



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

959

МАТЕРИАЛЫ
ЧЕТВЕРТОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ
И ТЕОРИИ ЯДРА
(20-24 июня 1961 года)

И. В. Мухомов, И. С. Мухомов, О. А. Мухомов
— члены наблюдательного совета «Сбербанка России»
срок полномочий: до 31 декабря 2007 года

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED
DATE 08-19-2007 BY 60322 UCBAW/SJS

1. Myself, all members, J.N. Brown, J.N. Brown
and all members of the

SECRET

859

859

SECRET

ENCLOSURE, IN ADDITION, TO THE FOLLOWING

**МАТЕРИАЛЫ
ЧЕТВЕРТОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ
И ТЕОРИИ ЯДРА
(20-24 июня 1961 года)**

УВАЖАЮЩИЙ

[illegible]

* M.I. APPROVED, D.A. RECORDED, C.M. RECORDED,
JULY 1967, AND SEPTEMBER 1967, * M.I. APPROVED

100-106789-100

ПРОТОКОЛ СВО АУДИТ ПРОЦЕДУРА БОЛШОЙ КОМПАНИ

Областной институт

Объединенный институт
железных исследований
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1962 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

1. Джелепов Б.С., Подкопаев Д.Н., Тоболина Л. Н. "Исследование спектра конверсионных электронов Та - фракции в области энергий 2300-3500 Кэв"	5
2. Джелепов Б.С., Рожин Е.Н., Сергиенко В.А. "Совпадения конверсионных электронов при распаде Lu^{174} "	9
✓ 3. Громов К.Я., Меднис И.В., Пелекис Л., Пеликис З. "О распаде Tm^{167m} "	17
4. Григорьев Е.П., Карпов Б.Н., Сергеев В.О., "К распаду Tm^{166} "	25
✓ 5. Громов К.Я., Джелепов Б.С., Желев Ж., Звольска В., Скабский А.А. "Предварительное сообщение о конверсионном спектре Tm^{163} в области энергии 570-1860 Кэв"	31
✓ 6. Громов К.Я., Джелепов Б.С., Звольска В. "Поиски Tm^{162} в тулиевой фракции"	36
7. Джелепов Б.С., Звольска В., Звольский И., Калинников В.Б. "О спектре конверсионных электронов диспро- зиевой фракции"	44
8. Стригачев А.Т., Сорокин А.А., Шпинель В.С. "Исследование фракции Tb^{16} "	54
9. Данагулян А.С. "Исследование спектра конверсионных электронов гадолиниевой фракции"	69
✓ 10. Громов К.Я., Джелепов Б.С., Желев Ж., Звольска В. "О мультипольности перехода 22 Кэв в ядре Sm^{149} "	72
11. Джелепов Б.С., Медведев А.И., Москвин Л.М., Учеваткин И.Ф., Шестопалова С.А. "Исследование спектра конверсионных электронов Te^{119} в области энергий выше 600 Кэв."	76
✓ 12. Зайцева Н.Г., Ким Хон Сил "Радиохимическое выделение теллура без носителя"	86
13. Драницына Г.Ф. "Массы ядер в области редких земель"	88
14. Лаврухина А.К., Колесов Г.М. "Изучение выходов изотопов редкоземельных элементов, образующихся при облучении самария протонами с энергией 660 Мэв."	106

Четвертое совещание по ядерной спектроскопии нейтроно-дефицитных изотопов и теории ядра проходило в г.Дубне с 20 по 24 июня 1961 года. На совещании обсуждались работы, выполненные за год, прошедший со времени третьего совещания.

На обсуждении было представлено 52 доклада, из них в настоящем сборнике печатается 14 работ, остальные публикуются в периодической печати.

Настоящий том подготовлен к печати канд. хим. наук Н.Г. Зайцевой и А.С. Басиной.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ОРГКОМИТЕТА 4-ГО СОВЕЩАНИЯ

ЧЛЕН КОРРЕСПОНДЕНТ АН СССР

ПРОФЕССОР -

/Б.С.ДЖЕЛЕПОВ /

Предварительное сообщение

Б.С.Джелепов, Ю.Н.Подкопаев, Л.Н.Тоболина

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ Ta - ФРАКЦИИ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ 2300 - 3500 КэВ

С помощью спектрометра - β - годоскопа НИФИ ЛГУ исследован спектр конверсионных электронов Ta-фракции в области энергий 2300-3500 Кэв.

Ta-фракция была выделена из золотой мишени, облученной протонами с энергией 660 Мэв, через 12 часов после облучения, экстракционным методом. Толщина источника составляла приблизительно 0,05 мм.

С препаратом было проведено две серии измерений при значении магнитного поля $H=990$ э. Результат первой серии измерений представлен на рис. I.

Разложение спектра на компоненты с учетом зависимости приборной формы линии от E_e и H позволило выделить семь конверсионных линий, сведения о которых приведены в таблице.

E_{K+L} (Мэв)	$h\nu$ перехода (Мэв)	Относительн. интенс. конверс. линий	
$2,32 \pm 0,03$	2,40	-	*) $K_{\alpha} L$ - линии прибором не разрешаются
$2,48 \pm 0,04$	2,55	1,00	
$2,58 \pm 0,04$	2,64	0,70	
$2,72 \pm 0,04$	2,78	1,0	
$2,82 \pm 0,05$	2,89	0,5	
$3,05 \pm 0,06$	3,12	0,1	
$3,19 \pm 0,06$	3,25	0,07	

По спаданию интенсивности каждой из линий первой и второй серий измерений определено $T_{1/2} = 8 \pm 1,5$ час.

Из имеющихся литературных источников известно, что Ta^{176} распадается с $T_{1/2} = 8$ час в Hf^{176} [1], в ядре которого происходят переходы с энергиями вплоть до 2800 Кэв [2,3]. По данным таблиц Камерона разность масс $Ta^{176} - Hf^{176}$ порядка 3,5 Мэв [4].

Результаты наших исследований подтверждают выводы работ [2,5] уточняют значения энергий переходов в области 2300-2800 Кэв и дополняют имеющиеся сведения о распаде Ta^{176} новыми переходами $h\nu = 3,12$ и $3,25$ Мэв.

Авторы приносят глубокую благодарность Б.А.Хотину за предоставление фракции тантала, выделенной из золотой мишени.

Научно-исследовательский Физический
институт Ленинградского Государствен-
ного Университета

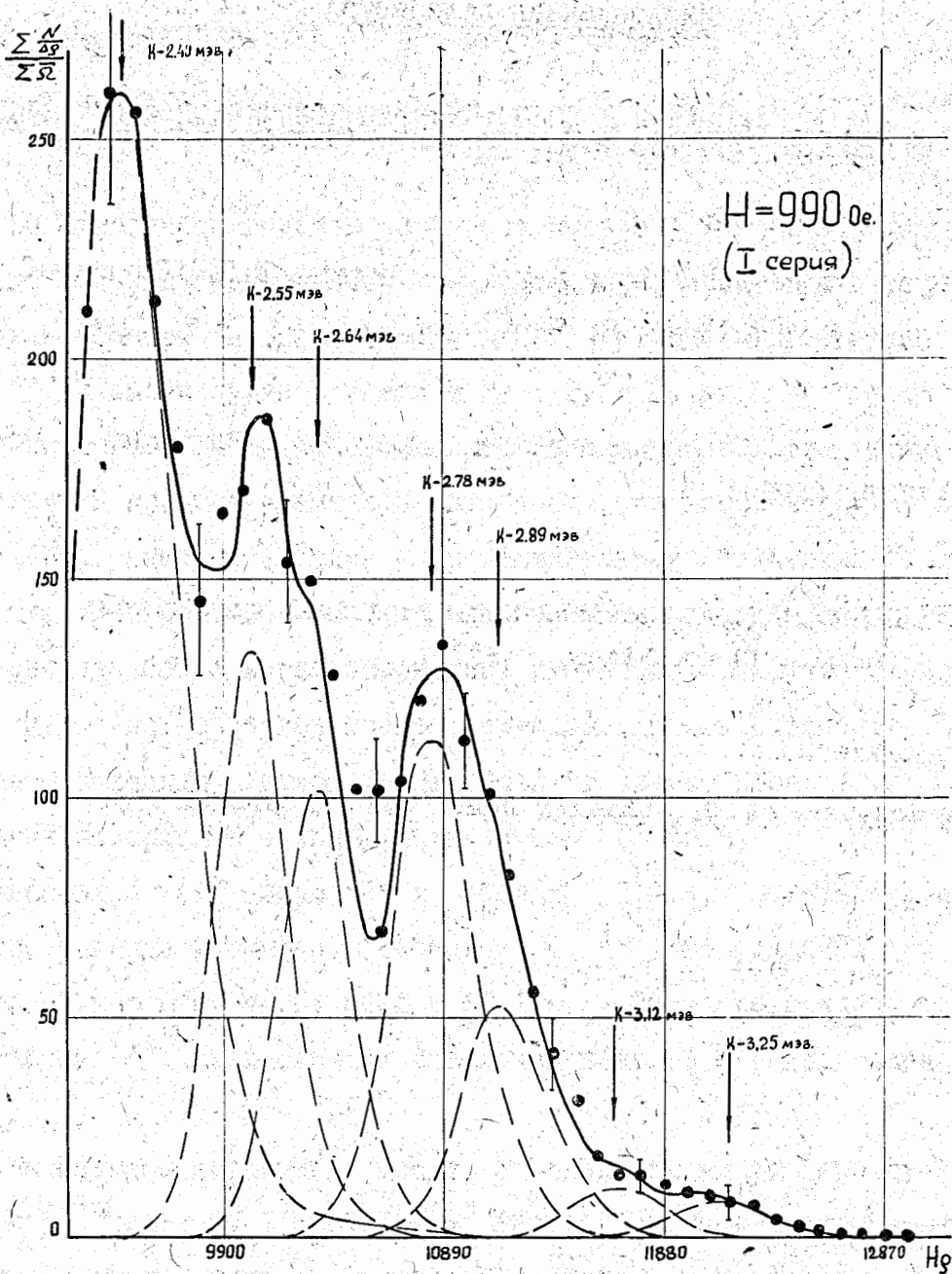


Рис. 1.

Цитированная литература

1. Wilkinson G., Phys.Rev., 80, 495, (1950).
2. Григорьев Е.П., Ларионов О.В., Никитин М.К., Сахаров С.А., Сергеев В.О. Изв. АН СССР, сер.физ., 24, 845, (1960).
3. Harmatz B., Handley T.H., Mihelich J.W., Phys.Rev., 119, 1345, (1960).
4. Cameron A.G.W., Revised Semi-Empirical Atomic Mass Formula. Chalk River, (1957).
5. Rasmussen J.O., Shirley D.A., UCRL - 8618 (1959).

Б.С.Джелепов, Е.Н.Рожин, В.А.Сергиенко

"СОВПАДЕНИЯ КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ПРИ РАСПАДЕ Lu^{174*} "

На сдвоенном линзовом β -спектрометре [1] мы изучали совпадения между конверсионными электронами, возникающими при разрядке изомерного состояния Lu^{174*} [$T_{1/2} \approx 170$ дн.]

Lu^{174*} был получен в реакции $\text{Ta} + \text{P}/660$ МэВ/. При коротком облучении Lu^{174*} получается в малом количестве. Для того, чтобы получить препарат заметной активности, мы изготовили его из остатков лютециевых фракций непродолжительных облучений. Повторное отделение изотопов Lu от изотопов Yb , накопившихся в результате распада более короткопериодных изотопов Lu , было произведено спустя примерно год после облучения. Активное вещество было собрано на тонкую слегка алюминированную пленку. Кроме Lu^{174} источник содержал в большом количестве Lu^{173} .

Распад Lu^{174*} изучался в работах [2,3,4]. Установлено, что при распаде изомерного состояния Lu^{174*} испускается три γ -кванта с энергиями 44,6; 59,1 и 67,1 КэВ. Схема возбужденных уровней Lu^{174} , предложенная Михеликом и др. [4], изображена на рис. 1.

Мы изучали совпадения между L -электронами от переходов 44,6 и 59,1 КэВ; 59,1 и 67,1 КэВ. Результаты изображены на рис. 1. Верхняя кривая - участок спектра конверсионных электронов смеси изотопов Lu^{174} и Lu^{173} , снятый на одиночном спектрометре.

Относительные интенсивности конверсионных электронов от этих переходов по данным работы [4] изображены в виде заштрихованных столбиков. Положение фиксированного спектрометра при

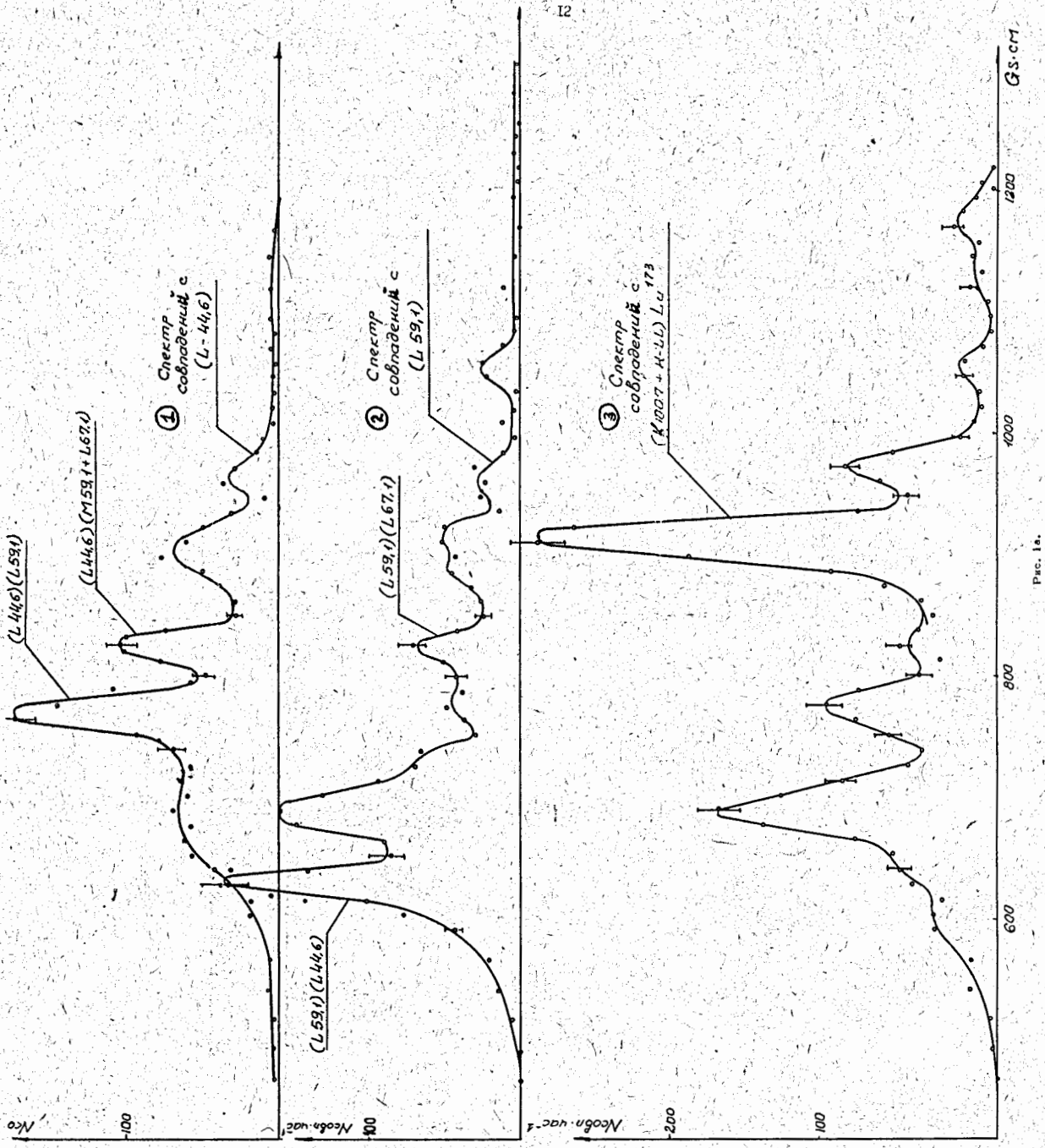
измерении совпадений отмечено треугольниками. Кривая 1 - спектр совпадений электронов $L_{44,6}$; кривая 2 - спектр совпадений электронов $L_{59,I}$. Поскольку фиксированным спектрометром регистрировались также электроны Li^{173} и $K-O_{\text{же}}$ - электроны, которые могли давать совпадения в области расположения L -электронов от переходов $44,6$; $59,I$ и $67,I$ Кэв, мы измерили спектр совпадений электронов $K-100,7 + (K - LL)$. Из сопоставления спектров совпадений электронов $L_{44,6}$ и $L_{59,I}$ со спектром совпадений электронов $K-100,7 + (K - LL)$ отчетливо видно:

1) Существуют интенсивные совпадения между электронами $L_{44,6}$ и $L_{59,I}$; $L_{44,6}$ и $M_{59,I} + L_{67,I}$.

2) Наблюдаются совпадения электронов L_{59} с электронами $L_{67,I}$. Наши данные подтверждают предположение Михелика и др. [4] о том, что переходы $44,6$; $59,I$ и $67,I$ образуют тройной каскад.

Авторы выражают благодарность Г.С.Новикову за приготовление источника. В измерениях принимали участие Л.Попеко, А.Совестов и В.Самойлов.

Научно-исследовательский Физический институт
Ленинградского Государственного Университета



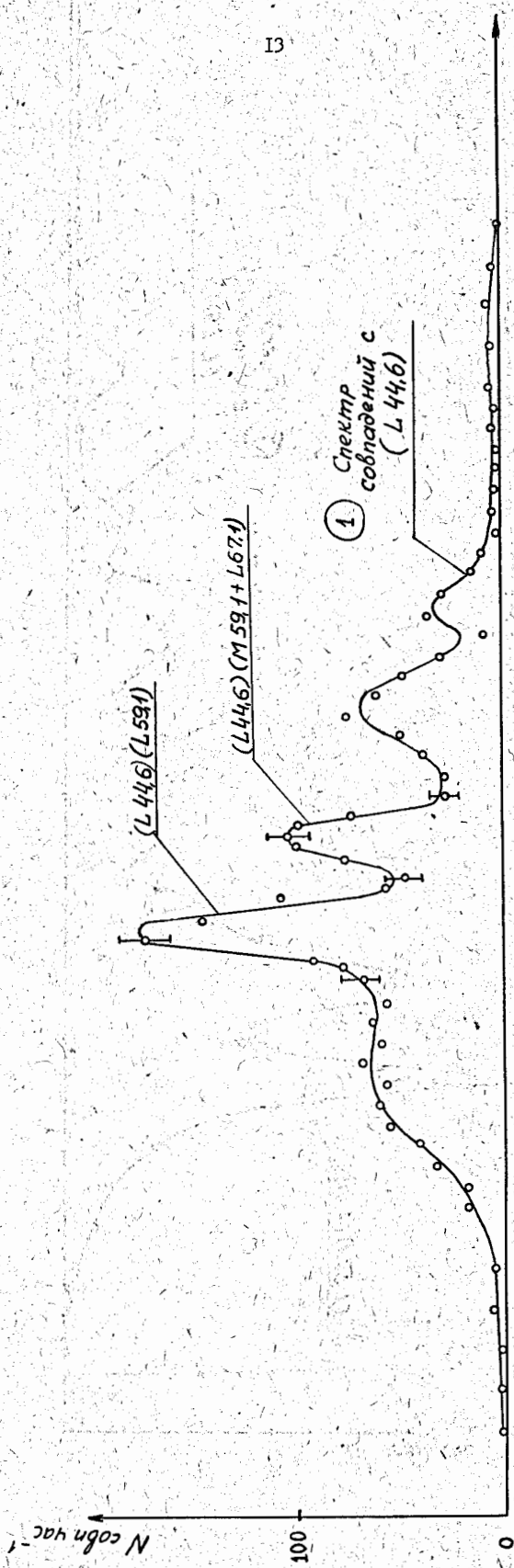


Рис. 16.

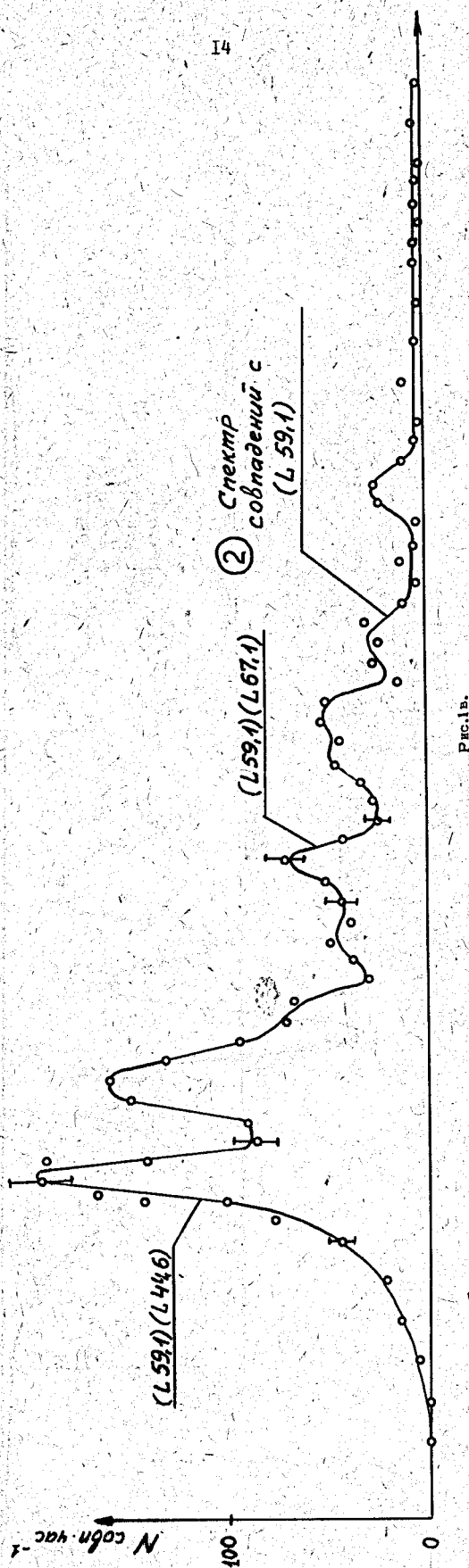
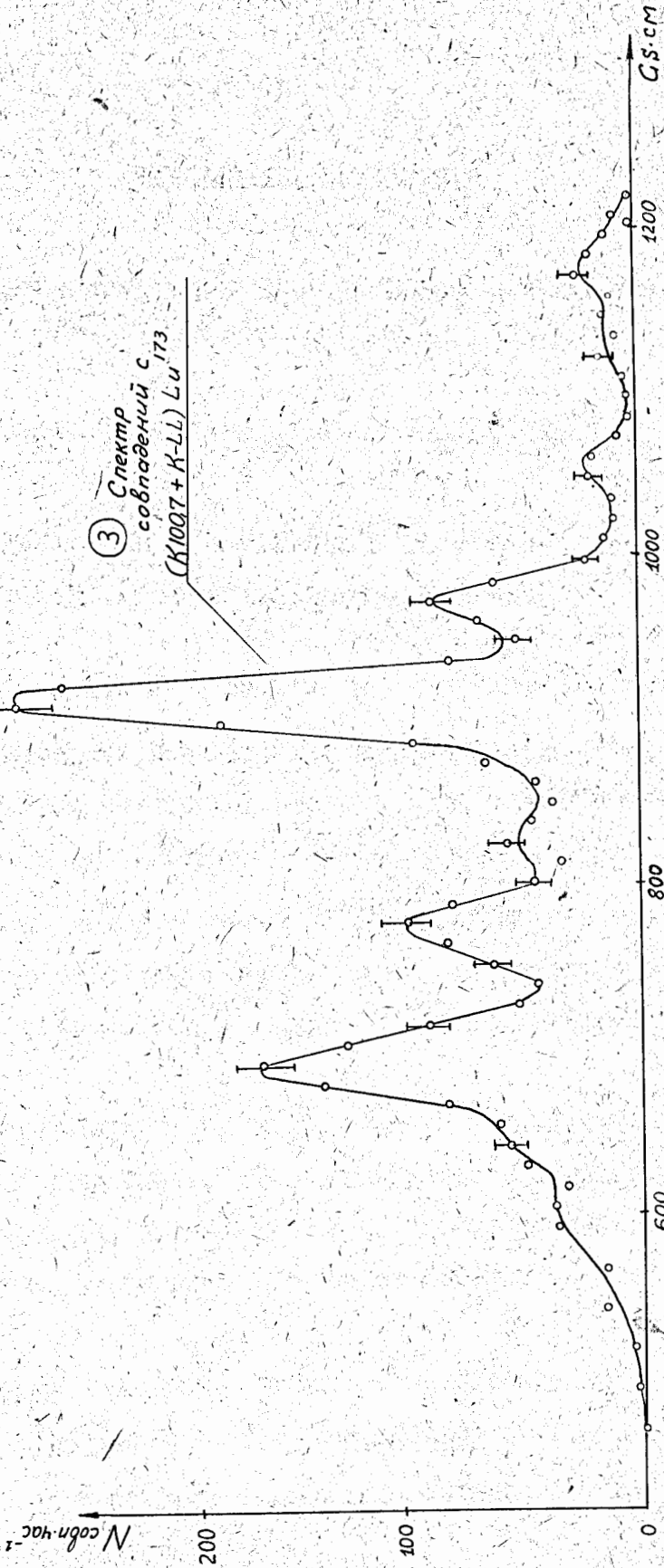


Рис.1в.



