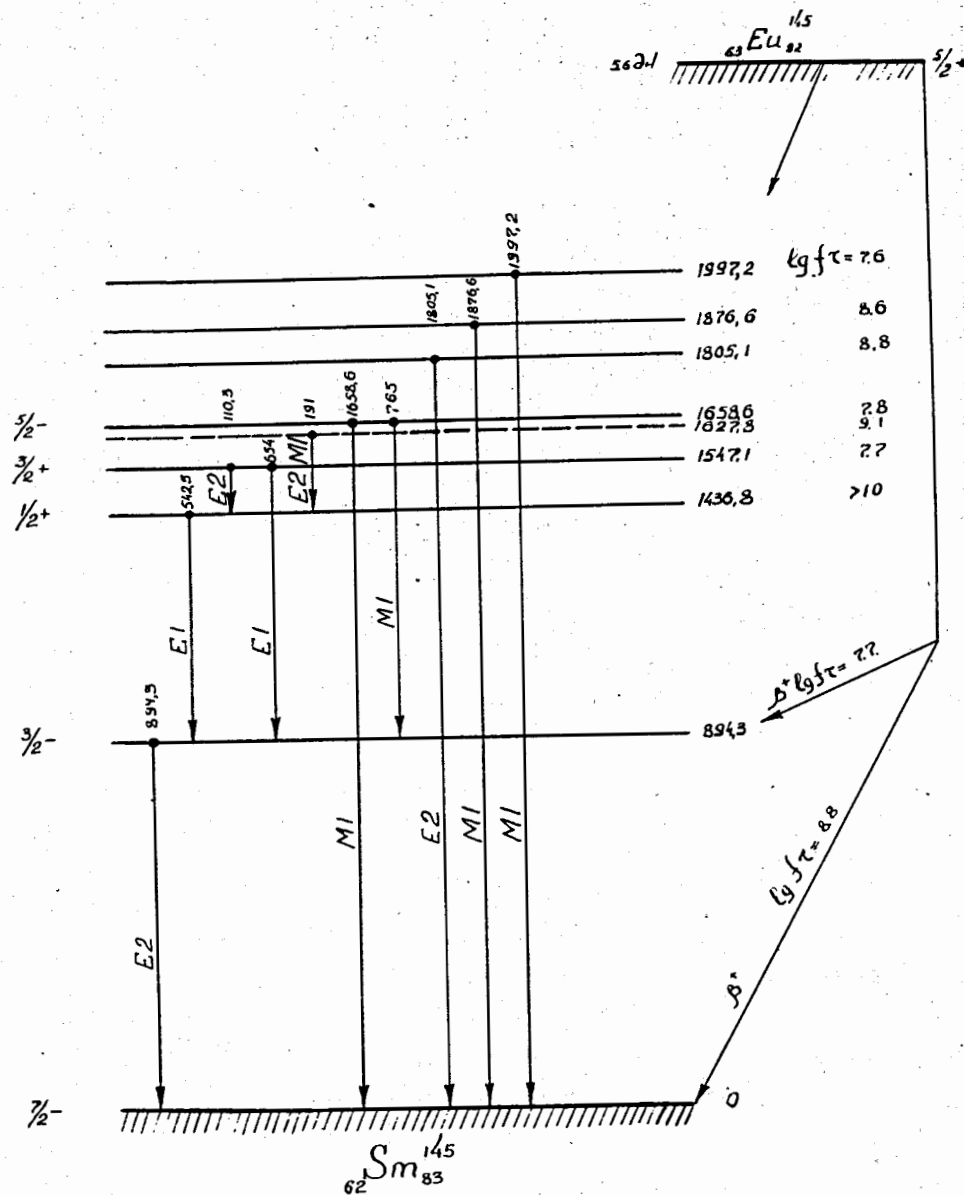


Рис. I. Схема распада  $^{145}\text{Eu}$ .