Цитированная литература

1. В.А.Сергиенко. Известия АН СССР серия физическая 22,198, (1958)
2. В.А.Романов, М.Г.Иодко, В.В.Тучкевич. ЖЭТФ. 38, 1019,(1960).
3. В.А.Романов. Материалы II совещания по нейтронодефицитным изотопам, лутециевая фракция. Дубна 108 (1959)
4. B.Harmatz, T.H.Handley and I.W.Mihelich. Physical Review 119, 1345 (1960).

К. Я. Громов, И. В. Меднис, Л. Л. Пелекис, З. Э. Пелекис

О РАСПАДЕ Tm^{167}

1470/1 мф.

Подробный обзор имеющихся данных о распаде Tm^{167} ($T_{1/2} = 9.6$ дня) сделан в работах [1, 2]. В настоящей работе исследовался γ -спектр Tm^{167} с целью уточнения расположения γ -перехода 532 Кэв в схеме распада. Переход 532 Кэв обнаружен в ряде работ и его принадлежность к Tm^{167} можно считать установленной. Существуют два мнения о положении γ -перехода 532 Кэв:

1. Указанный переход идет на уровень 265 Кэв [1] (рис. Ia);
 2. Указанный переход идет на уровень 208 Кэв [3] (рис. Ib)
- или в основное состояние Tm^{167} [4] (рис. Ib) [4].

Исследованный препарат Tm^{167} получен при двухчасовом облучении тантала быстрыми протонами на синхроциклотроне в Дубне с последующим хроматографическим разделением элементов редких земель.

Исследования γ -спектра Tm^{167} выполнялись при помощи 4П - сцинтилляционного γ -спектрометра с кристаллом $NaJ(Tl)$ диаметром 40 мм, высотой 50 мм с колодцем диаметром 12 мм, глубиной 30 мм. Полуширина γ -линии 660 Кэв Cs^{137} составляла 10%.

Измерения начались спустя 20 дней после выделения фракции тулия из облученной мишени, когда короткоживущие изотопы уже распались. В препарате в небольшом количестве присутствовал долгоживущий изотоп Tm^{168} .

В γ -спектре препарата, снятом на расстоянии источник-кристалл 10 см, наблюдались следующие линии: 53, 210, 530, 730 и 830 Кэв. Последние две слабые линии в основном можно отнести Tm^{168} . Относительные интенсивности γ -лучей 208 и 532 Кэв 100 и 5 ± 2 , соответственно.

Для решения вопроса о положении γ -перехода с энергией 532 Кэв в схеме распада Tm^{167} были выполнены два опыта:

1. Снимался γ -спектр Tm^{167} в области 300-900 Кэв. Источник помещался в колодце кристалла 4П-сцинтилляционного спектрометра. В одном случае источник был окружен фильтром: Рв - 1,25 мм, Cd - 0,55 мм и Си - 0,25 мм. В другом случае источник находился в держателе из оргстекла толщиной 2 мм. Результаты этих измерений изображены на рис. 2. В случае, если γ -переход с энергией 532 Кэв идет на уровень 265 Кэв, следует ожидать возникновения двух пиков суммирования: 1) сумма 532 Кэв + X-лучи и 532 Кэв + 57 Кэв (580 Кэв), 2) сумма 532 Кэв + X-лучи + 57 Кэв (640 Кэв). Как видно из рис. 2, уширение пика γ -лучей 532 Кэв действительно наблюдается. При разложении суммарного пика на компоненты с энергиями 532 Кэв, 580 Кэв и 640 Кэв получены их относительные интенсивности $I : (I \pm 0,2) : < 0,05$, соответственно.

2. Источник в держателе из оргстекла (без фильтра) помещался в колодец кристалла 4П - спектрометра. Снимался спектр совпадений между импульсами 4П - спектрометра (анализирующий канал) и сцинтилляционного γ -спектрометра (неподвижный канал) /6/ установленного на γ -лучи 530 Кэв. Анализирующим каналом снят спектр

совпадений от 20 Кэв до 225 Кэв. Результаты этого опыта изображены на рис.3. На этом же рисунке изображен спектр в анализирующем канале. В случае наличия каскада γ 532 Кэв и γ 57 Кэв в спектре совпадений должен появиться пик суммы γ 57 Кэв с X-лучами (~ 110 Кэв). Как видно из рис.3, такой пик наблюдается в спектре анализирующего канала. В спектре совпадений пик при энергии 110 Кэв не обнаружен. Интенсивность этого пика не больше трех процентов от интенсивности пика X-лучей и γ -лучей с энергией 57 Кэв.

Попытаемся проанализировать результаты опытов количественно. Для сокращения записей в дальнейших расчетах введем обозначения

$$a = \frac{K}{1 + \mathcal{L}_{\text{полн.}}}$$

и

$$b = K \omega_K \omega,$$

где K-эффективность регистрации рентгеновских лучей используемой установки. По нашим оценкам $K=0,84$. Эффективность регистрации γ -лучей с энергией 57 Кэв с хорошей точностью равна $K=0,84$.

$\mathcal{L}_{\text{полн.}}$ - полный коэффициент конверсии γ -лучей 57 Кэв. Используя результаты работы ^{/2/}, мы принимаем $\mathcal{L}_{\text{полн.}}=4$. ω_K -доля K-захватов на уровень, с которого идет γ - переход с энергией 532 Кэв. $\omega = 0,93$ выход флюоресценции для K-X-лучей эрбия ^{/5/}.

Допустим, что каскад γ -лучей с энергией 532 Кэв и 57 Кэв существует. Тогда отношение интенсивности пика суммы X-лучей с γ -лучами 57 Кэв (110 Кэв) к пику X-лучей и γ -лучей (~ 53 Кэв) во втором опыте (рис.3) можно вычислить по формуле:

$$\frac{J_{57+X}}{J_{57; X}} = \frac{a b}{a + b - 2 a b} = \frac{0,13 \omega_K}{0,17 + 0,52 \omega_K}.$$

Используя экспериментальное значение верхнего предела этого отношения $\frac{J_{57+x}}{J_{57}; x} < 0,03$, можно подсчитать верхний предел значения w_k . Оказывается, что $w_k < 0,045$. Таким образом, если искомый каскад (532-57) существует, для объяснения второго опыта необходимо, чтобы уровень 796 Кэв, схемы рис. I) заселялся почти исключительно (на 95%) L-захватом. Предположим, что доля K-захватов на уровень 796 Кэв схемы рис. Ia равна $w_k = 0,045$ и подсчитаем отношения интенсивностей компонент суммарного пика в первом опыте. Эти отношения очевидно равны

$$J_{640} : J_{530} : J_{532} = a\beta : (a + \beta - 2a\beta) : \\ : (1 - a - \beta - a\beta) =$$

$$= 0,13 w_k : (0,17 \pm 0,52 w_k) : (0,83 - 0,67 w_k) = 0,006 : 0,194 : \\ : 0,80 \quad \text{или}$$

$$J_{640} : J_{580} : J_{532} = 0,007 : 0,24 : 1.$$

Экспериментальные значения этих же отношений, как указано выше, равны

$$J_{640} : J_{580} : J_{532} = 0,05 : (1 \pm 0,2) : 1.$$

Видно, что расчетное значение отношения $J_{580} : J_{532}$ находится в явном противоречии с экспериментальным значением этого отношения. Следовательно каскад γ -лучей 532 Кэв и 57 Кэв не существует и осуществляется один из вариантов схемы рис. Ib или рис. Iv.

Нетрудно убедиться, что результаты наших опытов хорошо согласуются с расчетами, если каскада (532 Кэв-57 Кэв) нет. Действительно в этом случае в спектре совпадений рис.3 суммарный пик (57 Кэв + X $\cong$ 110 Кэв) не должен наблюдаться. В спектре рис.2 пик при энергии около 550 Кэв должен состоять из двух компонент 532 Кэв и 580 Кэв. Относительные интенсивности этих компонент можно рассчитать по формуле:

$$\frac{J_{580}}{J_{532}} = \frac{\epsilon}{1-\epsilon} = \frac{0,78 W_K}{1 - 0,78 W_K}$$

Используя экспериментальное значение отношения $J_{580} : J_{532} = (1,2) : 1$, можно подсчитать долю К-захватов на уровень, с которого идет переход с энергией 532 Кэв. Эта доля равна $W_K = 0,64 \pm 0,06$. Таким образом результаты наших опытов доказывают, что возникающий при распаде Tm^{167} γ -переход с энергией 532 Кэв идет либо на уровень 208 Кэв, либо в основное состояние E_r^{167} .

Полученное значение W_K позволяет определить разность масс между основным состоянием Tm^{167} и уровнем E_r^{167} , с которого идет переход 532 Кэв. Если $W_K = 0,64 \pm 0,06$, то $W_L = 0,36 \pm 0,06$ и $W_L/W_K = 0,56 \pm 0,17$. При значении отношения числа L-захватов к числу К-захватов $W_L/W_K = 0,56 \pm 0,17$ энергия распада равна $100 \pm \frac{12}{6}$ Кэв, если переход разрешенный или первого запрещения и $164 \pm \frac{40}{16}$ Кэв, если переход первого запрещения уникальный.

Объединенный институт ядерных исследований

Институт Физики Академии Наук Латвийской ССР

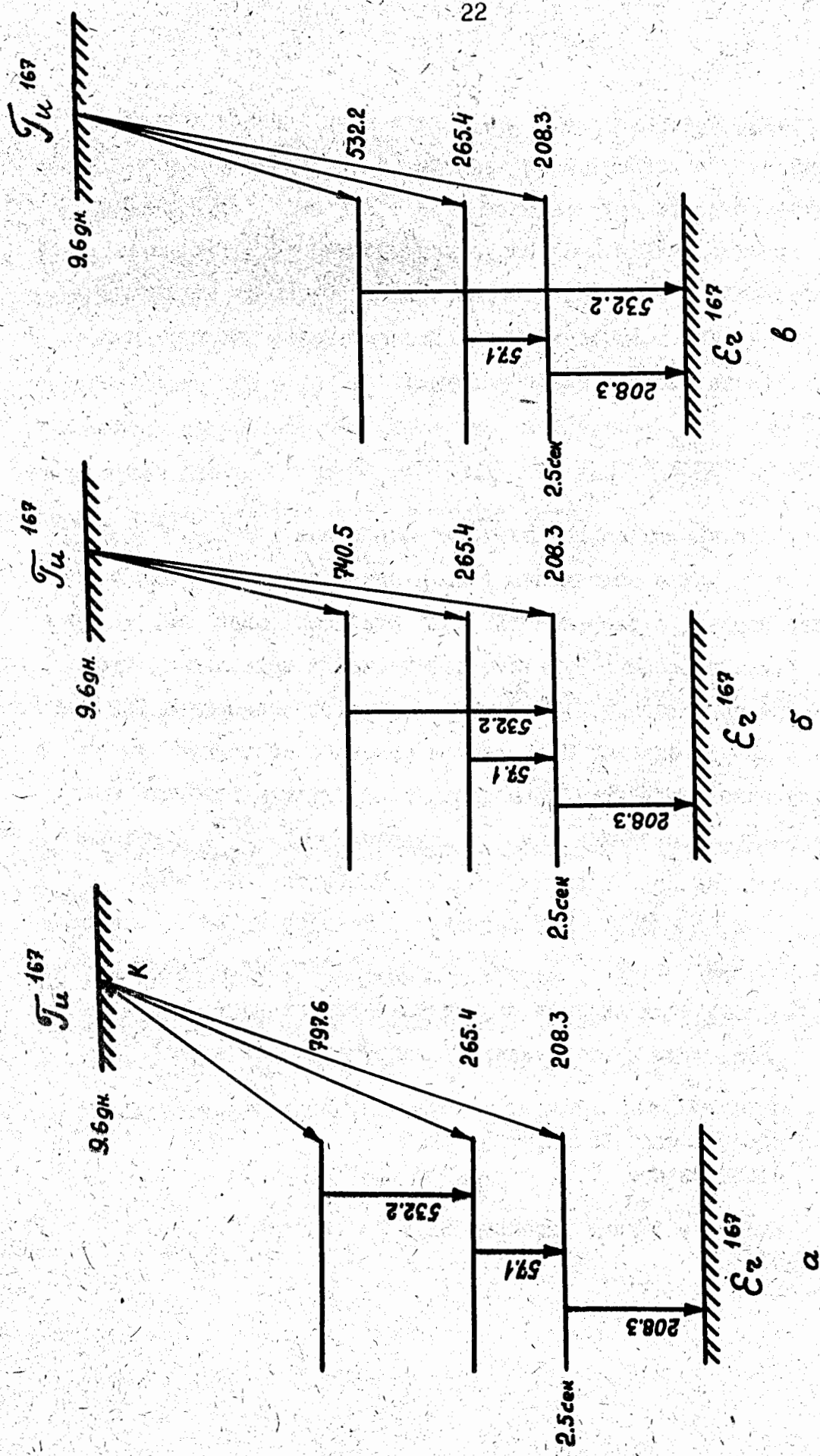


Рис. I Возможные варианты размещения γ -перехода с энергией $532,2 \text{ КэВ}$ в схеме распада. T_{167}^{167} .

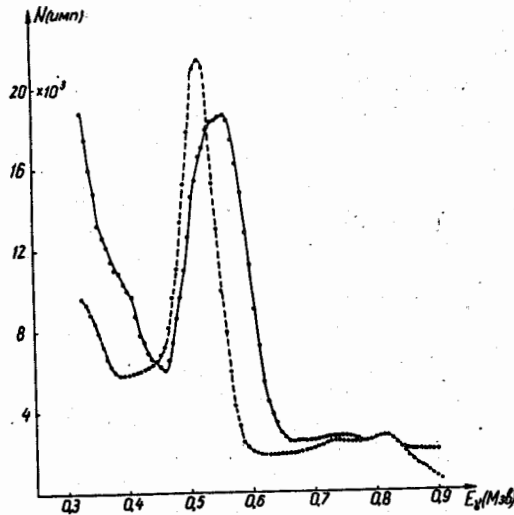


Рис.2 γ -спектр Tm^{167} в области 300–900 КэВ снятый с помощью 4П-сцинтилляционного спектрометра. В спектре изображенном сплошной линией (источник без фильтра) наблюдается суммирование γ -лучей с энергией 532 КэВ и γ -и X-лучей. Для сравнения изображен спектр снятый с источником, окруженным фильтром (штриховая линия).

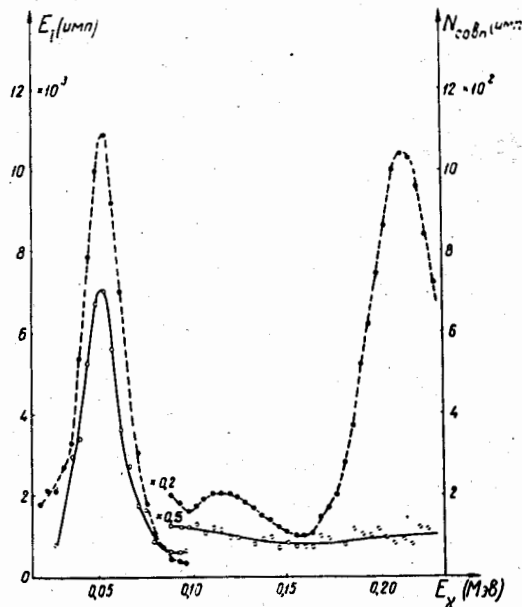


Рис.3 Спектр совпадений γ -лучей с энергией 532 КэВ (неподвижный канал) с импульсами в 4П-сцинтилляционном спектрометре (анализирующий канал). Штриховой линией изображен спектр импульсов в анализирующем канале.

Л и т е р а т у р а

1. К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, А.Г.Дмитриев, М.К.Никитин, К.И.Яковлев. Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам, т. III, стр. I24, Дубна, 1960 г.
2. Б.С.Джелепов, И.М.Рогачев. Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам, т. III, стр. I35, Дубна, 1960 г.
3. С.Хойнацкий, А.Ясинский, В.Куш, Я.Ковнацкий, Г.Ланцман, И.Отландов. Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам, т. III, стр. I3I, Дубна, 1960.
4. H.Narasimhaian, M.L.Pool. Nucl.Phys. 21, 340, 1960.
5. А.Х.Вапстра, Г.К.Ниих, Р.Ван Лишут. Таблицы по ядерной спектроскопии, 1960, стр. I7I.
6. Л.Л.Пелекис, З.Э.Пелекис. Изв.АН Латв.ССР, № IO, стр. IO9, 1958.

Е. П. Григорьев, Б. Н. Карпов, В. О. Сергеев

К РАСПАДУ Tm^{166}

Наиболее высокие из известных к настоящему времени возбужденных уровней E_{γ}^{166} имеют энергию 2134,6 и 2161,7 Кэв /1/, причем, однако, судя по границе β^+ -спектра и $\beta^+ - \gamma$ -совпадениям, энергия распада Tm^{166} достаточно велика, чтобы могли возбуждаться уровни E_{γ}^{166} почти до 3 Мэв. Мы предприняли поиски более жестких γ -переходов, чем обнаруженные до сих пор переходы с энергией 2054 и 2080 Кэв с указанных выше уровней. Измерения

γ -спектра производились на сцинтилляционном γ -спектрометре с использованием методики совпадений. Особое внимание было обращено на чистоту препарата. При хроматографическом разделении редких земель возможно загрязнение фракций иттербия и тулия лютецием. Изотоп Lu^{170} ($T=2$ дня) имеет довольно интенсивный жесткий спектр, который по периоду полураспада трудно отличить от спектра Yb^{166} ($T=58$ час); его примесь особенно опасна, так как обычно для исследования распада Tm^{166} применяются препараты Yb^{166} . Мы измеряли γ -спектр препарата Tm^{166} , выделенного из Yb^{166} , который был предварительно очищен от Lu . После распада семичасового Tm^{166} в жесткой части спектра не было обнаружено γ -линий, которые распадались бы с большим периодом.

На рис. I показана часть γ -спектра Tm^{166} . За интенсивной линией от переходов (2054 + 2080) Кэв видна значительно более

слабая γ -линия с энергией 2330 ± 50 Кэв. Ее интенсивность составляет 3% от линии $(2054 + 2080 \text{ Кэв})$ и спадает с периодом полураспада $T_m \text{ } ^{166}\text{I}$. Не исключено, что она также является сложной линией.

Линия 2330 Кэв не может быть вызвана сложением γ -лучей, образующихся одновременно при распаде $T_m \text{ } ^{166}\text{I}$. Во-первых, эту линию в сумме с сильными γ -лучами 2060 Кэв должны давать γ -лучи с энергией 270 Кэв. В γ -спектре $T_m \text{ } ^{166}\text{I}$ нет интенсивной линии с такой энергией. Во-вторых, эта линия с такой же относительной интенсивностью наблюдалась Барановским и Никитиным с помощью сцинтилляционного γ -спектрометра в иных геометрических условиях. В-третьих, спектр совпадений с линией 2330 Кэв исключает возможность того, что эта линия является суммарной.

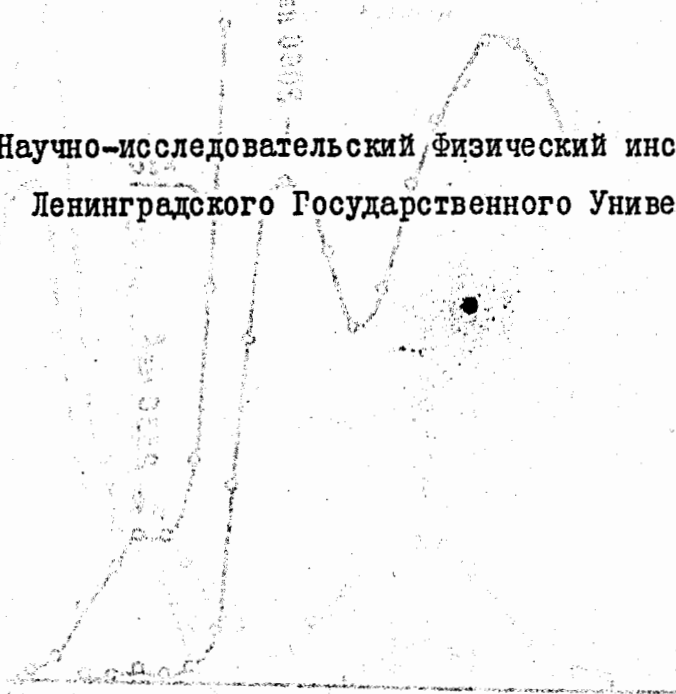
Нами были проведены измерения γ - γ -совпадений. В спектре совпадений с жесткими линиями 2054 и 2080 Кэв проявились помимо рентгеновских лучей также линии 80 Кэв и 180 Кэв (рис. 2а). По схеме распада, приведенной в работе [1], γ -переходы с энергиями 2054 и 2080 Кэв идут на уровень 80 Кэв (2^+) $E_r \text{ } ^{166}\text{I}$ и наличие совпадений (γ - 2054 + 2080) (γ 80) объясняется схемой распада. Наблюдаемые совпадения с линией 180 Кэв требуют дополнительных объяснений. Их трудно объяснить рассеянием γ -лучей из одного кристалла в другой, так как линия $(2054 + 2080) \text{ Кэв}$ является самой жесткой линией с большой интенсивностью. Найденная линия

$h\nu = 2330 \text{ Кэв}$ совпадает с рентгеновским К-излучением и γ -лучами $h\nu = 80$ и 180 Кэв (рис. 2б). Отсюда можно сделать заключение, что при распаде $T_m \text{ } ^{166}\text{I}$ заселяются уровни $E_r \text{ } ^{166}\text{I}$ с энергией $\sim 2,6 \text{ Мэв}$. Учитывая, что суммарная интенсивность переходов с

энергией (2054 + 2080 кэв) составляет 25% числа распада /I/, получаем, что на уровень 2,6 Мэв идет $\sim 1\%$ распадов. При энергии распада 400 Кэв $\lg ft$ для электронного захвата равен 6,5.

Авторы благодарны Б.С.Джелепову за обсуждение работы, К.Я.Громову за содействие в получении препарата и Г.С.Новикову за химическое выделение чистого тулия.

Научно-исследовательский Физический институт
Ленинградского Государственного Университета



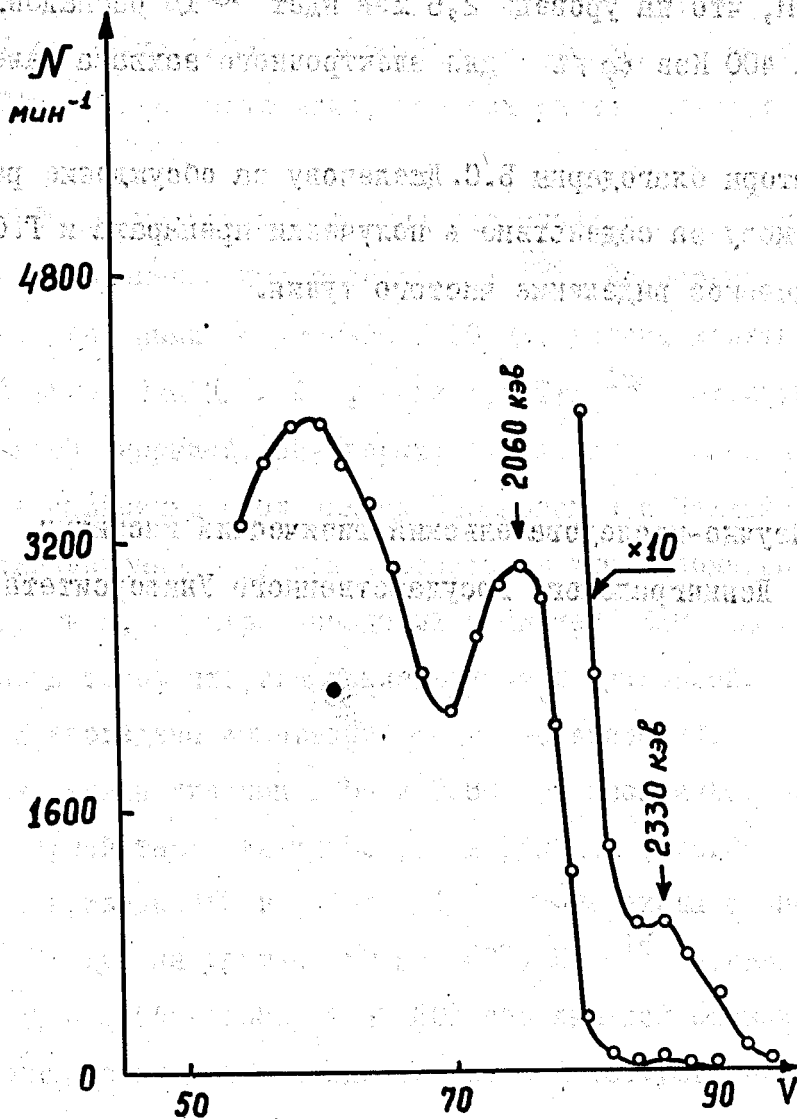


Рис. I Жесткая часть γ -спектра Tm^{166} .

Число совпадений в минуту

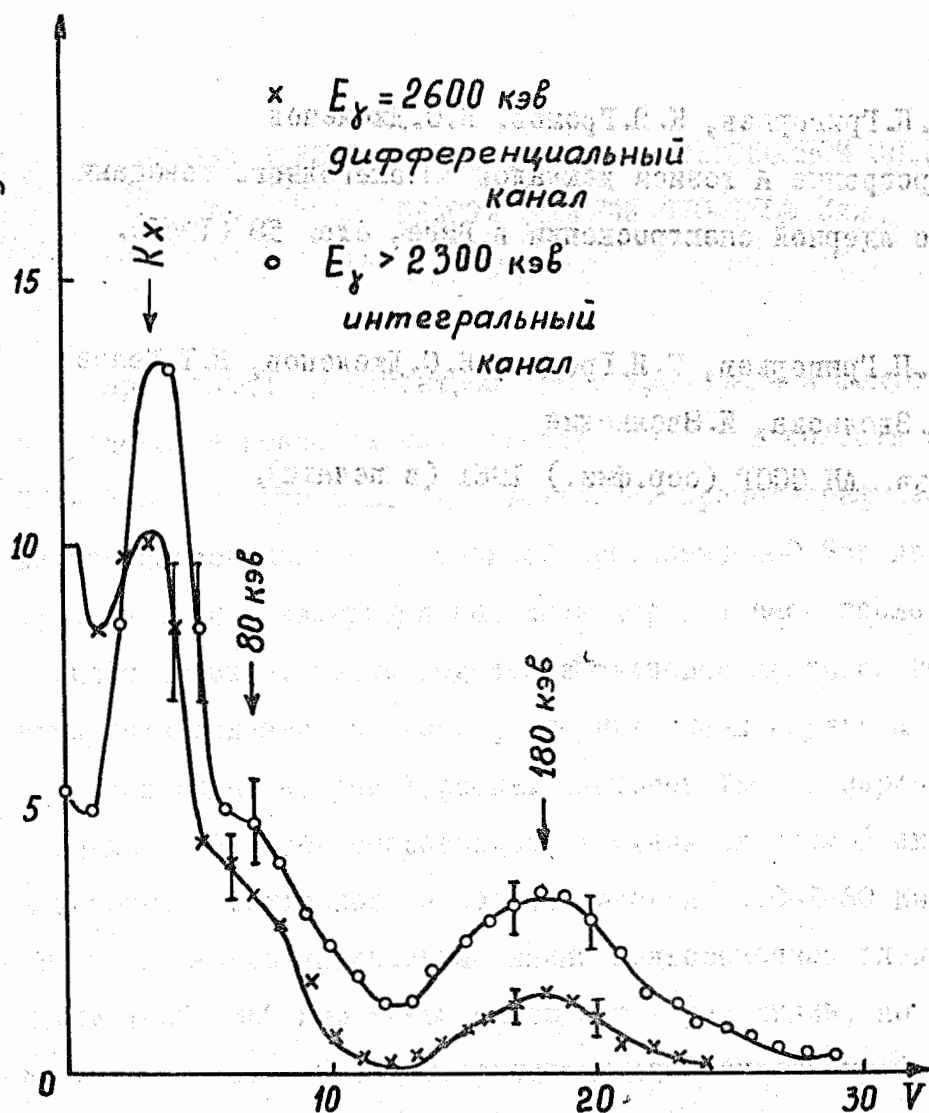


Рис.2 $\times$ — спектр совпадений с линиями 2054 + 2080 кэВ.

$\circ$ — Спектр совпадений с участком γ -спектра с энергией больше 2330 кэВ.

Цитированная литература

I. Е.П.Григорьев, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов

Программа и тезисы докладов XI ежегодного совещания
по ядерной спектроскопии в Риге, стр. 58 (1961).

Е.П.Григорьев, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Ж.Т.Желев,
В.Звольска, И.Звольский

Изв. АН СССР (сер.физ.) 1961 (в печати).

К. Я. Громов, Б. С. Джелепов, Ж. Т. Желев

В. Звольска, А. А. Скабский

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ О КОНВЕРСИОННОМ СПЕКТРЕ

Tm^{163} В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ 570-1860 Кэв

При помощи β -спектрометра с трехкратной фокусировкой /1/ исследовался конверсионный спектр Tm^{163} в области энергии 570-1860 Кэв. Препарат Tm выделялся хроматографическим методом из танталовой мишени, облученной протонами 660 Мэв на синхротроне в Дубне. Измерения начались через 4 часа после конца облучения и 20 минут после выделения тулиевой фракции. Результаты измерения показаны на рис. I, где приведены первая и третья серии.

Как видно из рис. I, распад изотопов Tm с периодом полураспада < 7 часов сопровождается очень сложным спектром конверсионных электронов. В области энергии 570-1460 Кэв наблюдаются сравнительно интенсивные линии конверсионных электронов. В области 1460-1860 Кэв также наблюдается ряд линий, но их интенсивность в 5-10 раз меньше. Разрешающая способность прибора 2,3% не позволяет провести детальный анализ этого сложного спектра.

Оценка периода полураспада по ряду точек спектра рис. I ($T_{1/2} \sim 2$ часа) позволяет считать, что приведенный спектр возникает при распаде Tm^{163} ($T_{1/2} = 122 \pm 15$ мин) /2/.

В таблице I перечислены энергии конверсионных линий, которые мы считаем возможным приписать Tm^{163} . Там же приводится их предположительная идентификация.

Настоящие результаты являются предварительными и будут уточнены в измерениях на β -спектрометре с более высокой разрешающей способностью.

Авторы выражают благодарность А.В.Кудрявцевой за помощь в измерениях, В.А.Халкину за химическое выделение препарата.

Объединенный институт ядерных исследований

Таблица № I

Энергия конверсионных электронов T_m^{I63} , найденных
в области энергии 570-1860 Кэв.

№ п/п	E_e Кэв	Предположительная идентификация
1.	602	K 659
2.	647	L 657
3.	694	K 752
4.	719	K 777
5.	741	K 799
6.	764	-
7.	784	-
8.	830	K 888
9.	881	L 890
10.	926	K 984
11.	997	K 1054
12.	1022	K 1080
13.	1081	K 1138
14.	1116	K 1173
15.	1139	K 1196
16.	1206	K 1263
17.	1280	K 1287
18.	1335	K 1392
19.	1373	K 1430
20.	1403	K 1460
21.	1524	K 1581
22.	1607	K 1664
23.	1751	K 1808

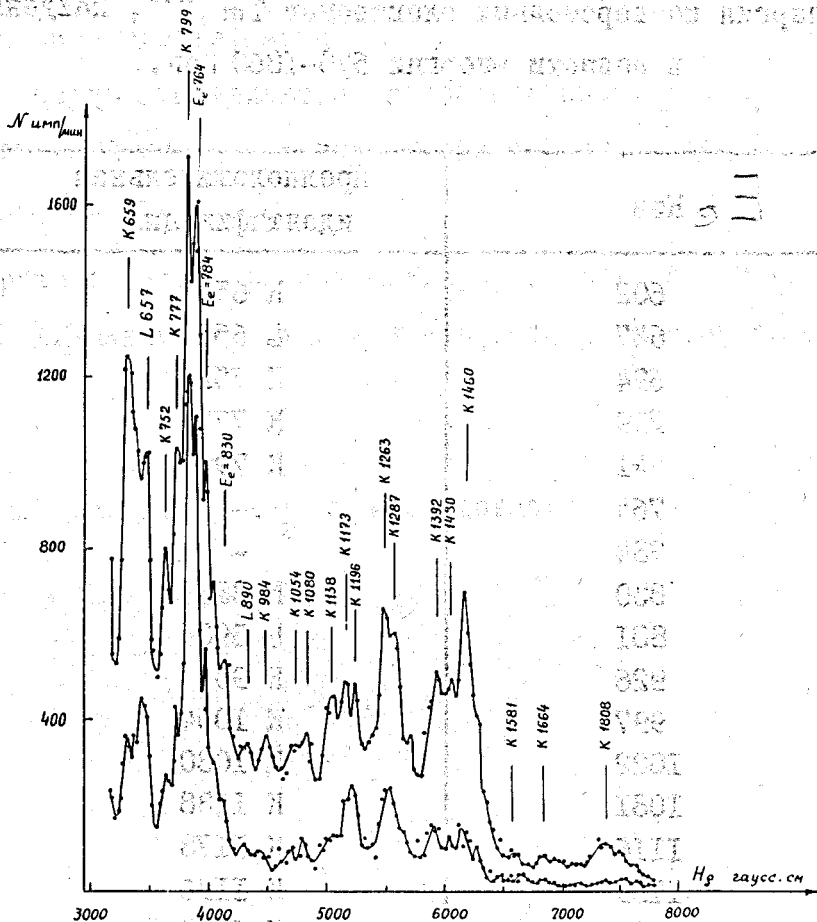


Рис. I Экспериментальный спектр конверсионных электронов Tm^{163} в области энергии 570-1860 Кэв (точки не приведены по периоду распада). Верхняя кривая снималась от 20-й до 140-й минуты после выделения, нижняя - от 300 до 420-й минуты.

Цитированная литература

1. Б.С.Джелепов, Ж.Т.Желев, А.В.Кудрявцева, О.В.Ларионов,
М.К.Никитин, Р.Степич. Препринт ОИЯИ Р-587, Дубна 1960.
2. Б.Далхсурен, Л.М.Гвоздева, М.Я.Кузнецова, И.Ю.Левенберг,
Ю.В.Норсеев, В.Н.Покровский, И.А.Отландов.
Материалы третьего совещания по нейтронодефицитным изотопам,
т. I. Препринт 613, Дубна 1960.

К. Я. Громов, Б. С. Желепов, В. Звольска

ПОИСКИ Tm^{162} В ТУЛИЕВОЙ ФРАКЦИИ

О существовании изотопа Tm^{162} с периодом полураспада 77 минут сообщили Вильсон и Пул в работе [1]. Облучая протонами с энергией 6 Мэв мишень из окиси эрбия, обогащенной до 14% Er^{162} , они получили активность, которая содержала 77-минутную компоненту. На основе предположения, что активность с периодом полураспада 77 минут возникла из Er^{162} по реакции (p, n) , авторы приписывают ее Tm^{162} . Изучая γ -спектр в области энергии 0-3000 Кэв при помощи 100-канального сцинтилляционного спектрометра, они нашли γ -лучи с энергией 102 ± 2 Кэв и 236 ± 4 Кэв. Других γ -лучей не замечали. Поскольку Er^{162} , возникающий при распаде Tm^{162} , является четно-четным ядром и первый ротационный уровень следует ожидать при энергии ~ 100 Кэв, Вильсон и Пул предположили, что γ -лучи 102 Кэв разряжают первый ротационный уровень со спином $2+$ и приписали им мультипольность $E 2$. Совпадения (γ 102, γ 236) стали поводом для введения в схему распада Tm^{162} уровня 338 Кэв, которому были приписаны характеристики 4^+ , поскольку отношение энергий уровней 338 Кэв и 102 Кэв имеет значение, характерное для первых двух ротационных уровней четно-четного ядра.

В работе Хармаца и др. [2], посвященной исследованию нейтрондефицитных изотопов Tm , указывалось, что Tm^{162} и Tm^{164}

ими не обнаружены. Авторы дали следующее объяснение: либо период полураспада этих изотопов < 30 минут, либо при распаде указанных изотопов не возбуждаются γ -переходы таких энергий, чтобы их можно было заметить по конверсии. Действительно, как было установлено позднее в раб. Абдуразакова и др. [3] и Вильсона и Пула [1], T_m^{I64} имеет очень короткий период (2 мин.). В предварительных опытах по исследованию тулиевой фракции, выполненных в Дубне, не наблюдались конверсионные и γ -линии переходов, приписанных Вильсоном и Пулом T_m^{I62} . В этих опытах наблюдались γ -переходы изотопов T_m с массовыми числами $I61$, $I63$, $I65$ - $I68$. На первый взгляд представляется непонятным, что T_m^{I62} с периодом полураспада 77 минут не наблюдался, хотя были замечены T_m^{I61} ($T_{I/2} = 37 \pm 5$ мин) и T_m^{I63} ($T_{I/2} = 122$ мин). Кривая зависимости выходов изотопов в реакции глубокого отщепления от массового числа A имеет плавный характер. Мы сделали оценку отношения кумулятивных выходов T_m^{I61} , T_m^{I62} , T_m^{I63} , следуя работе [4]. Оно равно соответственно $0,49 : 0,75 : 1$. Естественно, что обнаружение в тулиевой фракции γ -переходов с энергией 102 и 236 Кэв, указанных Вильсоном и Пулом, затруднено. Эти энергии очень близки к энергиям $104,4$, $239,6$ и $241,4$ Кэв очень интенсивных γ -переходов T_m^{I63} .

Мы предприняли поиски конверсионных линий, возникающих при распаде T_m^{I62} , с помощью β -спектрометра типа $n\sqrt{2}$ со сравнительно хорошей разрешающей способностью ($0,2\%$). Магнитное поле в приборе измерялось методом протонного резонанса. Тулиевая фракция получалась хроматографическим выделением из смеси редких земель,

возникающих при облучении мишени Ta протонами 660 Мэв.

Мы начинали измерения спустя 4 часа после конца облучения.

Для измерения были выбраны участки спектра, где должны быть расположены L конверсионные линии переходов I_{02} Кэв и K конверсионная линия перехода 236 Кэв. С учетом указанных Вильсоном и Пулом погрешностей измерения энергии переходов, измерения производились в интервалах энергии электронов 88-97 и 175-188 Кэв. На рисунках 1 и 2 представлены результаты измерения. Как видно из рисунков, в этих интервалах спектра обнаружены только линии Tm^{163} и Tm^{165} . Из полученных данных можно сделать вывод, что если переходы $\gamma_{I_{02}}$ и γ_{236} кэв, указанные Вильсоном и Пулом существуют, то их энергия весьма точно совпадает с энергией переходов в ядре Er^{163} . Анализировать данные в участке спектра 175-188 Кэв трудно ввиду сложности спектра, а также ввиду малости коэффициента конверсии для перехода с энергией около 236 Кэв. Больше шансов обнаружить линию L_{II} перехода с энергией около I_{02} Кэв. Участок спектра, где мы искали L_{II} и L_{III} линии перехода I_{02} Кэв, мы снимали в семи сериях, первую серию - спустя 4 часа после конца облучения, последнюю серию спустя ~ 14 часов. Форма линии $L_{I_{04}}$ во всех сериях оставалась одинаковой, не наблюдалось ее уширение в первых сериях. Для нескольких точек на линии $L_{I_{04},4}$, указанных на рисунке стрелками, были построены кривые распада. Среднее значение периода полураспада равно

1081 ± 6 мин.

В пределах ошибок это значение согласуется со значением $T_{I/2} = 122 \pm 15$ мин полученным в раб. Далхсурена и др [5]. Мы сделали оценку верхнего предела интенсивности L_{II} или L_{III} конверсионной линии перехода с энергией около 102 Кэв. Мы исходили из того, что γ -переход с энергией около 102 Кэв в E_{γ}^{I62} должен быть типа E2. Это значит, что L_{II} и L_{III} линии имеют приблизительно одинаковую интенсивность, а L_I — слабая. Был выбран худший случай расположения линий L_{II} и L_{III} относительно линии L_I , 104 Кэв T_m^{I63} . По данным работы [6] этот переход является переходом типа M1, т.е. L_I линия должна быть значительно интенсивнее чем L_{II} и L_{III} . Этот предел $\frac{J_{L_{II}}^{102}}{J_{L_I}^{104}} < 0,1$. Приводя это значение к моменту конца облучения, получаем значение $< 0,2$. Используя значение отношения кумулятивных выходов, T_m^{I62} и T_m^{I63} приведенное выше, и данные по мультипольностям переходов и интенсивностям в % на распад, мы вычислили ожидаемое отношение $\frac{J_{L_{II}}^{102}}{J_{L_I}^{104}}$ в момент конца облучения по формуле:

$$\frac{J_{L_{II}}^{102}}{J_{L_I}^{104}} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \frac{\alpha_{L_{II}}^{102}}{\alpha_{L_I}^{104}} \cdot \frac{\delta_1}{\delta_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} = 0,75 \cdot \frac{0,15}{0,11} \cdot \frac{100}{85} \cdot \frac{120}{77} \approx 2, \quad (I)$$

где $\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ — отношение кумулятивных выходов T_m^{I62} и T_m^{I63} ,
 α — вероятность конверсии,
 σ — интенсивность соответствующего перехода в % на распад,
 T — период полураспада данного изотопа.

Индекс I и 2 в соотношении (I) относится к массовым числам I62 и I63, соответственно.

Как видно, расхождение между экспериментальным и расчетным значением отношения $\frac{J_{L, 102}}{J_{L, 104}}$ значительно.

Таким образом, в нашей работе, так же как и в выше упомянутых работах, получается расхождение с работой [1].

Для его объяснения можно сделать следующие предположения.

1. Действительное значение отношения $\frac{\sigma_1}{\sigma_2}$ значительно меньше расчетного, хотя расхождение на порядок является странным.

2. γ -линии 102 и 236 Кэв, наблюдаемые авторами работы [1], являются линиями γ 104 и γ (239+241) Кэв T_m^{163} , возникающего при реакции (p, γ) . Отношение $\frac{\sigma(p, \gamma)}{\sigma(p, n)}$ трудно оценить, поскольку нет соответствующих работ в области $Z = 69$. Но если мы примем $\frac{\sigma(p, \gamma)}{\sigma(p, n)} \approx \frac{1}{100}$, значение полученное в работе [7], где облучался протонами энергии 11 Мэв $^{142}_{58}\text{Ce}_{84}$, то получение заметной активности T_m^{163} в раб. [1] нельзя исключить. Совпадения (γ 102) (γ 236) наблюдавшиеся в раб. [1] тогда можно отнести за счет совпадений (γ 104) (γ 239) в согласии со схемой уровней E_r^{163} , приведенной в раб. [2]. Но тогда останется непонятным а) за счет чего следует отнести такое сильное занижение периода полураспада в работе Вильсона и Пула; б) почему отношение $\frac{J_{\gamma 104}}{J_{\gamma (239+241)}} < 1$, как можно оценить из данных Хармаца и др. [2], между тем как в работе Вильсона и Пула приводится $\frac{J_{\gamma 102}}{J_{\gamma 236}} = 2$.

Авторы приносят благодарность А. Скабскому и В. Калининскому за участие в измерениях.

Объединенный институт ядерных исследований

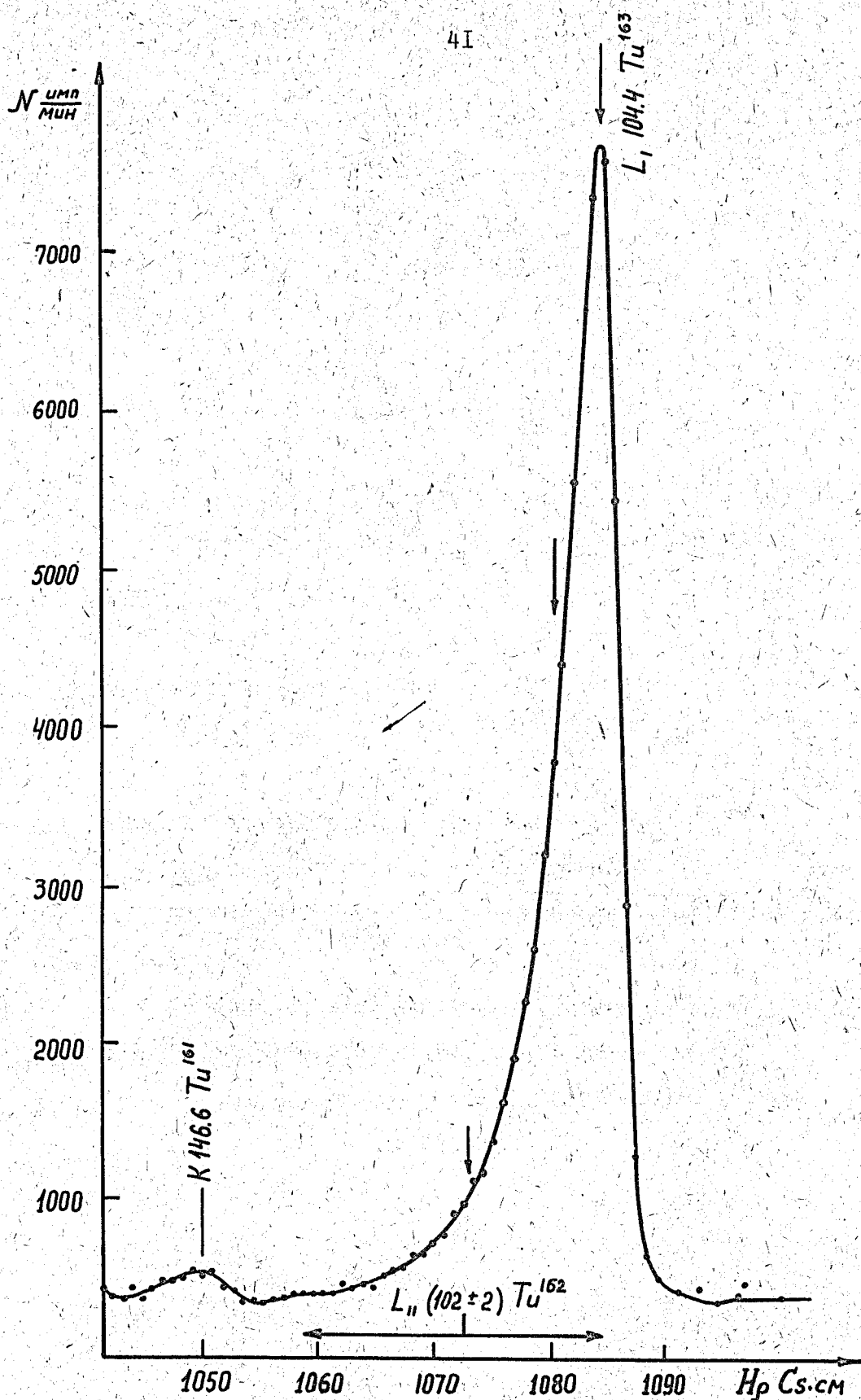


Рис. I Участок спектра, где должны быть расположены

L - конверсионные линии перехода с энергией 102 Кэв.

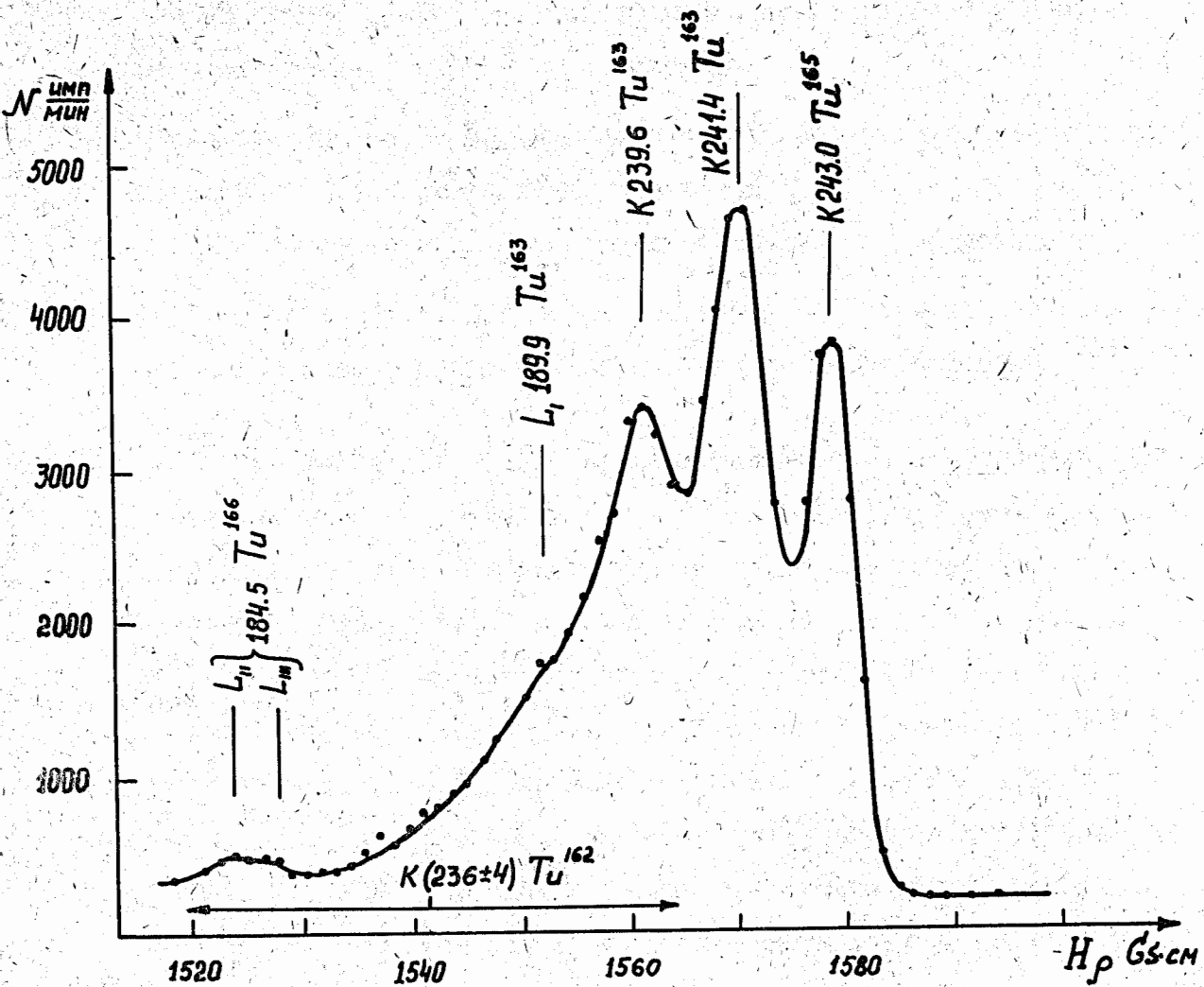


Рис. 2 Участок спектра, где должна быть расположена
К-конверсионная линия перехода с энергией 236 Кэв.