СПИСОК РАБОТ

представленных на VIII рабочее совещание по ядерной спектроскопии  
нейтронодефицитных изотопов и изомерий ядра

6-10 июля 1965 г., Дубна

1. Момент инерции ферми-жидкости (применение к деформированным ядрам).  
С.Г.Кадменский (Воронежский университет).
2. Оккупольные состояния с  $K^\pi = 0^-$ .  
Р.Б.Бегжанов, С.Л.Раковицкий (ИЯФ, Ташкент).
3. Некоторые свойства нечетных ядер переходной области.  
Э.Е.Берлович (ЛФТИ).
4. Об оболочечных эффектах при делении ядер.  
Б.Т.Гейликман (ИАЭ).
5. Вращательный спектр ядер при больших моментах.  
Д.Т.Гринь, А.И.Ларкин (ИАЭ).
6. О трехквартичном состоянии в  $^{165}\text{Er}$ .  
Н.А.Бонч-Осмоловская, Ван Чан-ху, К.Я.Громов (ОИЯИ).
7. Кулоновское возбуждение электрического оккупольного перехода в ядре  $^{208}\text{Pb}$ .  
А.З.Хринкевич, С.Копта, С.Я.Шимчак, И.Кузнецов (ОИЯИ).
8. Новые изотопы  $^{157}\text{Er}$ ,  $^{156}\text{Er}$  и  $^{157}\text{Ho}$ .  
Е.Т.Желев, В.Г.Калинников, А.В.Кудрявцева, Н.А.Лебедев, С.П.Макаров, Г.Музиоль, Э.Херрманн (ОИЯИ, ЛГУ).
9. Изучение спектра конверсионных электронов  $^{166}\text{Tm}$ .  
А.А.Абдумаликов, В.Гнатович, К.Я.Громов (ТашПИ, ОИЯИ).
10. Измерение продольной поляризации электронов методом Меллера в  $^{144}\text{Pz}$ .  
М.Суботович, Я.Куранц (Люблин).

- II. Угловые корреляции гамма-излучения  $^{145}\text{Sm}$ .  
Т.Говорэк, Я.Ваврицук, Э.Скожински, Д.Цястек (Люблин).
12. Угловые корреляции гамма-излучения  $^{147}\text{Sm}$ .  
Т.Говорэк, Я.Ваврицук (Люблин).
13. Исследование угловых бета-гамма корреляций  $^{160}\text{Tl}$ .  
М.Суботович, Я.Куранц (Люблин).
14. О распаде  $^{155}\text{Tl}$ .  
Б.С.Джелепов, П.А.Тышкин, И.А.Шимелов (ЛГУ).
15. Исследование совпадений конверсионных электронов при распаде  $^{165}\text{Tm}$ .  
Б.С.Джелепов, П.А.Тышкин, И.А.Шимелов (ЛГУ).
16. Исследование спектра конверсионных электронов  $^{146}\text{Eu}$  в энергетической области 1500 + 2700 кэВ.  
И.Адам, Е.Желев, М.Я.Кузнецова, Лу Си-тин, Н.А.Лебедев, М.Фингер (ОИЯИ).
17. О  $\beta^-$  - распаде  $^{182}\text{Ta}$  с энергией больше 500 кэВ.  
В.А.Балалаев, Н.А.Воинова, Б.С.Джелепов, Л.Н.Москвин, С.А.Шестопалова (ЛГУ, ЛФТИ, ВНИИМ, Радиевый институт).
18. Гамма-спектр изомера  $^{160\text{m}}\text{Ho}$ .  
Е.П.Григорьев, Кун Сян-цзин, Г.Музиоль, Э.Херрманн (ЛГУ, ОИЯИ).
19. Некоторые вопросы, связанные с основными ротационными полосами.  
Н.А.Воинова (ЛФТИ).
20. К распаду  $^{153}\text{Sm} (\beta^-)$   $^{153}\text{Eu}$ .  
Л.Функе, Х.Грабер, К.Х.Каун, Х.Зодан, Л.Вернер (Россендорф).
- 20а. Новые уровни в  $^{155}\text{Eu}$ .  
Л.Функе, Х.Грабер, К.Х.Каун, Х.Зодан, Л.Вернер (Россендорф).