Цитированная литература

1. R.G.Wilson, M.L.Pool, Phys.Rev., 120, 1827, 1960.
2. B.Harmatz, T.Handley, J.Michelich. Phys.Rev. 114,
3. А.Абдуразаков, К.Громов, Б.Далхсурен, Б.Джелепов, И.Левенберг,
А.Мурин, Ю.Норсеев, В.Покровский, В.Чумин, И.Ютландов,
Nucl. Phys. 21, 164, 1960.
4. В.И.Барановский, А.Н.Мурин, Б.К.Преображенский.
Материалы III совещания по ядерной спектроскопии в Дубне, 1960.
5. Далхсурен Б., Гвоздева Л.Н., Кузнецова М.Я., Левенберг И.Ю.,
Норсеев Ю.В., Покровский В.Н., Ютландов И.А..
Материалы третьего совещания по ядерной спектроскопии в
Дубне, 1960.
6. Громов К.Я., Джелепов Б.С., Звольска В., Звольский И.,
Доклад на IV совещании по ядерной спектроскопии в Дубне,
1961.

Б.С.Джелепов, В.Звольска, И.Звольский,
В.Г.Калинников

О СПЕКТРЕ КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ДИСПРОЗИЕВОЙ
ФРАКЦИИ

На β -спектрометре с двойной фокусировкой на угол $n\sqrt{2}$ и с прямым измерением магнитного поля методом ядерного резонанса продолжалось исследование конверсионных электронов диспрозиевой фракции. Разрешающая способность прибора в этих опытах была 0,2%.

Источники диспрозия получались хроматографическим выделением из смеси редкоземельных элементов, возникающих при облучении танталовой мишени протонами с энергией 660 Мэв.

В работах [1-4] было установлено, что в реакции глубокого отщепления на тантале в заметном количестве образуются изотопы диспрозия с массовыми числами 159, 157, 155, 153 и 152, периоды полураспада которых 144 дн., 8 ч., 10 ч., 6,4 ч. и 2,6 ч., соответственно.

В предыдущей нашей работе [5] приведены результаты изучения конверсионного спектра диспрозиевой фракции до энергии 370 Кэв. В настоящей работе исследовались конверсионные электроны, возникающие при распаде изотопов диспрозия, в области энергий выше 370 Кэв. Использование более интенсивных источников дало возможность выяснить и некоторые слабые эффекты в спектре конверсионных электронов более низкой энергии. Результаты наших измерений сведены в таблице 1 и 2 и иллюстрируются рис. 1-3.

В таблице I приведены наши данные о конверсионных электронах, которые мы отнесли к распаду $Dy \rightarrow Tb$. Интенсивности линий этих электронов убывали с периодом полураспада от 5,5 до 11 часов и поэтому их следует отнести к изотопам Dy^{153} , Dy^{155} и Dy^{157} . Большинство конверсионных линий более высокой области энергий обладало малой интенсивностью, и отношение $\frac{N_{\text{линия}}}{N_{\text{фон}}}$ в этих случаях колебалось от 1 до 3. Поэтому определение периода полураспада не могло быть всегда сделано с такой точностью, чтобы решить, к которому из трех изотопов с довольно близкими периодами $T_{1/2} = 6,4$ ч. (Dy^{153}), 8 ч. (Dy^{157}) и 10 ч (Dy^{155}) отнести отдельные линии. В тех случаях, когда принадлежность конверсионных электронов к определенному изотопу установлена более надежно, приводятся относительные интенсивности в единицах, в которых интенсивность $K_{254,3} Dy^{153}$ принята за 100 и $K_{226,9} Dy^{155}$ за 1000.

В таблице 2 приведены энергии наблюдавшихся нами конверсионных электронов Tb^{152} ($T_{1/2} = 18$ часов), возникающего из Dy^{152} ($T_{1/2} = 2,6$ часа).

На рис. I-3 показан общий вид спектра конверсионных электронов диспрозиевой фракции в области энергий 170-880 Кэв и трех участков, в интервале энергий от 900 до 1150 Кэв, в которых по предварительному опыту, проведенному Ж.Т. Желевым на β -спектрометре с трехкратной фокусировкой, было замечено присутствие конверсионных линий. Фон на рис. I-3 вычтен. Спектр приведен к одному времени. Для "сшивания" результатов измерений, полученных

с разными источниками, служили конверсионные линии К 254,3 Pu^{153} , К 226,9 Pu^{155} и К 326,4 Pu^{157} . В тех случаях, когда в силу большой погрешности в определении периода полураспада оказалось невозможным отнести конверсионную линию к определенному изотопу диспрозия, использовался при вычислении поправки на распад "средний" период $T_{1/2} = 8$ часов. Возникшие при этом ошибки в интенсивностях конверсионных линий, представленных на рис. 1-3, не превышают 20%.

Авторы выражают благодарность К. Я. Грому и В. А. Халкину за содействие и постоянный интерес при выполнении настоящей работы и А. А. Скабскому за помощь в измерениях.

Объединенный институт ядерных исследований

Таблица № I

Конверсионные электроны, возникающие при распаде
изотопов Dy ($T_{1/2}=5,5 - 12$ ч.)

№№ пп	E_e КэВ	Иденти- фикация	$h\nu$ КэВ	Относит. интенсив- ности	Изотоп диспро- зия (А)
I	2	3	4	5	6
I.	152,2	К	204,2	9	I53
2.	153,6	К	205,6	39	I55
3.	161,6	К	213,6	26	I53
4.	195,5	L	204,2	1,2	I53
5.	196,9	L	205,6	7,2	I55
6.	231,9	L	240,6	1,5	I53
7.	239,1	К	291,1	6,1	I53
8.	242,4	М	244,3	4	I53
9.	269,3	М	271,3		I55
IO.	311,9	К	363,9	3,8	I53
II.	353,7	К	405,7		
I2.	358,1	К	410,1		
I3.	367,8	К	419,8		
I4.	389,3	К	441,3		
I5.	392,3	К	444,3		
I6.	396,7	К	448,7		
I7.	400,0	К	452,0		
I8.	406,9	К	458,9	2;4	I55
I9.	410,6	К	462,6		
20.	432,1	К	484,1	I3	I55
21.	435,7	L	444,3		
22.	439,3	К	491,3		
23.	440,5	L	448,7		
24.	443,7	К	495,7		
25.	446,5	К	498,5	I9	I55
26.	456,3	К	508,3	II	I55
27.	453,7	L.	462,6		
28.	460,4	К	512,4	3,8	I53
29.	475,4	L	484,1	2,6	I55

I	2	3	4	5	6
30.	484	K	536		
31.	490,0	L	498,5	3,6	I55
32.	492,7	K	544,7	I,9	I53
33.	499,6	L	508,3	2,5	I55
34.	503,8	L	512,3		I53
35.	497,9	K	549,9	II	I55
36.	507,	K	559		
37.	510	K	562		
38.	518,8	K	570,8		
39.	527,6	K	579,6		
40.	541,2	L	549,9		I55
41.	543,2	K	595,2		
42.	612,7	K	664,7	I3	I55
43.	621,2	K	673,2		
44.	633,3	K	685,3		
45.	643,6	K	695,6		
46.	651,5	K	703,5		
47.	656,0	L	664,7		I55
48.	670,2	K	722,2		
49.	674,0	K	726,0		
50.	692,9	K	744,9	3,9	I55
51.	709,2	K	761,2	2,6	I55
52.	736,2	L	744,9		I55
53.	760,2	K	812,2	I,8	I55
54.	784,1	K	836,1	2,0	I55
55.	790	K	842,0	I,6	I55
56.	797,5	K	849,5		
57.	854,5	K	906,5	6,1	I55
58.	948,5	K	1000,5	2,0	I55
59.	962,2	K	1014,2		
60.	1039,1	K	1091,1	2,3	I55
61.	1104,6	K	1156,6		
62.	1114,8	K	1166,8		

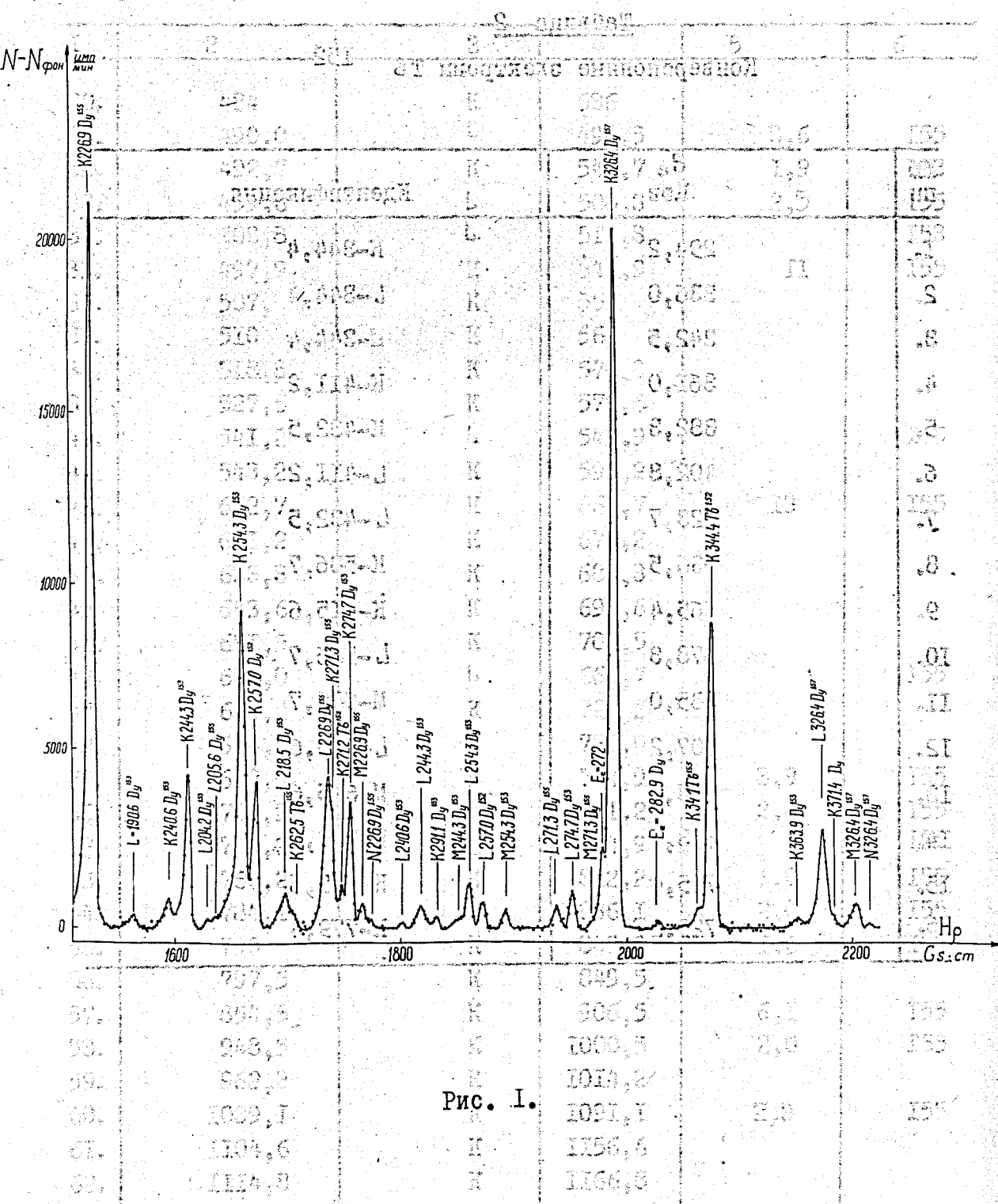
Таблица 2

Конверсионные электроны ТВ 152

№ пп	ε_e КэВ	Идентификация
I.	294,2	K-344,4
2.	336,0	L-344,4
3.	342,5	M-344,4
4.	361,0	K-4II,2
5.	382,3	K-432,5
6.	402,8	L-4II,2
7.	423,7	L-432,5
8.	536,5	K-586,7
9.	565,4	K-6I5,6
IO.	578,3	L-586,7
II.	585,0	M-586,7
I2.	607,2	L-6I5,6
I3.	613,7	M-6I5,6
I4.	653,7	K-703,9
I5.	715,4	K-765,6
I6.	729,2	K-779,4

I. 0199

Рис. 2.



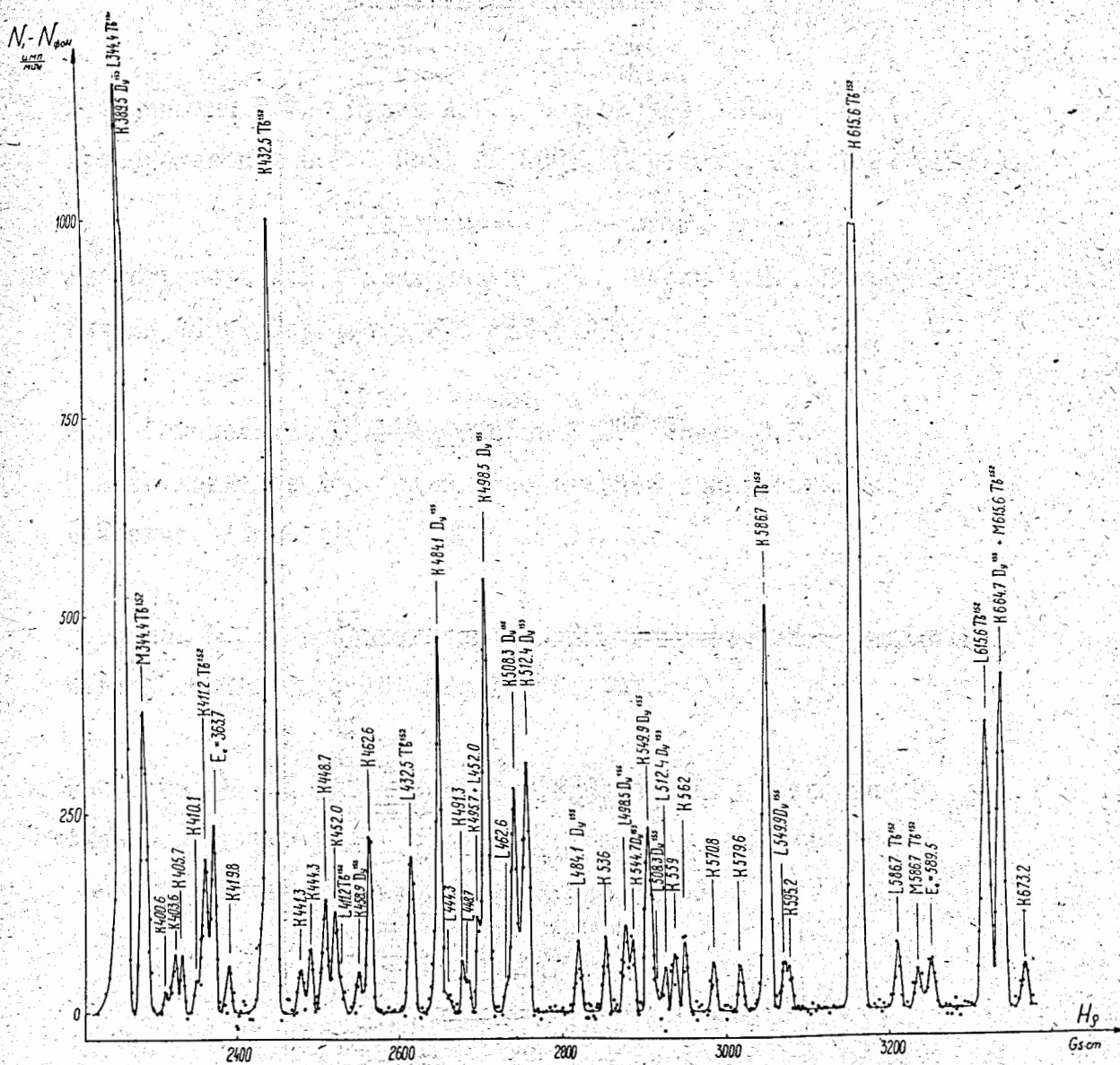


Рис. 2.

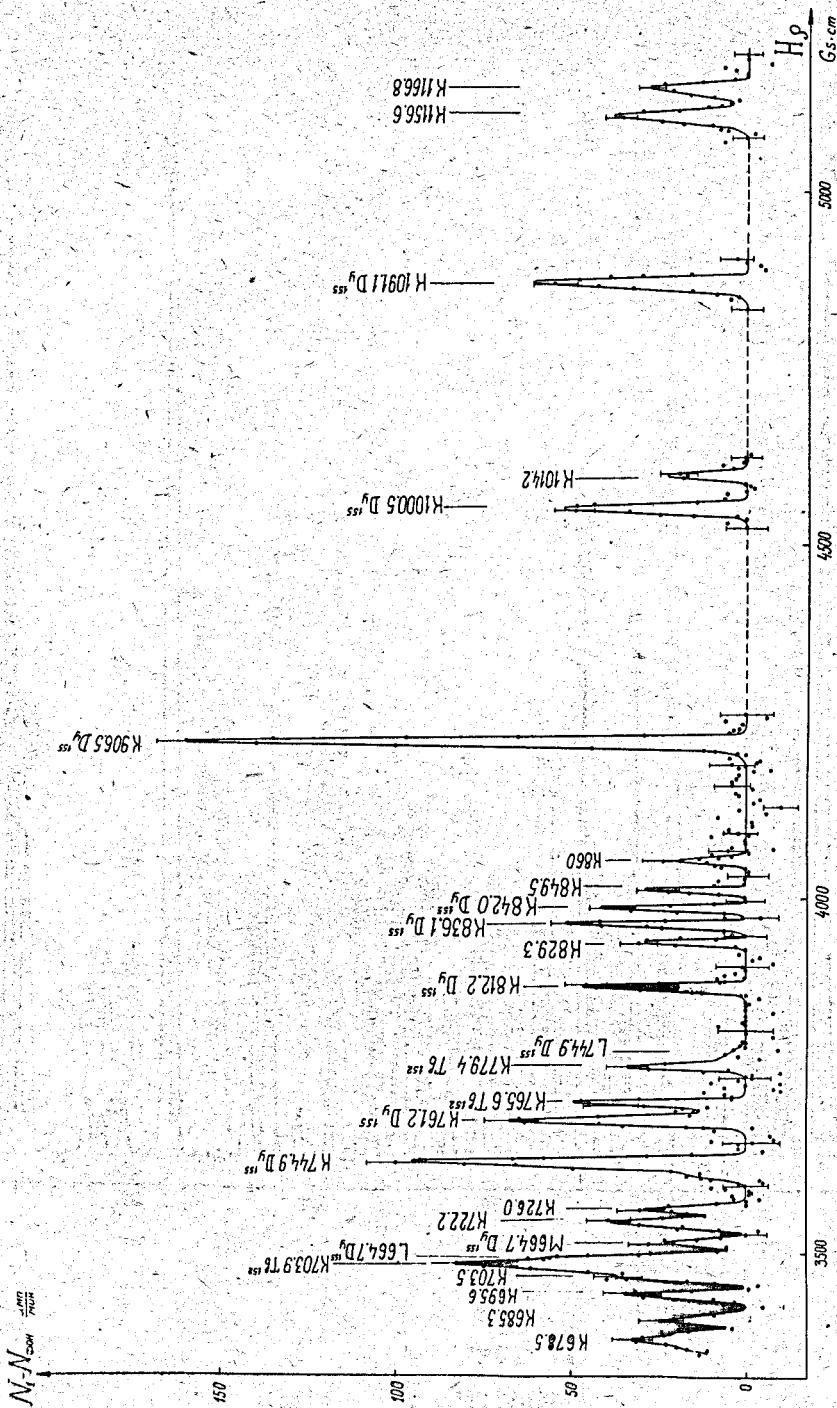


Рис. 3.

Цитированная литература:

1. Городинский Г.М., Мурин А.Н., Покровский В.Н.,
Преображенский Б.К. Изв. АН СССР. Сер. физ., 21, 1624 (1957).
2. Добронравова А.Н., Крижанский Л.К., Мурин А.Н., Покровский В.Н.
Изв. АН СССР. Сер. физ., 22, 815 (1958).
3. Бонч-Осмоловская Н.А., Джелепов Б.С., Крафт О.Е.
Тезисы докладов X совещания по ядерной спектроскопии
в Москве, 1960.
4. Джелепов Б.С., Преображенский Б.К., Рогачев И.М., Тишкин П.А.
Изв. АН СССР, сер. физ. 22, 126 (1958).
5. Григорьев Е.П., Джелепов Б.С., Звольска В., Звольский И.,
Адам И., Халкин В.А. Материалы третьего совещания по
нейтронодефицитным изотопам. Дубна, 1960.

А.Т.Стригачев, А.А.Сорокин и В.С.Шпинель

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАКЦИИ Тв

На бета-спектрметре с двойной фокусировкой - БШ и методом $\gamma - \gamma$ -совпадений было продолжено изучение фракции Тв, которая выделялась радиохимическим методом из танталовой мишени, облученной протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне. Приготовление источника и аппаратура, использованная для измерений, были описаны раньше (1,2).

Измерения спектров фракции Тв на бета-спектрметре с поперечным полем - БШ.

Конверсионный спектр фракции Тв измерялся в областях от 10 до 100 Кэв с разрешением 1-2% и от 530 до 3000 Кэв с разрешением 0,4%. В таблице № I показаны результаты измерений конверсионного спектра от 10 до 100 Кэв.

Таблица № I

Энергия конверс. линии Ев Кэв	Конвер- сионная линия	Энергия γ -пе- рехода Кэв	Период полурас- пада Т 1/2	Относитель- ная интен- сивность	Идентифи- кация
33	L	41	~ 2,5 дн.	~ 110 ¹⁾	Тв. I53
55,0	K	I05,5		~ 40	Тв I55
58,1	K	} I08,3		I9±1 ч	I000
I00,1	L		400 ²⁾		
60,1	K	I10,3	~ 2,5 дн.	I00	Тв I53
72,6	K	I22,8	20 ч.	~ 20	Тв I54

78,7	К	86,8	~ 5 дн	~ 30	Tb^{I55}
81,0	К	88,9	~ 5 дн	~ 15	Tb^{I56}

Примечание: 1) Накладываются линии К 86,8 Tb^{I55} и К 88,9 Tb^{I56} , поэтому эта интенсивность несколько завышена.
2) Накладываются линии L 105,5 Tb^{I55} и L 110,3 Tb^{I53} .

Для градуировки БШ в этом интервале энергий использовались значения энергий К и L электронов γ -перехода 108,3, Tb^{I51} , которые были определены раньше по измерениям на магнитном спектрографе типа Даныш (2). Значения энергий даны с погрешностью не более чем 0,2%, за исключением линии L 41 Tb^{I53} .

Все эти линии были идентифицированы Михеликом (3). Конверсионная линия К 122,8 Tb^{I54} , которая согласно Михелику является самой сильной в конверсионном спектре Tb^{I54} , в спектре тербиевой фракции проявляется весьма слабо. По-видимому, Tb^{I54} с периодом полураспада ~ 20 ч. присутствует во фракции Tb в незначительном количестве.

В области от 530 Кэв и выше наблюдались четыре конверсионные линии с энергиями электронов: 587,5, 629,3, 600,5 и 643 Кэв, интенсивность которых убывала с периодом полураспада ~ 3-4 часа. Первые две из них интерпретированы как К и L -линии γ -перехода 637,7 Кэв Tb^{I50} (4), а остальные - К и L -линии γ -перехода с энергией 650,7 Кэв, который может относиться либо к Tb^{I49} , либо к Tb^{I50} .

Интенсивность других конверсионных линий в этой области убывала с периодом полураспада 19±1 ч. В таблице № 2 показаны результаты измерений.

Таблица № 2

Энергия конверсионной линии Ес-Кэв	Конверсионная линия	Энергия γ перехода Кэв	Относительная интенсивность	Идентификация
535,3	К	} 585,5	270	Тв I52
577,6	Л		40	
564,5	К	} 614,7	1000	Тв I52
606,8	Л		120	
613	М		35	
625,5	К	} 675,5	~ 15	
667	Л		~ 4	
640,3	К	690,5	20	
652,4	К	} 702,5	40	Тв I52
694	Л		~ 10	
679,7	К	} 730	40	Тв I51
722	Л			
701	К	751	~ 5	
714	К	764	~ 20	
728	К	778	~ 10	Тв I52
924	К	974	10	Тв I52
996,4	К	1047	20	Тв I52

Исследования конверсионного спектра проводились до энергий ~ 3 Мэв, но выше 1 Мэв нельзя было надежно установить присутствие конверсионных линий. В этой области градуировка БПП производилась по конверсионным линиям γ -переходов 585,5 и 614,7 Кэв Tb^{152} . Погрешность в определении значений энергий не более чем 0,2%. Значения интенсивностей даются относительно линии К 614,7 Tb^{152} .

γ -переходы: 585,5; 614,7; 702,5; 778; 947 и 1047 Кэв относятся к распаду Tb^{152} согласно данным Тот"а и др. (4,5).

γ -переход с энергией 730 Кэв должен быть отнесен к распаду Tb^{151} (4,6). Переходы с энергиями: 675,5; 690,5; 751 и 764 Кэв пока идентифицировать нельзя, т.к. во фракции тербия имеются 3 изотопа с периодом полураспада 20 ч. Но поскольку Tb^{154} присутствует в очень малом количестве, то можно считать, что эти γ -переходы относятся либо к Tb^{151} , либо к Tb^{152} .

На бета-спектрометре измеряли также спектр фотоэлектронов фракции Тв. Для этой цели перед источником ставился свинцовый радиатор толщиной 5 мгр/см², наклеенный на фольге из латуни (~ 120 мгр/см²). Как видно из рис. 1, над фоном выделяются фото-пики от самых сильных γ -переходов: 251,3 Кэв Tb^{151} , 287,3 Кэв Tb^{151} и 344 Кэв Tb^{152} . По интенсивностям К-конверсионных линий этих γ -переходов и по интенсивностям соответствующих им фотопиков можно найти коэффициенты внутренней конверсии α_K . В качестве репера использовался γ -переход 344 Кэв Tb^{152} , который является чистым Е2 переходом и имеет теоретический коэффициент внутренней конверсии $\alpha_K = 3,2 \cdot 10^{-2}$ (9). Для площадей фотопиков вводилась поправка на сечение фото-эффекта

в зависимости от энергии (10). Определенные таким образом коэффициенты внутренней конверсии α_k для γ -переходов 251,3 и 287,3 Кэв приведены в таблице № 3.

Исследование спектров γ - γ -совпадений
и построение схемы распада Tb^{151}

Измерения спектров γ - γ -совпадений начинались спустя сутки после облучения мишени. К этому времени короткоживущие изотопы Tb^{149} и Tb^{150} практически полностью распадались и основной вклад в интенсивность источника давали изотопы Tb^{151} и Tb^{152} . Схема распада Tb^{152} была подробно изучена в работе (5), где измерения проводились с чистым изотопом Tb^{152} . Учитывая данные этой работы, можно было выделить γ - γ -каскады, относящиеся к Tb^{151} . При этом мы также опирались на данные о γ -спектре Tb^{151} , известные к настоящему времени.

Согласно данным работ (3,4,6) и нашим измерениям спектров электронов конверсии (1,2), к распаду Tb^{151} относятся следующие γ -переходы: 108,3; 180,1; 192,1; 251,3; 287,3; 442,5 и 478,3 Кэв. Кроме того в (4) при измерениях чистого изотопа Tb^{151} на сцинтилляционном спектрометре были обнаружены γ -лучи с энергиями 600, 720 и 870 Кэв.

Ранее (1,2) нами было установлено наличие $\gamma\gamma$ -каскадов: 108,3 - 180,1 Кэв (или, возможно, 180,1 + 192,1 Кэв); 108,3 - 251,3 Кэв и 108,3 - 287,3 Кэв. Было также показано, что переходы 251,3 и 287,3 Кэв не находятся в каскаде. В спектрах совпадений наблюдались также пики от γ -лучей больших энергий, однако эти

измерения требовали уточнения. Кроме того, разделение спектров совпадений с γ -лучами 251,3 Кэв и 287,3 Кэв было сделано недостаточно надежно.

На рис.2 показан спектр, измеренный в том случае, когда схема совпадений управлялась импульсами, соответствующими интервалу энергий 105-115 Кэв, т.е., в основном, от γ -лучей 108,3 Кэв. Спектр был исследован в диапазоне энергий 300-1300 Кэв. В нем видны пики при энергиях 460, 590 и 700 Кэв. Нужно отметить, что пики 460 и 700 Кэв являются сложными.

На рис. 3 показаны спектры, измеренные при управлении импульсами, соответствующими энергиям 240-260 Кэв (кривая 1) и 275-295 Кэв (кривая 2). Этим достигалось, хотя и неполное, разделение пиков от γ -лучей 251,3 и 287,3 Кэв. В обоих случаях видны пики 460 Кэв и 590 Кэв. Пик 460 Кэв является сложным, причем на кривой 1 усилен его правый край (около 480 Кэв), а на кривой 2 - левый (около 440 Кэв). Пик 590 Кэв имеет большую интенсивность на кривой 1.

Появление пика с энергией 590 Кэв в спектрах совпадений (рис.2,3) не может быть объяснено интерференцией каскада 344 - 585,5, известного из схемы распада Tb^{152} , что было установлено, специальными контрольными измерениями. Этот пик по-видимому, соответствует γ -лучам с энергией 600 Кэв Tb^{151} , которые наблюдались в работах Тот а и др. (4,6). В конверсионном спектре фракции Tb (см.табл.2) в диапазоне энергий 600 $\pm$ 20 Кэв наблюдаются только К и L-конверсионные линии от γ -переходов с энергиями 585,5 и 614,7 Кэв, причем их форма соответствует одиночным линиям. Такие переходы известны в Yd^{152} (5), причем по данным этой работы

отношения интенсивностей I к $585,5$ / I к $614,7 = 0,22$. По данным настоящих измерений (см. табл. № 2) эта величина равна $0,27$. Близкая величина $0,28$ была получена в работе (7), где исследовался спектр электронов конверсии франкции Tv , полученной таким же способом, как и в настоящей работе. Из сопоставления этих значений можно заключить, что $\sim 20\%$ конверсионной линии K $585,5$ Кэв обусловлено вкладом от Tv^{151} . Малая величина этого вклада, несмотря на большую интенсивность γ -лучей 600 Кэв Tv^{151} (4) может быть объяснена, если учесть, что γ -переход $585,5$ Кэв в Yd^{152} имеет большой коэффициент конверсии ($\mathcal{L}_k = 2,6 \cdot 10^{-2}$) за счет примеси EO -перехода (5) и если γ -переход $585,5$ Кэв в Yd^{151} конвертирован слабо, например, если этот переход типа $E1$ или $E2$.

Ранее мы сообщали, что γ -лучи 180 Кэв, кроме γ -лучей $108,3$ Кэв, дают совпадения с γ -лучами $251,3$ Кэв, и не дают совпадений с γ -лучами $287,3$ Кэв. Однако проверка, сделанная в настоящей работе, показала, что скорее имеет место обратная ситуация. В спектре совпадений, измеренном при управлении импульсами $170-190$ Кэв (рис. 4) пик 290 Кэв значительно усилен по сравнению с пиком 250 Кэв.

На рис. 5 показана схема уровней Yd^{151} , которая может быть построена на основании имеющихся к настоящему времени сведений. Уровни $108,3$, $359,6$ и $395,6$ Кэв были введены нами ранее (2) на основании наличия интенсивных каскадов $108,3-251,3$ Кэв и $108,3-287,3$ Кэв и отсутствия совпадений $251,3-287,3$ Кэв. Переход $180,1$ Кэв (или переходы $180,1$ Кэв и 192 Кэв), дающий совпадения с γ -лучами $287,3$ Кэв, должен приводить к уровню $395,6$ Кэв непосредственно или через какой-либо каскадный переход. В спектре

совпадений (рис.4) кроме пиков 110 и 290 Кэв, виден слабый пик 400 Кэв. Этот пик может соответствовать прямому переходу с уровня 395,6 Кэв в основное состояние. Переход такой энергии наблюдается в спектре электронов конверсии (2).

Пикам 440 и 480 Кэв, проявившимся в спектрах совпадений (рис.3), могут быть сопоставлены γ -переходы 442,5 и 478,3 Кэв, известные из спектров электронов конверсии. Разность их энергий с точностью 0,2 Кэв равна разности энергий уровней 395,6 и 359,6 Кэв. Этот факт может быть объяснен введением уровня 838 Кэв. Между этим уровнем и уровнем 108,3 Кэв может быть размещен переход 730,0 Кэв, который наблюдается в спектре электронов конверсии и, по-видимому, дает вклад в сложный пик ~ 700 Кэв в спектре совпадений с γ -лучами 108,3 Кэв (рис.2). В этот же пик, видимо, дают вклад и другие малоинтенсивные

γ -переходы в районе 700 ± 50 Кэв, электроны которых наблюдаются в конверсионных спектрах фракции Тв. Для их размещения требуется введение дополнительных уровней.

Наличие совпадений γ -лучей 590 (585,5) Кэв с γ -лучами 108,3 и 251,3 Кэв заставляет ввести уровень 945 Кэв. Пик в области энергии ~ 870 Кэв, наблюдавшийся в сцинтилляционном спектре γ -лучей Тв¹⁵¹ (4) может быть обусловлен прямым переходом с уровня 838 Кэв. Конверсионные электроны, соответствующие этому переходу, в наших измерениях замечены не были.

В работе (4) даны относительные интенсивности γ -переходов, которые наблюдались в сцинтилляционном спектре при распаде чистого изотопа Тв¹⁵¹. Используя эти данные и наши данные об интенсивностях конверсионных линий в спектре Тв¹⁵¹ (2), можно

найти экспериментальные значения для коэффициентов конверсии, если принять во внимание, что согласно измерениям Михелика (3)

γ -переход с энергией 108,3 КэВ имеет мультипольность $M1+E2$.

Согласно данным Михелика, конверсионные линии L_1 , L_2 и L_3 этого перехода имеют почти одинаковые интенсивности и по этому можно заключить, что он является γ -переходом типа $E2$ с малой примесью $M1$. Тогда, если будем считать, что коэффициент внутренней конверсии для него имеет значение $\alpha_K = 9,0 \cdot 10^{-1}$ (9), получаются следующие коэффициенты внутренней конверсии для других γ -переходов, принадлежащих распаду Tb^{151} (см. табл. № 3).

Таблица № 3

энергия у перехода Кэв	Коэффициент конверсии			α_k			Отнош. коэф. конверс.			α_k/α_l	Мульти- поль- ность
	эксперим.знач. χ -интен. по Tot"у	χ -инт. по фото- электр.	теоретические значения	$I \kappa/I_L$		теор. знач.	экспер.				
				E1	MI			E2			
108,3	$9 \cdot 10^{-1}$		$1,8 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^0$	$8,0 \cdot 10^{-1}$	2,5	6,6	6,8	1,2	MI+E2	
180,1	$2,4 \cdot 10^{-1}$		$5,5 \cdot 10^{-1}$	$3,5 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-1}$	$6,7 \pm 0,5$	6,9	6,9	2,6	MI+(E2)	
251,3	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$	7,5	7,1	6,9	3,6	MI+(E2)	
287,3	$5,7 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$9,5 \cdot 10^{-2}$	$5,7 \cdot 10^{-2}$	6,8	7,1	6,9	4,0	MI+(E2)	
395,6	$1,5 \cdot 10^{-2}$		$6,7 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$		7,3	7,0	5,0	63	
443,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$		$5,2 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	7,9	7,3	7,0	5,1		
478,5	$7,0 \cdot 10^{-3}$		$4,4 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 20^{-2}$	7	7,3	7,0	5,3		

Как видно из этой таблицы, значения α_K для γ -переходов 251,3 и 287,3 Кэв, которые были получены путем использования данных о γ -интенсивностях, удовлетворительно согласуются со значениями для α_K , полученными на основании наших измерений фотоэлектронов для этих γ -переходов. Рядом даны теоретические значения α_K (9) для мультипольностей E1, M1 и E2. Экспериментальные значения отношений интенсивностей K и L - конверсионных линий соответствующих γ -переходов взяты из предыдущей нашей работы (2). Для сравнения приведены теоретические значения α_K/α_L для переходов типа E1, M1 и E2. Значения α_K для переходов 180,1, 251,3 и 287,3 Кэв недостаточно точны, (вероятная ошибка 30%), чтобы сделать выбор между мультипольностями M1 и E2, однако позволяют отбросить возможность E1. Отношения интенсивностей K и L конверсионных линий этих γ -переходов ~ 7 , и поэтому можно думать, что они являются преимущественно дипольными переходами. Таким образом, можно считать, эти γ -переходы имеют мультипольность M1 с вероятной примесью E2.

Для остальных γ -переходов данные недостаточно надежны, и поэтому об их мультипольностях ничего определенного сказать нельзя.

По данным сцинтилляционного γ -спектра (4) и конверсионного спектра можно оценить полные интенсивности γ -переходов при распаде Tb^{151} . Приведенная на рис.5 схема распада не противоречит балансу интенсивностей переходов. Из этого баланса можно заключить, в частности, что уровень 108,3 Кэв питается за счет переходов, идущих с вышележащих уровней, а не за счет прямого электронного захвата Tb^{151} .

Хотя предлагаемая схема уровней Yd^{151} не является полной, можно сказать, что уровни Yd^{151} имеют не ротационную природу. По-видимому, форма ядра Yd^{151} еще близка к сферической. В таком случае основное состояние Yd^{151} может быть $f_{7/2}$ или $h_{9/2}$, согласно модели Майер. В работе Н.М. Антоньевой и др. исследовавших распад Yd^{151} в ϵ_{u}^{151} (8), дается предпочтение сосоянию $7/2$. Возможно, что первый возбужденный уровень с энергией 108,3 Кэв имеет характеристику $h_{9/2}$. Это не противоречит мультипольности $M1 + E2$ γ - перехода 108,3 Кэв.

Авторы выражают благодарность радиохимическому коллективу ЛЯП ОИЯИ с руководителем В.А. ХАЛКИНЫМ за выделение фракции Тв, К.Я. ГРОМОВУ и И.А. ЮТЛАНДОВУ за содействие при выполнении настоящей работы.

Объединенный институт ядерных исследований.

Научно-исследовательский институт ядерной физики Московского Государственного университета.

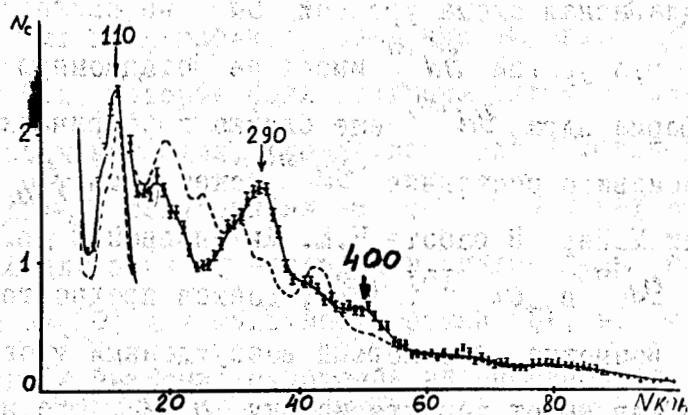


Рис. 4 Совпадения с γ -лучами 180 Кэв.

Пунктиром показан одиночный спектр.

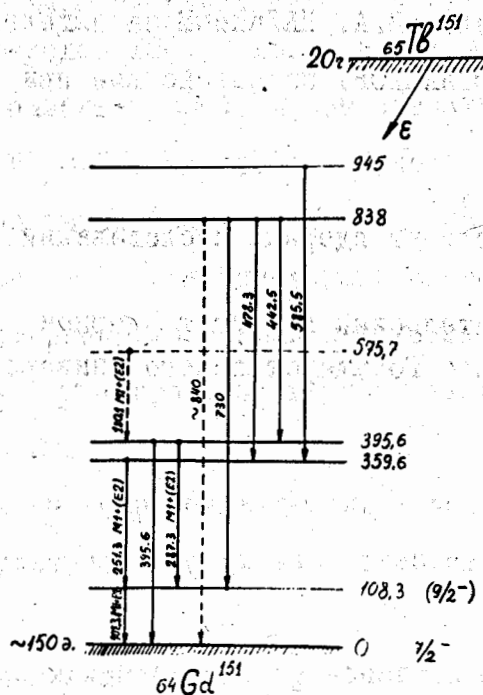


Рис. 5. Схема уровней Gd^{151} .

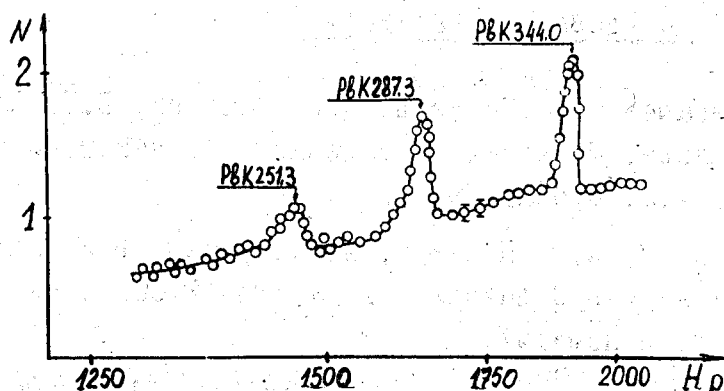


Рис. 1 Спектр фотоэлектронов фракции Тв.

График изображает спектр без поправки на период полураспада. Радиатор - Рв, 5 мг/см².

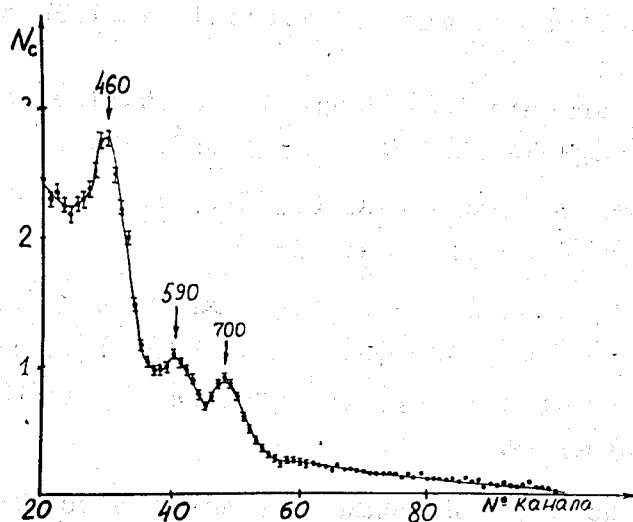


Рис. 2 Совпадения с γ -лучами 110 Кэв.

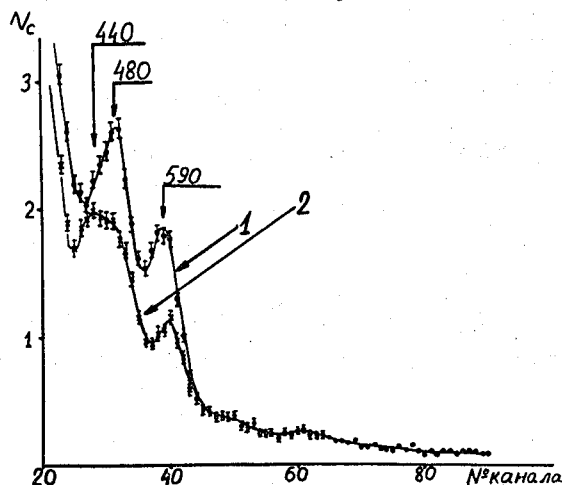


Рис. 3 Совпадения с γ -лучами: 1) 250 Кэв, и
2) 290 Кэв.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Т. Стригачев, Л.С.Новиков, А.А. Сорокин, В.С. Шпинель и В.А. Халкин. Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам, т.2, Дубна, 1960 гг
2. А.Т.Стригачев, Л.С. Новиков, А.А.Сорокин, В.А. Халкин, Н.В.Цветкова и В.С.Шпинель. Известия АН СССР, сер.физ. т.XXV, № 7,/в печати/.
3. J.W.Mihelich, B.Harmatz and T.H.Handley, Phys.Rev., 108, 4, p. 989, 1957.
4. K.S.Toth, S.Björnholm, M.H.Jørgensen, O.B.Nielsen, O.Skilbreid and A.Svanheden.J.Inorg.Nucl.Chem.,14,1/2,p.1,1960.
5. K.S.Toth, O.B.Nielsen, and O.Skilbreid. Nucl.Phys., 19, 4, p.389, 1960.
6. K.S.Toth, S.Björnholm. M.Jørgensen, O.B.Nielsen and O.Skilbreid. Phys.Rev., 116, 1, p.118, 1959.
7. Н.М. Антоньева, А.А. Башилов, Б.С.Джелепов и Б.К.Преображенский ДАН, 119, 2, стр. 241, 1958.
8. Н.М. Антоньева, А.А. Башилов, Б.С. Джелепов и Б.К.Преображенский Изв. АН СССР, сер.физ., 22,2 стр. 135, 1958.
9. M.R.Rose, Internal Conversion Coefficients, North-Holland Publ.Comp., Amsterdam, 1958.
- 10.Н.А. Бонч-Осмоловская, Атомный фотоэффект в области γ -лучей, издательство Академии наук СССР, Москва-Ленинград, 1959 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ГАДОЛИНИЕВОЙ ФРАКЦИИ

Исследован спектр конверсионных электронов нейтронодефицитных изотопов, содержащихся в препарате гадолиниевой фракции, полученной после двухчасового облучения танталовой мишени протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ.

Исследования велись с помощью двух спектрографов с однородным магнитным полем в энергетических диапазонах 100-700 Кэв (малый спектрограф $R_{max} = 23$ см) и 10 - 450 Кэв (большой спектрограф $R_{max} = 50$ см). Разрешающая способность приборов 0,3 - 0,5%. Оба спектрографа градуировались по F линии $Th\ B$.

Обнаружены известные ранее γ -переходы изотопов Gd^{146} , Gd^{147} , Gd^{149} , некоторые γ -переходы Gd^{151} и Gd^{153} , а также ряд линий дочерних изотопов тербия.

Обнаружена также слабая конверсионная линия, которую можно идентифицировать как K -линию γ -перехода с энергией 290 Кэв, впервые наблюдаемого Сорокиным и др. [5] в опытах по γ - γ - совпадениям.

Кроме известных линий в спектре наблюдается также около 20 слабых новых линий, принадлежащих, по-видимому, изотопам гадолиния или дочерним изотопам (см. таблицу I).

Научно-исследовательский институт ядерной физики,
Московского Государственного Университета.

Т а б л и ц а I

№ пп	Энергия конверсион. линии
I	62,69
2	120,05
3	160.618 $\pm$ 0,33
4	212.72
5	125.71
6	130.88
7	136,15
8	145.64 $\pm$ 0,32
9	184.10
10	185.08
11	185.73
12	188.89
13	190.31
14	203.20
15	206.56
16	241.25
17	206.89 $\pm$ 0,47
18	269.79 $\pm$ 0,37
19	310,29 $\pm$ 0,43
20	318.18 $\pm$ 0,54
21	328.0 $\pm$ 0,56
22	335.2 $\pm$ 0,6
23	508.8 $\pm$ 0,6
24	550.1 $\pm$ 0,6
25	581.37 $\pm$ 0,7
26	651.0 $\pm$ 0,9

Л и т е р а т у р а

1. Н.А.Антоньева, Башилов и др. ЖЭТФ, 36 вып. I /1959/
 2. Н.А.Антоньева, А.А. Башилов и др. Изв.АН СССР Серия физ. раз. 22,895
 3. Н.А. Антоньева, А.А. Башилов и др. ПАН СССР, сер. физ. 22,906
 4. Rasmussen Sharley. Nucl. Phys., 4, 395 (1957).
 5. А.А. Сорокин, Н.П. Митрофанов
- Программа и тезисы докладов XI ежегодного совещания
по ядерной спектроскопии в Риге (1961г.)

Громов К.Я., Джелепов Б.С., Желев Ж.Т., Звольска В.

О МУЛЬТИПОЛЬНОСТИ ПЕРЕХОДА 22 КэВ В ЯДРЕ Sm^{149}

В работе Ван Фу-цзинь и др. /1/, в которой изучался спектр конверсионных электронов, возникающих при распаде $Eu^{149} \rightarrow Sm^{149}$, был обнаружен новый переход в ядре Sm^{149} с энергией 22 КэВ.

Целью настоящей работы было определение мультипольности этого перехода.

На β -спектрометре с двойной фокусировкой на угол $\pi\sqrt{2}$ и приборной шириной линии 0,2% измерялся участок конверсионного спектра, на котором находятся L и M линии перехода 22 КэВ Eu^{149} (см. рис.1).

Источником служил препарат Eu , выделенный из гадолиниевой фракции спустя 20 суток после конца разделения. Нами было определено отношение интенсивностей линий L_1 , L_{II} , L_{III} и M по счету на максимумах линий. Поглощение в пленке окна счетчика не учитывалось. Пленка пропускала электроны с энергией ~ 8 КэВ. В связи с этим возможно, что интенсивность M -линии несколько завышена.

Сравнение отношения коэффициентов конверсии на подболочках L_1 , L_{II} , L_{III} и M с теоретическим значением, которое приведено в табл. I, показывает, что экспериментальное отношение хорошо согласуется с теоретическим для перехода типа $M1$ с небольшой примесью $E2$ ($< 0,5\%$). Поскольку характеристики основного состояния Sm^{149} $7/2^-$, $2,3$, можно на основе определения мультипольности перехода 22 КэВ и оболочечной модели приписать уровню 22 КэВ (см. схему распада Eu^{149} , приведенную в работе 1) характеристики $\frac{5}{2}^-$, $\frac{7}{2}^-$, $\frac{9}{2}^-$.