21. О изотопах  $^{156}\text{Eu}$  и  $^{157}\text{Ho}$ . Образование  $^{162}\text{Ho}$  в реакции  $\text{Ta} + p$  (660 Мэв).  
А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов (ТашПИ, ОИЯИ).
22. Новые данные о распаде  $^{155}\text{Ho}$  и  $^{156}\text{Ho}$ .  
К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов, Г.Я.Умаров (ТашПИ, ОИЯИ).
23. Метод усиления изображений слабых линий конверсионных электронов, полученных при помощи  $\beta$  - спектрографа.  
К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов, Г.Я.Умаров (ТашПИ, ОИЯИ).
24. О распаде  $^{159}\text{Ho}$ .  
К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов (ОИЯИ, ТашПИ).
25. Время жизни уровня 69,5 кэв в ядре  $^{189}\text{Os}$ .  
Л.Н.Крыжова и Л.А.Сорокин (НИИЯФ МГУ).
26. Новый изотоп  $^{174}\text{W}$ .  
И.Деметер, Н.Г.Зайцева, Ким Хон Сил, Е.Наджаков (ОИЯИ).
27. Применение светового зонда для исследования структуры  $p-i-n$  полупроводниковых детекторов и определения времени жизни электронов в их  $p$  - области.  
В.Василев (ОИЯИ).
28. Исследование короткоживущих  $\alpha$  - излучателей в области  $\text{Bi} - \text{Pt}$ .  
И.Махунка, М.Махунка, Т.Фенеш (ОИЯИ).
29. Предварительные результаты исследования распада нечетных ядер  $^{157}\text{Eu}$ ,  $^{157}\text{Dy}$ ,  $^{163}\text{Tb}$ ,  $^{163}\text{Er}$  и  $^{181}\text{Hf}$ .  
Л.Вернер, Г.Грабер, Г.Зодан, К.Х.Каун, Л.Функе (Россендорф).
30. Новый изомер  $^{177}\text{Lu}$  с периодом полураспада  $160 \mu$  сек. .  
Ц.Хейзер, К.Ф.Александр (Россендорф).
31. Трехчастичное изомерное состояние в  $^{109}\text{In}$ .  
К.Ф.Александр, Х.Ф.Бринкман, Ц.Хейзер, У.Ланг, В.Нейберт, Х.Ротгер (Россендорф, ОИЯИ).

32. О распаде  $^{146}\text{Gd}$  и  $^{146}\text{Eu}$ .  
М.П.Авогина, Е.П.Григорьев, А.В.Золотавин, В.О.Сергеев (ЛГУ).
33. Распад  $^{145}\text{Eu}$ .  
М.П.Авогина, Е.П.Григорьев, Э.Т.Желев, А.В.Золотавин, В.О.Сергеев (ЛГУ, ОИЯИ).
34. Распад  $^{147}\text{Eu}$ .  
М.П.Авогина, Е.П.Григорьев, А.В.Золотавин, Н.А.Лебедев, В.О.Сергеев (ЛГУ, ОИЯИ).
35. Исследование изотопов гадолиния.  
М.П.Авогина, Е.П.Григорьев, А.В.Золотавин, Н.А.Лебедев, В.О.Сергеев, В.Е.Тер-Нерсесянц (ЛГУ, ОИЯИ).
36. Гамма-распад  $^{155}\text{Tb}$ ,  $^{168}\text{Tm}$  и  $^{173}\text{Lu}$ .  
Я.Ястрембский, В.Курцевич, З.Прейбиш, З.Суйковский, А.Зглински (Варшава).
37.  $g$  - фактор возбужденного состояния 87 кэв  $^{155}\text{Gd}$ .  
Р.Кулесса, С.Огаза, Б.Пудловска, Я.Стычень, Б.Храстник, А.З.Хринкевич (Краков).
38. Два новых короткопериодных изомера  $^{131}\text{La}$  и  $^{136}\text{La}$ .  
В.Т.Грищина, А.П.Ключарев, В.В.Ремаев (ХФТИ).
39.  $\gamma$  - излучение  $^{127}\text{Cs}$ ,  $^{129}\text{Cs}$ ,  $^{132}\text{Cs}$  и  $^{136}\text{Cs}$ .  
И.Ржезанка, А.Шпалек, И.Франа, А.Машталка (Ржеж - Прага).
40. Исследование распада  $^{132} + ^{133}\text{La}$ .  
И.Франа, И.Ржезанка, А.Шпалек, М.Вобецки, А.Машталка (Ржеж - Прага); Л.Функе, Х.Грабер, Х.Зодан (Россендорф).
41. Мультипольность изомерного перехода  $^{191m}\text{Os}$ .  
З.Плайнер, В.Брабец, О.Драгаун (Ржеж - Прага).
42. О параметре развязывания в изотопах  $\text{Tm}$ .  
В.Фейфрлик.