Таблица I

Сравнение экспериментальных отношений коэффициентов конверсии на L_I , L_{II} , L_{III} и M подболочках с теоретическими для различных мультипольностей перехода 22 Кэв.

Мультипольность	E1	E2	E3
Теоретическое значение $d_{L_I} : d_{L_{II}} : d_{L_{III}} : d_M$	1:0,68:1,08:1,14	1:250:320:330	1:100:120:100
Мультипольность	M1	M2	M3
Теоретич. значение $J_{L_I} : J_{L_{II}} : J_{L_{III}} : J_M$	1:0,09:0,02:0,59	1:0,06:0,52: : 0,81	1:0,07:5,4: :4,3
Экспериментальное значение	1:(0,24 $\pm$ 0,12): :(0,20 $\pm$ 0,17): (1,15 $\pm$ 0,50)		

Объединенный институт ядерных исследований

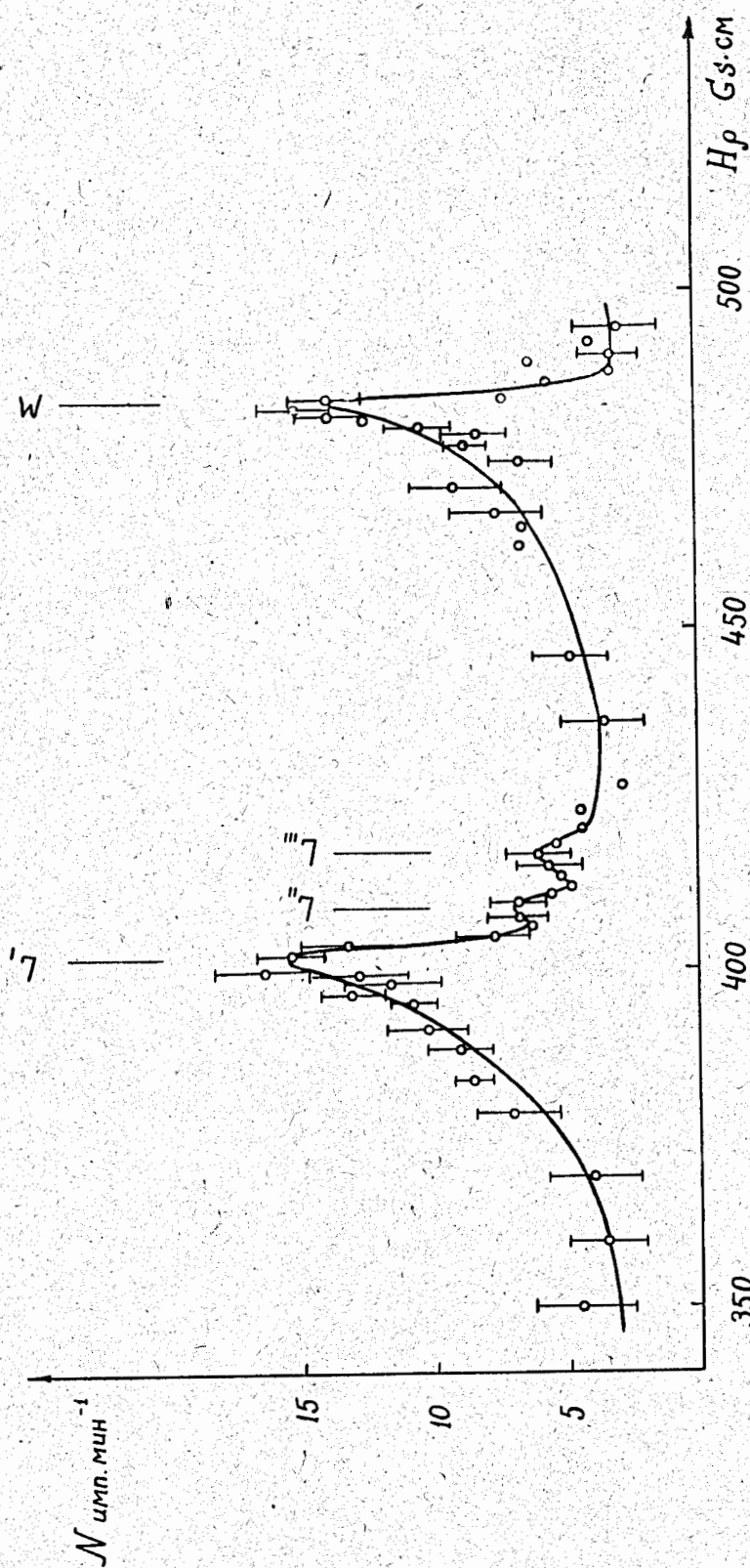


Рис. I.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- /1/ Ван Фу-цзюнь , И.Визи, К.Громов, Б.Джелепов,
А.Кудрявцева, Ю.Язвический. ИАН сер.физ.т.26 № 1, 1962.
- /2/ Murakawa K. Phys.Rev., 93, 1232 (1954).
- /3/ Bogle G.S. and Scovill H.E.D. Proc.Phys.Soc., 65A, 360
(1952).

Б.С. Желепов, А.И. Медведев, Л.Н. Москвин,
И.Ф. Учеваткин и С.А. Шестопалова

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ^{119}Te В ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ ВЫШЕ 600 КэВ

Нейтрондефицитные изотопы ^{118}Te и ^{119}Te получались одновременно в реакции глубокого расщепления при облучении мишени CsCl протонами с энергией 300 МэВ на синхротроне ОИЯИ.

Приготовление источника

Мишень растворялась в 0,1 N растворе NaOH с последующим добавлением: 1) носителей As (10 мг) в виде $\text{Na}_3\text{AsO}_3 \cdot \text{Se}$ (5 мг) в виде Na_2SeO_3 и 2) 10% раствора Na_2S (2 мл). Образовавшиеся тиосоли разлагались подкислением раствора соляной кислотой; осадок сульфидов As и Se при этом практически нацело захватывает Te и Sb (Sb также образуется при бомбардировке). Использованный метод осаждения сульфидов дает лучшую коагуляцию осадка, чем осаждение сероводородом из кислых растворов. После центрифугирования осадок растворялся в концентрированной HCl с добавлением KClO_3 ; полученный раствор нагревался для удаления выделившегося хлора и наносился на хроматографическую микроколонку, наполненную анионитом Дауэкс-1. В условиях нанесения As и Se очень слабо сорбируются смолой, и после промывки 6NHCl на колонке остается только Te и Sb .

Нами было установлено, что $Sb \bar{V}$ в микроколичествах полностью восстанавливается смолой до $Sb \bar{III}$, которая прочно удерживается анионитом при всех концентрациях соляной кислоты.

При этом первым Te элюировался в $0,5 N HCl$, причем ширина пика не превышала одного свободного объема колонки. При использовании перегнанной соляной кислоты метод позволяет получить очень тонкие препараты теллуровой фракции. В качестве подкладки использовалась алюминиевая фольга толщиной 5μ . Размеры источника $0,5 \times 14$ мм.

А п п а р а т у р а

Изучение конверсионного спектра теллуровой фракции производилось с помощью двух β -спектрометров с двукратной фокусировкой электронного пучка, построенных во ВНИИМе.

Спектрометры обладают малым фоном и предназначены для исследования спектров конверсионных электронов малой интенсивности в области больших энергий.

С помощью β -спектрометра с двукратной фокусировкой на угол 180° (разрешающая способность - $0,5\%$, фон совпадений - $0,2$ совп./час.) исследовался спектр короткоживущего изомера Te^{119} . Изучение спектра долгоживущего изомера Te^{119} выполнено на спектрометре с двукратной фокусировкой на угол $\pi \sqrt{2}$, в условиях, когда разрешающая способность равнялась $0,3\%$. Фон совпадений спектрометра меньше 1 совпадения за 40 часов.

Результаты измерений

В работах (1, 3), посвященных изучению конверсионного и γ -спектров ^{118}Te и ^{119}Te , не было обнаружено γ -переходов, соответствующих $T_{1/2} = 6$ дней, и принадлежащих ^{118}Te . В настоящей работе также не замечено γ -переходов ^{118}Te : участок спектра в области ≈ 600 Кэв oscillating с периодами полураспада, принадлежащими изомерам ^{119}Te .

^{119}Te ($T_{1/2} = 17$ час.). Изучение конверсионного спектра короткоживущего изомера ^{119}Te производилось в интервале энергий 600–700 Кэв. Кроме того, впервые промерана конверсионная линия, соответствующая переходу с $E_\gamma \sim 1760$ Кэв; γ -лучи этого перехода наблюдались в работах [1,2]. Результаты измерений представлены на рис.1 и сведены в табл.1.

В интервале энергий 600–700 Кэв отчетливо видны четыре конверсионные линии. Линия с $E_e = 613,8$ Кэв наблюдалась ранее в работе [2] и соответствует известному γ -переходу с $E_\gamma = 644$ Кэв [1,2]. По спаданию интенсивности этой линии в течение 5,5 суток мы уточнили значение периода полураспада: $T_{1/2} = 17,1 \pm 0,7$ часа. Остальные три линии в спектре конверсионных электронов обнаружены впервые. Для всех трех линий измерен период полураспада, который оказался равным ~ 18 часам.

При определении энергий этих линий в качестве реперных служили линии: 1) $E_e = 613,8 \pm 1,2$ Кэв (значение энергии получено на β -спектрометре с двукратной фокусировкой на угол $\pi\sqrt{2}$) и 2) $E_e = 1190,5 \pm 1,0$ Кэв [2], изображенная на рис. 2.

Разности энергий $E_{e_1} - E_{e_2} = 26,7$ Кэв и $E_{e_3} - E_{e_4} = 26,0$ Кэв в пределах ошибок измерений совпадают между собой и близки к разности энергий связи для K-и L - оболочек Sb . Это дает основание идентифицировать группу e_2 как L - конверсию перехода с $E_\gamma = 645$ Кэв, а e_3 и e_4 , соответственно, как K и L - конверсионные электроны перехода с $E_\gamma = 701$ Кэв, неизвестного ранее. Относительные интенсивности измеренных линий приведены в табл. 1.

$T_{e^{119}} (T_{1/2} = 4,75$ дня [1]). Изучение конверсионного спектра долгоживущего изомера $T_{e^{119}}$ производилось в интервале энергий 600-1200 Кэв. Кроме того, впервые промерена конверсионная линия с $E_e = 1344$ Кэв; соответствующий переход ($E_\gamma \sim 1370$ Кэв) наблюдался по γ -лучам в работе [1].

Результаты измерений представлены на рис.2 и сведены в табл.2.

В районе 600-700 Кэв после того, как распался семнадцатичасовой $T_{e^{119}}$, линий, принадлежащих долгоживущему изомеру, не обнаружено. В интервале энергий 700-1200 Кэв наблюдаются семь конверсионных линий, интенсивность которых спадала с периодом, близким к пяти дням. Линия с $E_e = 1025,9$ Кэв наблюдается впервые; остальные шесть линий уже наблюдались в спектре электронов конверсии в работе [3]. Если идентифицировать найденные линии как K - конверсионные электроны, то для соответствующих переходов получим значения энергий, равные: 921, 951, 988, 1056, 1104, 1146 и 1221 Кэв.

Четыре из этих переходов обнаружены по γ -лучам в работах [1,2] (см. табл.2).

Мы не обнаружили конверсионных линий с энергиями 717 и 763 Кэв, замеченных в работах [1, 3], и линию с энергией 823 Кэв, замеченную в работе [3]. Если они и присутствовали, то их интенсивность на порядок меньше, чем в работах [1, 3].

В заключение авторы выражают благодарность В.Л. Чихладзе за помощь в измерениях периода полураспада короткоживущего изомера, а также студентке ЛГУ И. Павловой, принимавшей участие в измерении спектра конверсионных электронов долгоживущего изомера ^{119}Te .

Всесоюзный Научно-Исследовательский Институт
имени Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Т а б л и ц а № 2

№ пп	Данная работа			С.В. Кочегар	И др. [2]		А.А. Сорокин и др. [1]	Б.С. Желепов и др. [3]
	Энергия конверсионных электронов, КэВ	Относительная интенсивность	Идентификация	Энергия переходов, КэВ	Относительная интенсивность	Энергия перехода, КэВ	Относительная интенсивность	Энергия конверсионных электронов, КэВ.
1.	717	$\leq 0,5$	-	-	-	760 $\pm$ 10	-	717
2.	763	$\leq 0,2$	-	-	-	800	-	763
3.	823	≤ 1	-	-	-	-	-	823
4.	890, 8	21 $\pm$ 2	К	921 $\pm$ 3	22	920 $\pm$ 10	-	888
5.	920, 1	14 $\pm$ 2	К	951 $\pm$ 3	-	950 $\pm$ 10	~15 } 60	915
6.	957, 2	11 $\pm$ 2	К	988 $\pm$ 3	-	980 $\pm$ 20		951
7.	1025, 9	8 $\pm$ 1	К	1056 $\pm$ 3	-	-	~15 }	-
8.	1073, 8	13 $\pm$ 2	К	1104 $\pm$ 3	21	1100 $\pm$ 10		1070
9.	1115, 6	14 $\pm$ 2	К	1146 $\pm$ 3	-	-	-	1112
10.	1190, 5	100	К	1221 $\pm$ 1 ^{xx)}	100	1220 $\pm$ 5	100	1190,5 ^{xx)}
11.	1343, 8	2,6 $\pm$ 0,3	К	1374 $\pm$ 4	-	1370	≤ 1	-

х) - период полураспада всех приведенных линий составляет ~ 5 дней.

xx) - значение энергии принято по работе /2/.

Т а б л и ц а № I

№ п/п	Данная работа				
	Энергия конвер- сионной линии, КэВ	Относитель- ная интен- сивность	$T_{1/2}$ часы	Идентифи- кация	Энергия пере- хода, КэВ
I	613,8	100	$17,1 \pm 0,1$	K	$644,3 \pm 1,2$
2	640,5	17 ± 2	$18,3 \pm 1,5$	L	645 ± 2
3	670,5	13 ± 2	$18,4 \pm 1,5$	K	701 ± 2
4	696,5	$2,2 \pm 0,3$	~ 18	L	701 ± 2
5	1730	$0,6 \pm 0,2$	~ 18	K	1760 ± 10

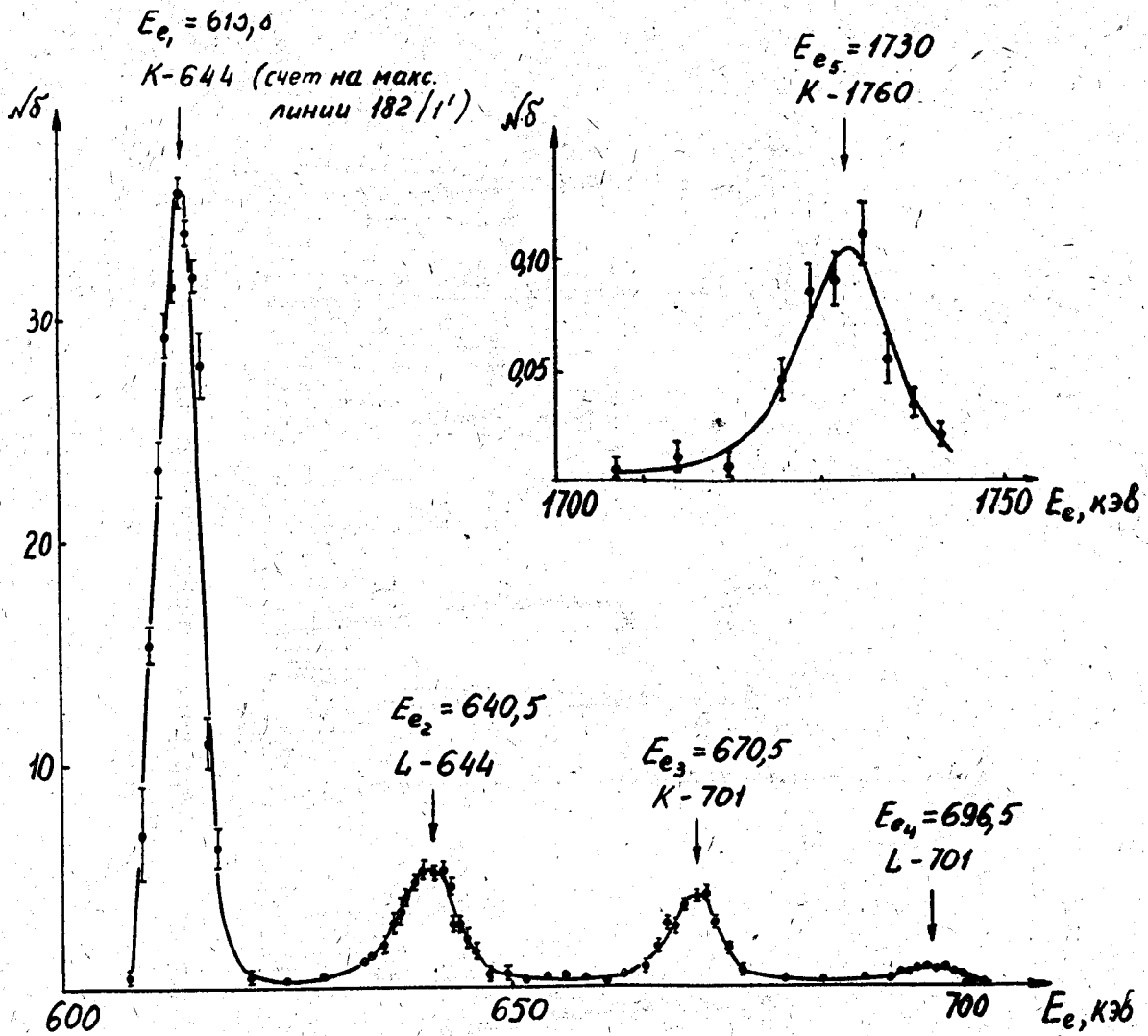


Рис. I. Спектр конверсионных электронов Te^{119}
($T_{1/2} = 17$ час.)

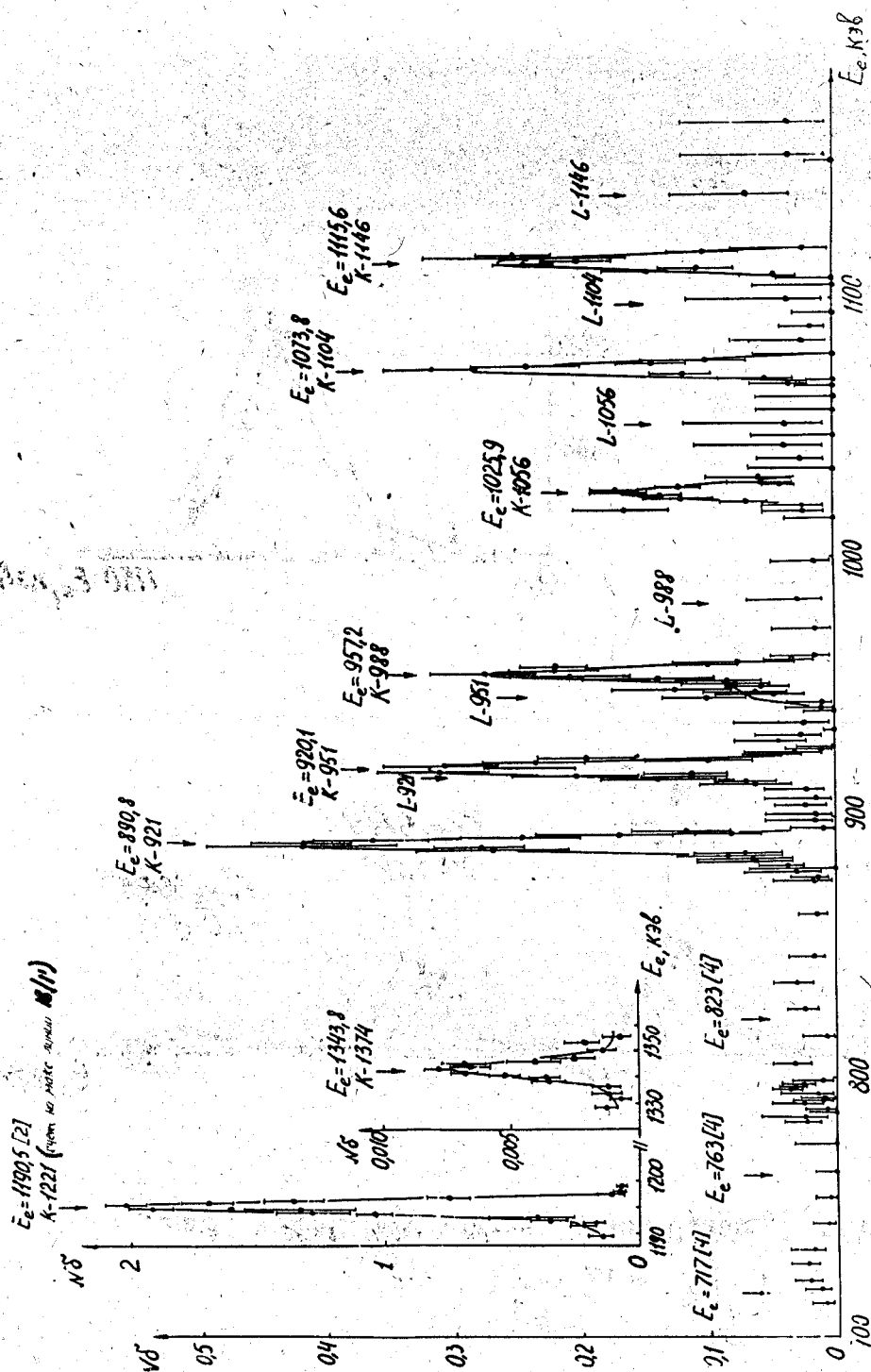


Рис. 2. Спектр конверсионных электронов ^{119}Sn ($T_{1/2} = 4,75$ дня).

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Сорокин, А.Б. Эдеску, М.В. Климентовская, Л.Н. Крюкова, К.П. Митрофанов, В.В. Муравьева, В.Н. Рыбаков, Г. Чандра и В.С. Шпинель. Изв. АН СССР Сер. физ. Т. XXIV, № 12, 1484.

2. C.W. Kocker, Allan C.G., Mitchell, C.B. Creager and T.D. Nainan. Phys. Rev., 120, 1348 (1960).

3. Б.С. Желепов, И.Ф. Учеваткин, В.Л. Чихладзе и С.А. Шестопалова, тезисы докладов XI ежегодного совещания по ядерной спектроскопии в Риге, 1961 г.

4. Б.С. Желепов, А.И. Медведев, И.Ф. Учеваткин и С.А. Шестопалова, материалы XI ежегодного совещания по ядерной спектроскопии в Риге, 1961.

Зайцева Н.Г., Ким Хон Сил.

РАДИОХИМИЧЕСКОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕЛЛУРА БЕЗ НОСИТЕЛЯ.

С целью изучения β -спектров короткоживущих изотопов ^{116}Te (2,5 часа) и ^{117}Te (1,7 часа) была разработана методика выделения препарата радиоактивного теллура без носителя с большой активностью. Радиоактивные изотопы ^{116}Te получались при облучении мишени KJ протонами с энергией 660 Мэв. Выделение основано на соосаждении радиоактивного теллура с неизотопным носителем (Sb^{III}) и дальнейшем их разделении и очистке препарата ^{116}Te , заключающимся в сбросе сурьмы и возможных загрязнений осаждением сульфидов из раствора, в котором теллур находится в шестивалентном состоянии.

Мишень KJ растворялась в $2-3\text{N HCl}$, через раствор пропускался ток H_2S и затем вводилось $\sim 2-3\text{мг}$ носителя Sb^{III} (SbCl_3 в 6N HCl) при непрерывном токе H_2S . Как показали опыты с индикаторными количествами, радиоактивный ^{116}Te полностью осаждается на свежееобразующейся поверхности осадка сульфида сурьмы. Осадок сульфидов фильтровался, промывался 2N HCl , растворялся в конц. HCl с бромом. Раствор упаривался до небольшого объема ($\sim 0,5$ мл), при этом добавлялась конц. HCl (1-2 капли) для полного удаления брома. К полученному после такого упаривания горячему раствору добавлялся раствор $0,1\text{N KMnO}_4$ для окисления $^{116}\text{Te}^{IV}$ до $^{116}\text{Te}^{VI}$. Через этот раствор ($1,5 - 2\text{N по HCl}$) после охлаждения пропускался ток H_2S , выпавший осадок сульфида сурьмы отфильтровывался. Осаждение сульфида из раствора повторялось дважды при введении свежих порций носителя. Эта операция дает полную

очистку препарата теллура. Затем следует этап подготовки препарата для нанесения на мишень. Для этого теллур нужно отделить от макроколичеств марганца, для чего раствор кипятился в течение 20-30 мин. с $6N HCl$ для восстановления Fe^{6+} до Fe^{4+} и Fe еще раз соосаждался с носителем Sb ($\sim 1 mg$) при пропускании тока $H_2 S$. Осадок сульфидов фильтровался через фильтр с диаметром фильтрующей поверхности ~ 10 мм. Сурьма отделялась от теллура растворением осадка на фильтре в конц. HCl . После тщательной промывки фильтра конц. HCl теллур, остающийся на фильтре, растворялся в конц. HCl с несколькими каплями (V_2O_5) . Раствор упаривался почти досуха, теллур смывался несколькими каплями $1N HCl$ (3-4 капли) и наносился на мишень для дальнейших измерений. Следует отметить, что для этих последних операций использовались микропосуда. Выход радиоактивного Te $\sim 80-90\%$, чистота препарата подтверждалась измерениями на β -спектрометре и одноканальном γ -спектрометре, которые показывают линии, соответствующие радиоактивным изотопам Te и дочерним сурьмы. Продолжительность методики ~ 2 часа.