43. Аномальные ЕI-переходы в деформированных нечетных ядрах .  
Б.Л.Бирбраир, В.Фейфрлик (ЛГУ).
44. О мультипольностях переходов в ядре  $^{168}\text{Er}$  .  
И.Прсик, В.Звольска, И.Резанка (Ржез, Чехословакия).
45. Распад  $^{145}\text{Eu}$  .  
И.Адам, Ж.Т.Желев, М.И.Кривопустов, М.Фингер (ОИЯИ).
46. Спектр конверсионных электронов  $^{147}\text{Eu}$  в области энергий 700-1600 кэв .  
И.Адам, Ж.Желев, Ду Си-тин, М.Фингер, Э.Херрманн, В.Г.Чумин (ОИЯИ).
47. Новый изотоп  $^{81}\text{Y}$  .  
Н.Г.Зайцева, М.Я.Кузнецова, М.Г.Лоцилов, Г.Музиоль, Г.Пфренпер (ОИЯИ).
48. Исследование конверсионных электронов изотопов неодима .  
М.П.Авогина, Ж.Т.Желев, В.Г.Калинников (ОИЯИ, ЛГУ).
49. Схема распада  $^{155}\text{Tl}$  .  
К.Вильский, В.В.Кузнецов, Н.А.Лебедев, О.Б.Нильсен, О.Скильбрайт (Копенгаген, ОИЯИ).
50. Исследование схем распада  $^{145}\text{Eu}$  и  $^{147}\text{Eu}$  .  
К.Вильский, М.Йоргенсен, В.В.Кузнецов, О.Б.Нильсен (Копенгаген, ОИЯИ).
51. О схеме распада  $^{149}\text{Gd} \rightarrow ^{149}\text{Eu} \rightarrow ^{149}\text{Sm}$  .  
К.Вильский, В.В.Кузнецов, О.Б.Нильсен, О.Скильбрайт (Копенгаген, ОИЯИ).
52. Исследование позитронного распада нейтронодефицитных изотопов  $\text{La}$  .  
Ж.Желев, В.Калинников, У.Назаров (ОИЯИ, ТашПи).
53. Новые данные о распаде  $^{165}\text{Tl}$  .  
Т.Кущарева, В.Звольска, М.Вейс (Ржез - Прага).
54. Вычисление вероятности многократного кулоновского возбуждения неаксиальных ядер без использования приближения удара .  
В.В.Пашкевич (ОИЯИ).

55. Прямое определение глубины залегания  $\rho$ - $\pi$  - перехода в кремнии  $\rho$  - типа с помощью сухих электрофотографических проявителей .  
А.С.Антонов, Л.П.Дскеселиева (ОИЯИ).
56. Изучение  $\gamma$  - спектра изотопа  $^{74}\text{Ge}$  .  
Б.Н.Беляев, Б.А.Гвоздев, В.И.Гудов, А.В.Калямин, Л.М.Крижанский (Радиевый институт).