Объединенный институт ядерных исследований.

Г.Ф.Драницына

Массы ядер в области редких земель

При вычислении масс ядер использована полуэмпирическая формула Камерона: $M - A = P(Z, N) + T(Z) + T(N)$.

Плавная функция $P(Z, N)$ оставлена без изменений, а $T(N)$ и $T(Z)$ рассчитаны заново. Наиболее достоверные значения параметров $T(N)$ и $T(Z)$ получены на основе экспериментальных данных, опубликованных до 1 мая 1961 года, из которых можно почерпнуть сведения о массах в области редких земель. Все эти данные, с учетом их весов, обработаны по упрощенному методу наименьших квадратов.

В работе приводится таблица дефектов масс и энергий распада.

В 1-ой, 2-ой и 3-ей колонках таблицы указаны число протонов, атомный вес и число нейтронов, соответственно. В 4-ой и 5-ой колонках приведены дефекты масс, вычисленные Камероном и нами. В последних двух колонках указаны полные энергии

β - распада и e - захвата, которые следуют из наших расчетов.

ТАБЛИЦА

МАСС ЯДЕР В ОБЛАСТИ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ

Z	A	N	M - A по Камерону в кэв	M - A новое кэв	Энергия распада в кэв	
					β^-	e^- - захв.
56	Ba					
	I42	86	-35937	-36817	+1884	
	I41	85	-38796	-39161	+2889	
	I40	84	-42825	-42864	+1221	
	I39	83	-45397	-45255	+2128	
	I38	82	-48350	-48912	-1983	
	I37	81	-48699	-48820	-838	
	I36	80	-49669	-50238	-3830	
	I35	79	-48546	-49033	-2168	
	I34	78	-49374	-49861	-4636	
	I33	77	-48109	-48596	-3122	
	I32	76	-48735	-49222	-5546	
	I31	75	-47318	-47805	-4049	
57	La					
	I42	85	-38684	-38701	4749	-1884
	I41	84	-42359	-42050	3081	-2889
	I40	83	-44575	-44085	3985	-1221
	I39	82	-47169	-47383	-128	-2128
	I38	81	-47156	-46929	1015	1983
	I37	80	-47761	-47982	-1979	838
	I36	79	-46269	-46408	-318	3830
	I35	78	-46726	-46865	-2787	2168
	I34	77	-45086	-45225	-1274	4636
	I33	76	-45335	-45474	-3700	3122
	I32	75	-43537	-43676	-2205	5546
	I31	74	-43617	-43756	-5308	4049
58	Ce					
	I50	92	-20758	-20957	2626	
	I49	91	-22834	-22766	4813	
	I48	90	-26617	-27097	1804	
	I47	89	-28663	-28757	3721	
	I46	88	-32289	-32674	1382	
	I45	87	-34479	-34594	3331	

Z	A	N	M - A - по Камерону в кэВ	M - A новое в кэВ	Энергия распада в кэВ	
					β^-	e-захв
	I44	86	-38171	-38809	412	
	I43	85	-40331	-40454	I412	
	I42	84	-43653	-43450	-258	-4749
	I41	83	-45515	-45131	644	-3081
	I40	82	-47750	-48070	-3470	-3985
	I39	81	-47376	-47255	-2328	I28
	I38	80	-47617	-47944	-5324	-1015
	I37	79	-45758	-46003	-3664	I979
	I36	78	-45845	-46090	-6135	318
	I35	77	-43833	-44078		2787
	I34	76	-43706	-43951		I274
	I33	75	-41529	-41774		3700
	I32	74	-41226	-41471		2205
	I31	73	-38203	-38448		5308
	I30	72	-37542	-37787		3330
	Pr					
59	I50	91	-23549	-23583	6512	-2626
	I49	90	-26997	-27579	3502	-4813
	I48	89	-28705	-28901	5416	-1804
	I47	88	-31991	-32478	3075	-3721
	I46	87	-33839	-34056	5022	-1382
	I45	86	-37185	-37925	2101	-3331
	I44	85	-38996	-39221	3101	-412
	I43	84	-41967	-41866	I429	-1412
	I42	83	-43474	-43192	2330	258
	I41	82	-45353	-45775	-1786	-644
	I40	81	-44619	-44600	-646	3470
	I39	80	-44498	-44927	-3643	2328
	I38	79	-42273	-42620	-1985	5324
	I37	78	-41992	-42339	-4457	3664
	I36	77	-39608	-39955	-2948	6135

Z	A	N	M - A по Камерону в кэв	M - A новое в кэв	Энергия распада в кэв	
					β^-	e-захв.
60	I54	94	<i>Nd</i> -19798	-20211	2025	
	I53	93	-21446	-21844	3507	
	I52	92	-24944	-25288	878	
	I51	91	-26356	-26433	3062	-4327
	I50	90	-29470	-30095	50	-6512
	I49	89	-30842	-31081	1963	-3502
	I48	88	-33787	-34317	-379	-5416
	I47	87	-35293	-35553	1566	-3075
	I46	86	-38295	-39078	-1356	-5022
	I45	85	-39758	-40026	-358	-2101
	I44	84	-42380	-42322	-2032	-3101
	I43	83	-43534	-43295	-1132	-1429
	I42	82	-45057	-45522	-5250	-2330
	I41	81	-43965	-43989	-4111	1786
	I40	80	-43482	-43954	-7109	646
	I39	79	-40894	-41284		3643
	I38	78	-40245	-40635		1985
	I37	77	-37492	-37882		4457
	I36	76	-36617	-37007		2948
61			<i>Pm</i>			
	I55	94	-20459	-20928	3683	-4871
	I54	93	-21782	-22236	5163	-2025
	I53	92	-24951	-25351	2533	-3507
	I52	91	-26033	-26166	4715	-878
	I51	90	-28814	-29495	1701	-3062
	I50	89	-29850	-30145	3612	-50
	I49	88	-32458	-33044	1268	-1963
	I48	87	-33622	-33938	3213	379
	I47	86	-36280	-37119	289	-1566
	I46	85	-37398	-37722	1285	1356
	I45	84	-39670	-39668	-390	358
	I44	83	-40473	-40290	508	2032
	I43	82	-41642	-42163	-3611	1132
	I42	81	-40192	-40272	-2474	5250
	I41	80	-39350	-39878	-5474	4111
	I40	79	-36399	-36845	-3818	7109

Z	A	N	M - A по Камерону в кэВ	M - A новое в кэВ	Энергия распада в кэВ	
					β^-	e - захв.
Sm						
62	I59	97	-14960	-15544	2954	
	I58	96	-18636	-18353	1592	
	I57	95	-19987	-20120	3012	
	I56	94	-23208	-23628	163	
	I55	93	-24206	-24611	1642	-3683
	I54	92	-27048	-27399	-990	-5163
	I53	91	-27800	-27884	1190	-2533
	I52	90	-30249	-30881	-1825	-4715
	I51	89	-30950	-31196	85	-1701
	I50	88	-33220	-33757	-2260	-3612
	I49	87	-34045	-34312	-318	-1268
	I48	86	-36361	-37151	-3243	-3213
	I47	85	-37133	-37408	-2248	-289
	I46	84	-39058	-39007	-3925	-1285
	I45	83	-39510	-39278	-3028	390
	I44	82	-40326	-40798	-7148	-508
	I43	81	-38521	-38552	-6013	3611
I42	80	-37319	-37798		2474	
I41	79	-34007	-34404		5474	
I40	78	-32630	-33027		3818	
Eu						
63	I59	96	-19171	-18498	3628	-2954
	I58	95	-20202	-19945	5047	-1592
	I57	94	-23102	-23132	2196	-3012
	I56	93	-23776	-23791	3673	-163
	I55	92	-26292	-26253	1040	-1642
	I54	91	-26715	-26409	3219	990
	I53	90	-28832	-29074	203	-1190
	I52	89	-29200	-29056	2111	1825
	I51	88	-31134	-31281	-236	-85
	I50	87	-31620	-31497	1705	2260
	I49	86	-33594	-33994	-1221	318
	I48	85	-34023	-33908	-228	3243
	I47	84	-35601	-35160	-1906	2248

Z	A	N	M - A по Камерону в КэВ	M - A новое в КэВ	Энергия распада в КэВ	
					β^-	$e^-/\text{захв}$
64	I46	83	-35704	-35082	-1010	3925
	I45	82	-36168	-36250	-5132	3028
	<i>Gd</i>					
	I65	101	-8030	-8514	3941	
	I64	100	-11974	-11986	2034	
	I63	99	-13559	-13859	3038	
	I62	98	-17054	-17047	1312	
	I61	97	-18204	-18821	1398	
	I60	96	-21247	-20997	34	
	I59	95	-21960	-22126	1451	-3628
	I58	94	-24539	-24992	-1401	-5047
	I57	93	-24890	-25328	74	-2196
	I56	92	-27080	-27464	-2560	-3673
	I55	91	-27176	-27293	-383	-1040
	I54	90	-28963	-29628	-3401	-3219
	I53	89	-28998	-29277	-1494	-203
	I52	88	-30597	-31167	-3842	-2111
	I51	87	-30745	-31045	-1902	236
	I50	86	-32379	-33202	-4830	-1705
	I49	85	-32465	-32773	-3838	1221
	I48	84	-33698	-33680	-5517	228
	I47	83	-33453	-33254		1906
	I46	82	-33567	-34072		1010
	I45	81	-31054	-31118		5132
	<i>Tb</i>					
65	I65	100	-12737	-12455	3265	-3941
	I64	99	-14014	-14020	4267	-2034
	I63	98	-17198	-16897	2539	-3038
	I62	97	-18036	-18359	2623	-1312
	I61	96	-20763	-20219	1258	-1398
	I60	95	-21159	-21031	2673	-34
	I59	94	-23418	-23577	-180	-1451
	I58	93	-23447	-23591	1294	1401
	I57	92	-25312	-25402	-1341	-74

Z	A	N	M - A по Камерону в КэВ	M - A новое в КэВ	Энергия распада в КэВ	
					β^-	e^- захв
	I57	92	-25312	-25402	-1341	-74
	I56	91	-25081	-24904	834	2560
	I55	90	-26539	-26910	-2185	383
	I54	89	-26242	-26227	-279	3401
	I53	88	-27507	-27783	-2629	1494
	I52	87	-27319	-27325	-690	3842
	I51	86	-28614	-29143	-3620	1902
	I50	85	-28358	-28372	-2628	4830
	I49	84	-29247	-28935	-4308	3838
	I48	83	-28656	-28163	-3415	5517
	Pu					
66	I71	I05	-469	-964	4564	
	I70	I04	-4548	-4588	2960	
	I69	I03	-6338	-6908	3778	
	I68	I02	-I0054	-I0346	I294	
	I67	I01	-II454	-II603	2592	
	I66	I00	-I4786	-I4463	682	
	I65	99	-I5755	-I5720	I682	-3265
	I64	98	-I8629	-I8287	-47	-4267
	I63	97	-I9154	-I9436	37	-2539
	I62	96	-2I567	-20982	-I330	-2623
	I61	95	-2I646	-2I477	84	-I258
	I60	94	-23586	-23704	-277I	-2673
	I59	93	-23294	-23397	-I298	I80
	I58	92	-24836	-24885	-3935	-I294
	I57	91	-24279	-2406I	-I76I	I34I
	I56	90	-25408	-25738	-4780	-834
	I55	89	-2478I	-24725	-2877	2I85
	I54	88	-257I3	-25948	-5227	279
	I53	87	-25I89	-25I54	-3289	2629
	I52	86	-26I47	-26635		690
	I51	85	-25550	-25523		3620
	I50	84	-26097	-25744		2628
	I49	83	-25I6I	-24627		4308
	I48	82	-24578	-24748		34I5

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e - захв.
Ho						
67	I7I	I04	-5356	-5528	376I	-4564
	I70	I03	-6846	-7548	4579	-2960
	I69	I02	-I0262	-I0686	2093	-3778
	I68	I0I	-II359	-II640	3389	-I294
	I67	I00	-I4386	-I4I95	I478	-2592
	I66	99	-I5048	-I5I45	2477	-682
	I65	98	-I76I2	-I7402	748	-I682
	I64	97	-I7826	-I8240	830	47
	I63	96	-I9926	-I9473	-540	-37
	I62	95	-I9689	-I9652	873	I330
	I6I	94	-2I3II	-2I56I	-I983	-84
	I60	93	-20698	-20933	-5I0	277I
	I59	92	-2I9I8	-22099	-3I50	I298
	I58	9I	-2I036	-20950	-976	3935
	I57	90	-2I838	-22300	-3997	I76I
	I56	89	-20882	-20958	-2095	4780
	I55	88	-2I48I	-2I848	-4445	2877
	I54	87	-20624	-2072I	-25I0	5227
Er						
68	I78	II0	I0230	I0308	35I0	
	I77	I09	7773	7594	4458	
	I76	I08	36I7	3645	2636	
	I75	I07	I583	I228	3704	
	I74	I06	-2243	-2548	I62I	
	I73	I05	-3842	-4534	2372	
	I72	I04	-7329	-7566	765	
	I7I	I03	-8522	-9289	I58I	-376I
	I70	I02	-II638	-I2I27	-907	-4579
	I69	I0I	-I2433	-I2779	388	-2093
	I68	I00	-I5I55	-I5029	-I524	-3389
	I67	99	-I55II	-I5673	-526	-I478
	I66	98	-I7767	-I7622	-2257	-2477
	I65	97	-I767I	-I8I50	-2I77	-748

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e^- -захв.
69	I64	96	-19458	-19070	-3547	-830
	I63	95	-18905	-18933	-2135	540
	I62	94	-20210	-20525	-4992	-873
	I61	93	-19278	-19578	-3522	1983
	I60	92	-20177	-20423	-6162	510
	I59	91	-18970	-18949		3150
	I58	90	-19447	-19974		976
	I57	89	-18162	-18303		3997
	I56	88	-18431	-18863		2095
	I55	87	-17241	-17403		4445
	I54	86	-17526	-18211		2510
	T_m					
	I78	I09	6799	6798	5572	-3510
	I77	I08	2930	3136	3748	-4458
	I76	I07	1186	1009	4816	-2636
	I75	I06	-2349	-2476	-2730	-3704
	I74	I05	-3655	-4169	-3480	-1621
	I73	I04	-6847	-6906	1871	-2372
	I72	I03	-7742	-8331	2686	-765
	I71	I02	-10559	-10870	197	-1581
	I70	I01	-11052	-11220	1491	907
	I69	I00	-13471	-13167	-422	-388
	I68	99	-13521	-13505	575	1524
	I67	98	-15470	-15147	-1158	526
	I66	97	-15064	-15365	-1079	2257
	I65	96	-16539	-15973	-2450	2177
	I64	95	-15673	-15523	-1040	3547
	I63	94	-16661	-16798	-3897	2135
	I62	93	-15411	-15533	-2428	4992
	I61	92	-15988	-16056	-5069	3522
	Y_β					
70	I83	113	16747	17243	4796	
	I82	112	12592	12871	2756	

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e-захв.
	I81	III	I0273	I0257	3371	
	I80	II0	6394	I016745	I719	
	I79	I09	4508	4602	2665	
	I78	I08	925	I226	839	-5572
	I77	I07	-530	-612	I906	-3748
	I76	I06	-3775	-3807	-I81	-4816
	I75	I05	-4787	-5206	568	-2730
	I74	I04	-7685	-7649	-I042	-3480
	I73	I03	-8283	-8777	-228	-I87I
	I72	I02	-I080I	-II0I7	-27I8	-2686
	I7I	I0I	-I0994	-II067	-I426	-I97
	I70	I00	-I3II0	-I27II	-3340	-I49I
	I69	99	-I2856	-I2745	-2345	422
	I68	98	-I4498	-I4080	-4079	-575
	I67	97	-I3783	-I3989	-400I	II58
	I66	96	-I4947	-I4286		I079
	I65	95	-I3768	-I3523		2450
	I64	94	-I444I	-I4483		I040
	I63	93	-I2874	-I290I		3897
	I62	92	-I3I32	-I3I05		2428
	I6I	9I	-II28I	-I0987		5069
	I60	90	-III09	-II363		2898
			Lu			
7I	I83	II2	I2098	I2447	3437	-4796
	I82	III	I006I	I0II5	4053	-2756
	I8I	II0	6465	6886	2400	-337I
	I80	I09	4862	5026	3343	-I7I9
	I79	I08	I566	I937	I5I7	-2665
	I78	I07	399	387	258I	-839
	I77	I06	-2556	-25I8	493	-I906
	I76	I05	-3277	-3626	I240	I8I
	I75	I04	-5880	-5774	-370	-568
	I74	I03	-6I83	-6607	442	I042
	I73	I02	-8403	-8549	-2049	228

Ta

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e^- захв.
	I88	II5	I9846	205I8	4097	-2808
	I87	II4	I6249	I7368	32I0	-3748
	I86	II3	I43I9	I4830	3932	-286I
	I85	II2	I0998	II292	I888	-3585
	I84	III	952I	9520	250I	-I542
	I83	II0	6487	6853	844	-2I57
	I82	I09	5452	556I	I786	-50I
	I8I	I08	2727	3043	-43	-I443
	I80	I07	2I34	2067	I020	384
	I79	I06	-244	-26I	-I07I	-68I
	I78	I05	-38I	-785	-325	I409
	I77	I04	-2399	-2348	-I938	663
	I76	I03	-2II2	-259I	-II28	2275
	I75	I02	-3739	-3940	-362I	I464
	I74	I0I	-3035	-3093	-2333	3956
	I73	I00	-4248	-3834	-425I	2666
	I72	99	-3084	-2958	-3258	4583
	I7I	98	-38II	-3378	-4995	3590
W						
74	I98	I24	42496	43634	4334	
	I97	I23	40II2	40826	48I0	
	I96	I22	36547	3728I	32I9	
	I95	I2I	34994	35066	4297	
	I94	I20	32075	3I5II	I875	
	I93	II9	30040	30II2	3276	
	I92	II8	26343	27046	3226	
	I9I	II7	23846	2376I	2469	
	I90	II6	2023I	20963	I065	-456I
	I89	II5	I8I2I	I9298	2004	-3I58
	I88	II4	I4797	I642I	III4	-4097
	I87	II3	I3I42	I4I58	I835	-32I0
	I86	II2	I0099	I0898	-2I0	-3932
	I85	III	8900	9404	40I	-I888
	I84	II0	6I48	70I9	-I256	-250I
	I83	I09	5395	6009	-3I5	-844

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e^- -захв.
	I82	I08	2954	3775	-2145	-I786
	I8I	I07	2648	3086	-I083	43
	I80	I06	559	I047	-3I75	-I020
	I79	I05	709	8I0	-2432	I07I
	I78	I04	-I0I6	-460	-4045	325
	I77	I03	-436	-4I0		I938
	I76	I02	-I767	-I463		II28
	I75	I0I	-766	-3I9		362I
	I74	I00	-I679	-760		2333
	I73	99	-2I4	4I7		425I
	I72	98	-638	300		3258
	I7I	97	I303	I6I7		4995
	Re					
	I98	I23	39224	39300	5558	-4334
	I97	I22	35920	360I6	3966	-48I0
	I96	I2I	34628	34062	5042	-32I9
	I95	I20	3I97I	30769	26I8	-4297
	I94	II9	30202	29636	40I8	-I875
	I93	II8	2677I	26836	2968	-3276
	I92	II7	24543	23820	32I0	-3226
	I9I	II6	2II98	2I292	I805	-2469
	I90	II5	I9359	I9898	2742	-I065
	I89	II4	I6308	I7294	I85I	-2004
	I88	II3	I4929	I5307	257I	-III4
	I87	II2	I2I62	I2323	525	-I835
	I86	III	II242	III08	II35	2I0
	I85	II0	8770	9003	-523	-40I
	I84	I09	8299	8275	4I6	I256
	I83	I08	6I4I	6324	-I4I5	3I5
	I82	I07	6I20	5920	-354	2I45
75	I8I	I06	43I9	4I69	-2447	I083
	I80	I05	4759	4222	-I704	3I75
	I79	I04	3324	3242	-33I9	2432
	I78	I03	4I97	3585	-25I2	4045

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e^- -захв.
76	202	I26	44468	44760	3270	
	201	I25	41782	42255	3707	
	200	I24	38625	39058	2544	
	I99	I23	36758	36767	3018	
	I98	I22	33713	33742	1425	-5558
	I97	I21	32683	32050	2500	-3966
	I96	I20	30289	29020	75	-5042
	I95	II9	28784	28151	1474	-2618
	I94	II8	25620	25618	1423	-4018
	I93	II7	23658	22868	663	-3968
	I92	II6	20583	20610	-743	-3210
	I91	II5	19015	19487	193	-1805
	I90	II4	16237	17156	-699	-2742
	I89	II3	15132	15443	20	-1851
	I88	II2	12642	12736	-2027	-2571
	I87	III	11999	11798	-1418	-525
	I86	II0	9807	9973	-3078	-1135
	I85	I09	9617	9526	-2140	523
	I84	I08	7743	7859	-3971	-416
	I83	I07	8006	7739	-2912	1415
	I82	I06	6491	6274	-5006	354
	I81	I05	7220	6616		2447
	I80	I04	6075	5926		1704
	I79	I03	7240	6561		3319
	I78	I02	6498	6097		2512
77	202	I25	40969	41490	4448	-3270
	201	I24	38067	38548	3283	-3707
	200	I23	36457	36514	3755	-2544
	I99	I22	33672	33749	2161	-3018
	I98	I21	32902	32317	3235	-1425
	I97	I20	30771	29550	809	-2500
	I96	II9	29530	28945	2207	-75
	I95	II8	26631	26677	2154	-1474
	I94	II7	24937	24195	1394	-1423
	I93	II6	22130	22205	-14	-663
	I92	II5	20833	21353	921	743

Z	A	N	M - A по Камеруну в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e-захв.
	191	114	18327	19294	28	-193
	190	113	17496	17855	746	699
	189	112	15281	15423	-1302	-20
	188	111	14916	14763	-694	2027
	187	110	13002	13216	-2355	1418
	186	109	13094	13051	-1416	3078
	185	108	11502	11666	-3250	2140
	184	107	12049	11830	-2192	3971
	183	106	10820	10651	-4287	2912
	182	105	11836	11280	-3546	5006
Pt						
78	205	127	46318	46613	5730	
	204	126	40932	41723	2582	
	203	125	38755	39727	3016	
	202	124	36110	37042	1850	-4448
	201	123	34757	35265	2322	-3283
	200	122	32231	32759	727	-3755
	199	121	31722	31588	1800	-2161
	198	120	29852	29082	-627	-3235
	197	119	28875	28741	769	-809
	196	118	26241	26738	716	-2207
	195	117	24814	24523	-46	-2154
	194	116	22275	22801	-1454	-1394
	193	115	21248	22219	-521	14
	192	114	19014	20432	-1414	-921
	191	113	18456	19266	-698	-28
	190	112	16516	17109	-2747	-746
	189	111	16427	16725	-2140	1302
	188	110	14792	15457	-3801	694
	187	109	15163	15571	-2865	2355
	186	108	13852	14467	-4700	1416
	185	107	14684	14916		3250
	184	106	13740	14022		2192
	183	105	15043	14938		4287
	182	104	14476	14826		3546

Z	A	N	M - A по Камарону в КЭВ	M - A новое в КЭВ	Энергия распада	
					β^-	e - захв.
79	205	I26	4073I	40883	3111	-5730
	204	I25	38808	3914I	3544	-2582
	203	I24	364I8	3671I	2377	-3016
	202	I23	35323	35I92	2848	-I850
	20I	I22	33054	32943	I25I	-2322
	200	I2I	32805	32032	2323	-727
	I99	I20	31I97	29788	-I05	-I800
	I98	II9	30482	29709	I290	627
	I97	II8	*28II4	27972	I236	-769
	I96	II7	26952	26022	473	-7I6
	I95	II6	24682	24569	-936	46
	I94	II5	23923	24255	-4	I454
	I93	II4	2I96I	22740	-898	52I
	I92	II3	2I675	2I846	-I83	I4I4
	I9I	II2	200I0	I9964	-2232	698
	I90	III	20I97	I9856	-I626	2747
	I89	II0	I8839	I8865	-3289	2I40
	I88	I09	I9489	I9258	-2354	380I
	I87	I08	I8460	I8436	-4I88	2865
	I86	I07	I9574	I9I67	-3I3I	4700
80	208	I28	47405	47099	3335	
	207	I27	43953	43647	40I8	
	206	I26	3907I	3926I	867	-6260
	205	I25	3740I	37772	I299	-311I
	204	I24	35266	35597	I3I	-3544
	203	I23	34427	34334	60I	-2377
	202	I22	324I7	32344	-996	-2848
	20I	I2I	32427	3I692	74	-I25I
	200	I20	3I080	29709	-2354	-2323
	I99	II9	30628	29893	-960	I05
	I98	II8	28523	284I9	-I0I6	-I290
	I97	II7	27628	26736	-I779	-I236
	I96	II6	25624	25549	-3I90	-473
	I95	II5	25I35	25505	-2258	936

Z	A	N	M - A по Камерону в КэВ	M - A новое в КэВ	Энергия распада в КэВ	
					β^-	e-захв.
	194	114	23442	24259	-3154	4
	193	113	23429	23638	-2439	898
	192	112	22037	22029	-4490	183
	191	111	22499	22196	-3885	2232
	190	110	21418	21482	-5549	1626
	189	109	22347	22154	-4614	3289
	188	108	21598	21612		2354
	187	107	22993	22624		4188
	186	106	22617	22298		3131
Te						
81	210	129	51621	51628	4947	-3979
	209	128	46959	46966	3238	-5044
	208	127	43757	43764	3919	-3335
	207	126	39126	39629	767	-4018
	206	125	37710	38394	1199	-867
	205	124	35829	36473	29	-1299
	204	123	35246	35466	498	-131
	203	122	33493	33733	-1101	-601
	202	121	33762	33340	-31	996
	201	120	32676	31618	-2460	-74
	200	119	32485	32063	-1068	2354
	199	118	30644	30853	-1124	960
	198	117	30014	29435	-1889	1016
	197	116	28277	28515	-3300	1779
	196	115	28056	28739	-2369	3190
	195	114	26633	27763	-3266	2258
	194	113	26891	27413	-2552	3154
	193	112	25772	26077	-4604	2439
	192	111	26509	26519	-4000	4490
	191	110	25704	26081	-5664	3885
Pb						
82	208	126	38912	39845		-3919
	207	125	37748	38862		-767

Z	A	N	M - A по Камерону в Кэв	M - A новое в Кэв	Энергия распада в Кэв	
					β^-	e^- - захв.
	206	124	36121	37195		-1199
	205	123	35794	36444		-29
	204	122	34298	34968		-198
	203	121	34826	34834		1101
	202	120	33999	33371		31
	201	119	34070	34078		2460
	200	118	32492	33131		1068
	199	117	32126	31977		1124
	198	116	30656	31324		1889
	197	115	30702	31815		3300
	196	114	29548	31108		2369
	195	113	30077	31029		3266
	194	112	29230	29965		2552
	193	111	30241	30681		4604
	192	110	29712	30519		4000
	191	109	31195	31745		5664

А.К. Лаврухина, Г.М. Колесов

ИЗУЧЕНИЕ ВЫХОДОВ ИЗОТОПОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ САМАРИЯ ПРОТОНАМИ С ЭНЕРГИЕЙ
660 МЭВ

Ранее было показано, что выходы изотопов редкоземельных элементов цериевой группы, образующихся при расщеплении европия^{/1/}, значительно выше сечений их образования из гафния^{/2/} или тантала^{/3/}, что и послужило основой для разработки метода получения нейтронодефицитных изотопов элементов цериевой группы из облученного самария^{/4/}, как наиболее доступной и дешевой редкой земли. В настоящем сообщении приводятся полученные результаты радиохимического исследования.

Оксид самария в количестве 100-200 мг, содержащая по данным спектрального анализа кроме основного компонента $\sim 0,5\% \text{Eu}_2\text{O}_3$, $< 0,01\% \text{Yb}_2\text{O}_3$ и по 0,01-0,05% Cu , Al , Fe , Si , Mg , облучалась в пакете из алюминиевой фольги в течение 45-60 мин. во внутреннем пучке протонов с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне Объединенного института ядерных исследований. Отделение вещества мишени от образовавшихся радиоактивных изотопов редких земель осуществлялось электролизом с ртутным катодом^{/4/}, а их последующее разделение - хроматографическим методом (рис.1).

Из каждой фракции отбирались капли с максимальной активностью и производилось их измерение на установке Б-2 со счетчиком МСТ-17, на магнитном анализаторе, на 4π -сцинтилляционном счетчике с кристаллом $\text{CsI}(\text{Fe})$ и на 100-канальном сцинтилляцион-

ном γ -спектрометре. На установке с торцовым счетчиком образцы измерялись в течение 3-24-х месяцев; ошибка счета не превышала $\pm 3 - 5\%$. Радиоизотопы редких земель идентифицировались по периодам полураспада, энергиям излучения, определяемым по поглощению в алюминии и на γ -спектрометре (рис.2), а также по типу распада (например, рис.3).

Сечения образования изотопов рассчитывались как и в работе /5/, число актов распада электрозахватных изотопов определялось по L -излучению, сопровождающему K -захват /6/, и в некоторых случаях с помощью 4π -сцинтилляционного счетчика /7/. Ошибка в определении выходов составляла $\sim 50\%$. Выход Pr^{134} рассчитывался по активности дочернего Ce^{134} , выход Sm^{142} - в предположении, что позитронный распад составляет 10%. При определении выходов Ce^{132} , Nd^{139} , Nd^{140} учитывался вклад дочерних изотопов /8/, образующихся в процессе измерения образцов. При расчете выходов La^{132} , Pr^{139} был учтен вклад соседних изобар; для изотопов Ce^{132} , Nd^{139} , Nd^{140} изобары с $Z + 1$ не известны и поэтому их вклад оценить не удалось.

Мониторирование пучка протонов осуществлялось по активности Na^{24} из алюминиевой фольги; сечение реакции $Al^{27}(p, 3pn)$ Na^{24} принималось равным 10 мбарн.

На основании экспериментальных данных, приведенных в таблице I и интерполированных - полученных из карты изотопов в координатах N, Z - построены кривые распределения выходов для каждого определяемого элемента по их массовым числам (рис.4). Куполообразное распределение наблюдается только у церия и празеодима; для

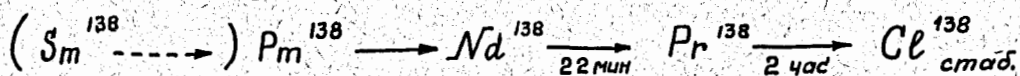
других элементов получена только правая ветвь этих куполов, что объясняется, по-видимому, отсутствием сведений об изотопах с большим недостатком нейтронов. Максимум выходов приходится на Ce^{132} , Ce^{134} , Ra^{137} , Nd^{139} , Pr^{141} , Sm^{142} и для ядер с $\Delta Z = (Z \text{ исход.} - Z \text{ продукта}) \leq 3$ составляет ~ 65 мбарн. Выход изотопов с $\Delta Z > 3$ заметно снижается (рис. 4, табл. 2). Из кривых рис. 4 можно дополнительно получить сведения еще о 15 радиоактивных и 14 стабильных изотопах; а куполообразный характер распределения позволяет предсказать выход более легких, пока неизвестных изотопов.

Кривая зависимости кумулятивных выходов изобар от A представлена на рис. 5, из которого видно, что максимальный выход приходится на массовые числа 138–146 и составляет для каждого A в этой области ~ 50 –130 мбарн.

Суммарное сечение образования изотопов редкоземельных элементов, как следует из таблицы 2, равно ~ 1 барн, т.е. 57% от геометрического сечения ядра. Изотопы с недостатком нейтронов составляют 76% от суммы выходов всех образующихся изотопов редких земель; вклад стабильных и нейтроноизбыточных ядер равен 18 и 6% соответственно.

Следует также отметить, что во фракции лантана осталась неидентифицированной активность, возрастающая с периодом ~ 2 часа. Возможно это Ba^{129} – дочерний продукт нового изотопа La^{129} .

Во фракции неодима через 11 часов после облучения обнаружена активность с $T = \sim 25$ мин. Если это Nd^{138} (период полураспада по данным таблицы изотопов ^{/9/} равен 22 мин.), то должны существовать изотопы (самария) и прометия, распадающиеся по цепочке:



Во фракции самария через 8,6 час. обнаружена активность с $T = 15$ –20 мин; может быть это Sm^{143} , полученный при распаде нового изотопа Eu^{143} .

Таблица I

Экспериментальные данные о радиоактивных изотопах
редкоземельных элементов, образующихся при расщеплении самария

Z	Изотоп A	Период полу- распада ^{x)}	Тип рас- пада	Энергия		Сечение образова- ния ^{xx)} мбарн.
				β^+, β^- излуче- ния ^{x)} Мэв	γ -излу- чения, Кэв	
	I	2	3	4	5	6
57	La ¹³¹	I час.	β^+			
	La ¹³²	4,6 час.	β^+	3,4	515	II
	La ¹³⁵	19 час.	э.э., β^+		40,93, 224,306	3
	La ¹⁴⁰	39 "	β^-	1,4	175	0,15
58	Ce ¹³²	4 час.	β^+	3,0		3
	Ce ^{133, 137}	9 час.	э.э., β^+			
	Ce ¹³⁴	71 "	э.э.		510	21
	Ce ¹³⁵	19,5 час.	э.э., β^+	0,6	217,277, 810,1020	
	Ce ¹³⁹	140 дн.	э.э.		185	3,4
59	Pz ¹³⁴	I час.	β^+			2,9
	Pz ^{136, 137}	1,4 час.	э.э., β^+		80,305, 510,700, 810,1060	
	Pz ¹³⁹	4,2 "	э.э., β^+	0,97		12
	Pz ¹⁴²	18 "	β^-	2,3		2
	Pz ¹⁴³	132 дн.	β^-			0,9
60	Nd ¹³⁸	25 мин.	β^+			
	Nd ¹³⁹	6,3 часа	э.э., β^+	3,5	78,970 ?	64
	Nd ¹⁴⁰	3,4 дн.	э.э.			40
	Nd ¹⁴¹	2,2 час.	э.э., β^+	0,6		
	Nd ¹⁴⁷	12 дн.	β^-	0,7	190,300, 510,690	2

2 опытов.

Таблица 2

Содержание изотопов редкоземельных элементов в
продуктах расщепления самария

Элемент	Z	Сечение образования изотопов, мбарн			
		α, β^+	стаб.	β^-	суммарное для Z
лантан	57	43,1	0,7	0,2	44
церий	58	62,4	17,8		80,2
празеодим	59	105	4	2,9	111,9
неодим	60	168	47,5	2	217,5
прометий	61	194	-	44	238
самарий	62	195	113	11,5	319,5
Всего:	σ , мбарн	767,5	183,0	60,6	1011,1
	%	76	18	6	100

Активность с периодом полураспада ~ 80 мин во фракции европия можно объяснить либо примесью $Sm I^{42}$, либо новым изотопом $Eu I^{43}$.

Активность во фракции прометия, спадающая с периодом 13,5 час возможно относится к $Pm I^{53}$, т.к. вычисленное сечение этого изотопа удовлетворительно укладывается на кривой распределения выходов по массовым числам (рис. 4).

В ы в о д ы

1. При расщеплении самария с энергией 660 Мэв образовавшиеся нейтронодефицитные изотопы составляют 76% от общего сечения образования изотопов редких земель. Установленный характер распределения выходов каждого элемента по их массовым числам дает возможность предсказать выход еще неизвестных, самых легких изотопов и оценить изотопный состав редких земель.

2. Сечения образования радиоизотопов редкоземельных элементов цериевой группы в 10-30 раз превышают сечения их образования из гафния или тантала. Кумулятивный выход для каждого A в области массовых чисел 138-146 составляет 50-130 мбарн, что может служить основой для получения высокоактивных препаратов, пригодных для целей ядерной спектроскопии.

3. Высказано предположение об образовании новых изотопов La^{129} , Pm^{138} , (Pm^{153}) и Eu^{143} .

Пользуемся случаем, чтобы поблагодарить Тан Сяо-ен и Т.И.Холодовскую за помощь в работе.

Институт Геохимии и Аналитической химии имени

В.И.Вернадского Академии наук СССР

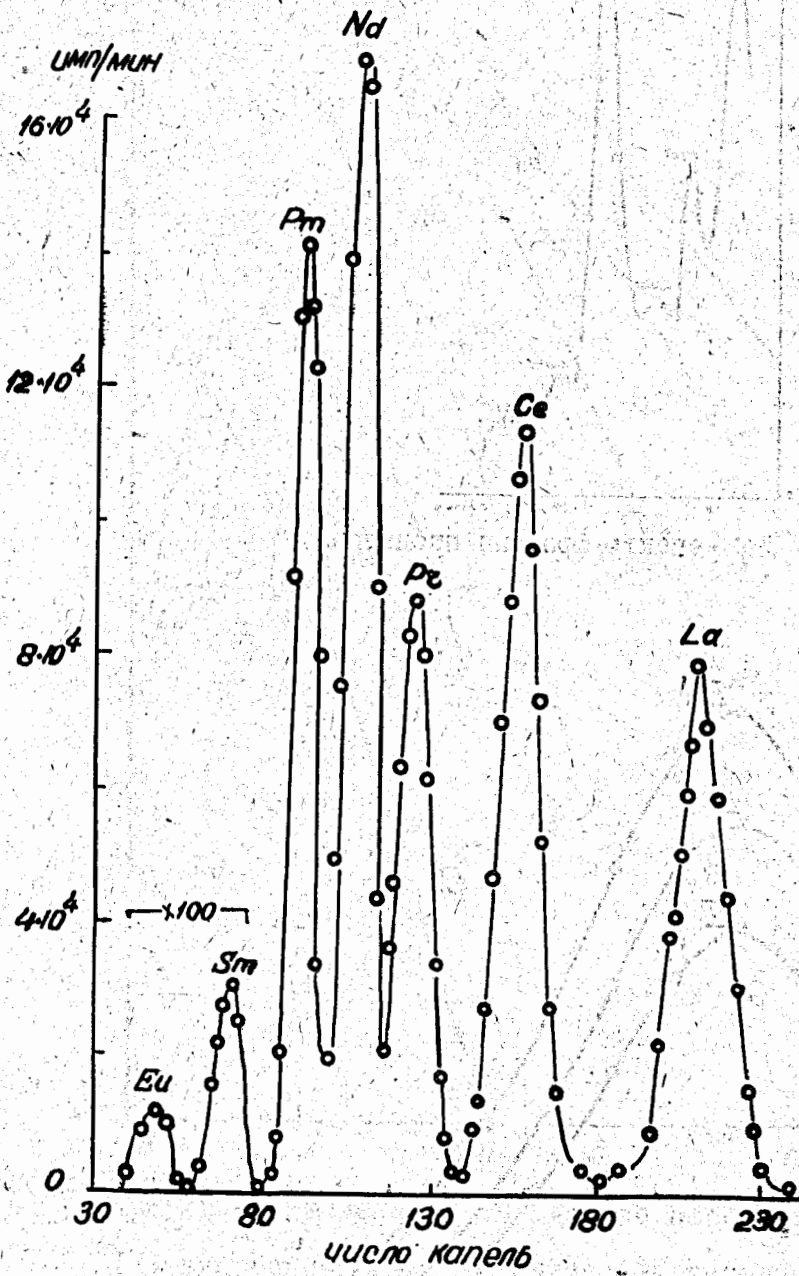


Рис. I Выходная кривая хроматографического разделения редкоземельных элементов, образующихся при расщеплении самария.

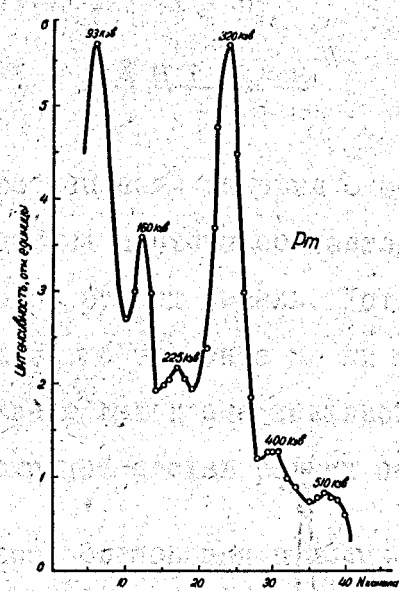


Рис.2 γ -спектр фракции прометия.

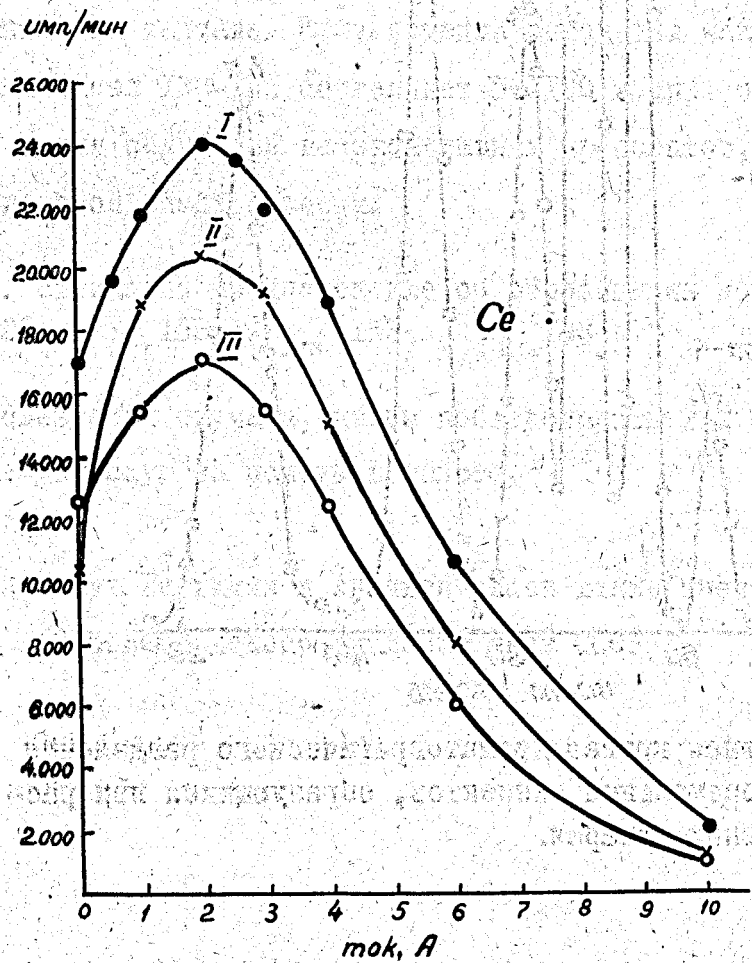


Рис.3 Позитронный спектр фракции церия. Кривые I, II, III получены при измерении через определенные промежутки времени.

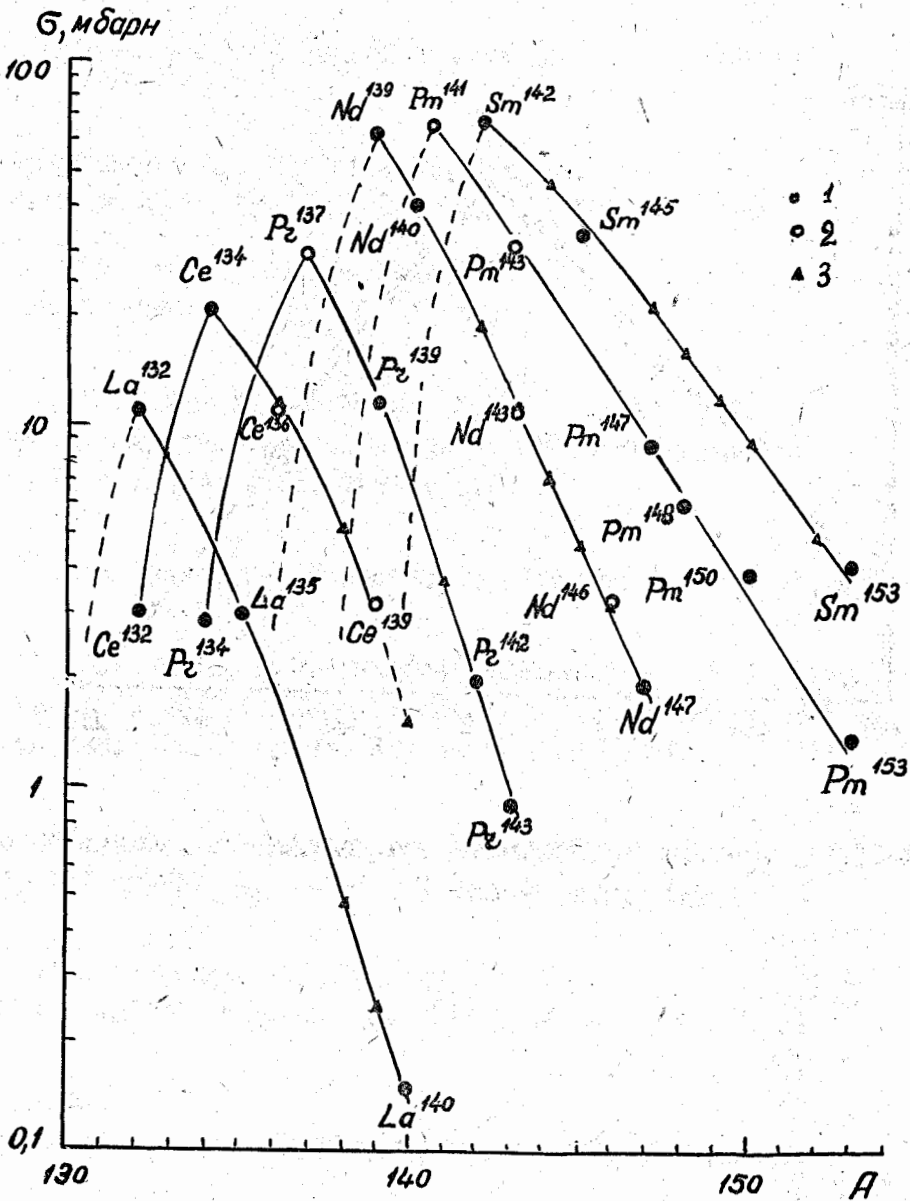


Рис. 4

Кривые распределения выходов по массовым числам:

1 - экспериментальные данные; 2 - интерполированные данные; 3 - стабильные ядра.

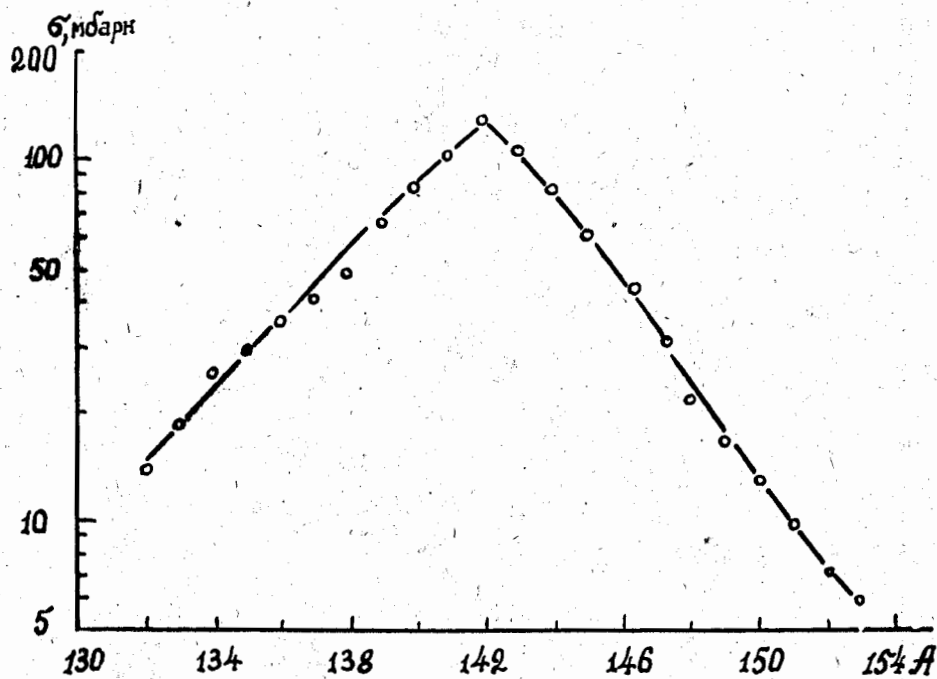


Рис. 5 Кривая зависимости кумулятивного выхода изобар от массовых чисел.

Цитированная литература

1. Лаврухина А.К., Г.М. Колесов, Тан Сяо-ен
Изв. АН СССР, сер. физ. 24, IIIЗ (1960).
2. А.К. Лаврухина, А.А. Поздняков.
Атомная энергия, 7, 332 (1959).
3. В.И. Барановский, А.Н. Мурин, Б.К. Преображенский.
Материалы третьего совещания по нейтронодефицитным изотопам,
ОИЯИ, г. Дубна, 1961, том 2, стр. 87.
4. А.К. Лаврухина, Г.М. Колесов, Тан Сяо-ен. Там же, стр. 133.
5. А.П. Виноградов, И.В. Алимарин, В.И. Баранов, А.К. Лаврухина и др.
Сессия АН СССР по мирному использованию атомной энергии,
заседание ОХН, стр. 97, Изд-во АН СССР, 1955.
6. Т.В. Малышева, И.П. Алимарин. Ж. Экспериментальной и теорети-
ческой физики, 35, IIОЗ (1958).
7. В.И. Барановский, Г.М. Городинский.
Изв. АН СССР, сер. физ. 24, 313 (1960).
8. А.Н. Мурин.
Введение в радиоактивность, Изд-во ЛГУ, 1955, гл. 3
9. D. Strominger, J. M. Hollander, G. T. Seaborg.
Reviews of Modern Physics, 30, n. 2 (1958).