

C-56

~~ОУС, ЧИТ. ЗАЛ~~



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

1915

**МАТЕРИАЛЫ  
СЕДЬМОГО СОВЕЩАНИЯ  
ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ  
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ И ТЕОРИИ ЯДРА  
(18-23 июня 1964 г.)**

Дубна 1964

1915

МАТЕРИАЛЫ  
СЕДЬМОГО СОВЕЩАНИЯ  
ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ  
НЕЙТРОНОДЕФИЦИТНЫХ ИЗОТОПОВ И ТЕОРИИ ЯДРА  
(18-23 июня 1964 г.)

3094/2 138

Отечественный институт  
атомных исследований  
Библиотека

ПРЕДИСЛОВИЕ

Седьмое совещание по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов и теории ядра проходило в Дубне 18-23 июня 1964 г.

На обсуждение было представлено 59 докладов. В настоящем сборнике, подготовленном к печати Н.А. Бонч-Осмоловской, помещены аннотации 21 доклада. Остальные доклады публикуются в периодической печати.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
I. Б.С. Джелепов, Г.Ф. Драницyna. Свойства ротационных полос, основанных на уровне $I/2^+$ / $4II/$ . . . . .	5
2. В.А. Балалаев, Б.С. Джелепов, Н.Г.Зайцева, А.М. Медведев, А.Мештер, С.А. Шестопалова. Спектр конверсионных электронов литеция I7I в области энергий больше 600 кэв . . . . .	8
3. В.Д. Витман, Б.С. Джелепов, В.Я. Ефремова. Позитроны литеция I7I . . . . .	12
4. И.Адам, К.Громов, Е.Желев, Лу Си-тин, М. Кузнецова, М.Фингер, В.Чумин. Новые данные о распаде тулия-166 . . . . .	14
5. М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, Б.С. Джелепов, А.В.Золотавин, В.О. Сергеев. Распад гольмия-160 . . . . .	16
6. К.Я. Громов, Д.А. Еячев, Л.Т. Желев, Ма Хо Ик, В.В. Кузнецов, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь. Исследование схем распада тербия -149 и тербия-150 . . . . .	21
7. М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, В.О. Сергеев, А.В. Золотавин, Н.А. Лебедев, Лу Си-тин. Распад гадолиния-149 . . . . .	24
8. В.А. Балалаев, Б.С. Джелепов, А. Мештер. Спектр конверсионных электронов европия-146 в интервале энергий 750-1550 кэв . . . . .	27
9. К.Я.Громов, Л.Т. Желев, В.В. Кузнецов, Ма Хо Ик, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь. Позитроны при распаде европия-145 . . . . .	28
10. М.П. Авотина, Е.П. Григорьев, Лу Си-тин. Уточнение энергии $\gamma$ -переходов $6I_{1,25}$ кэв при распаде $Sm^{145}$ и определение относительных выходов изотопов самария . . . . .	30
11. А.А. Балалаев, Б.С. Джелепов, А.Мештер, И.Ф. Учеваткин, С.А. Шестопалова. Спектр конверсионных электронов цериевой фракции в интервале энергий 860-2660 кэв . . . . .	32
12. Е.П. Григорьев, Б.С. Джелепов, В.С. Егоров, А.В.Золотавин, В.О.Сергеев, М.И. Совцов, И.Ф. Учеваткин. "Уточнение энергий ряда гамма-переходов при распаде церия-135 . . . . .	36

	Стр.
13. Б.С. Желепов, П.А. Тишкин, И.Ф. Учеваткин, И.А. Шишелов. e <sup>-</sup> - e <sup>-</sup> - совпадения при распаде церия - I35. . . . .	38
14. М. Шотт, М. Виндушка. Анализ $\Gamma^- \rightarrow 0^+$ - перехода в рении-186 . . . . .	39
15. М. Малы, Э. Плайнер, О. Драгоун, Б. Бочев. Гамма излучение при распаде рения-188 . . . . .	40
16. Б.С. Желепов, П.А. Тишкин, И.А. Шишелов. Новые данные о распаде рения-184 . . . . .	42
17. Н.М. Антоньева, Б.С. Желепов, Г.С. Катыхин, В.Б. Смирнов. Исследование распада родия-100 . . . . .	44
18. Л.Н. Крюкова, А.А. Сорокин. Время жизни уровня 55 кэв в ядрах $J_z^{I88}$ . . . . .	49
19. В. Жук, Ф. Говорек. Угловые корреляции $\gamma$ -излучения $La^{I40}$ . . . . .	51
20. М. Суботович, Э. Крупа, Я. Куранц. Угловые корреляции $\beta$ - $\gamma$ в $La^{I40}$ - $Ce^{I40}$ . . . . .	52
21. А. Шпалек. О влиянии осевой асимметрии магнитного поля на фокусировку в $\beta$ -спектрометрах с поперечным магнитным полем . . . . .	53
22. Авотина М.П., Григорьев Е.П., Егоров Ю.С., Желев К.Т., Золотавин А.В., Лебедев Н.А., Сергеев В.О., Совцов М.И. О распаде $Eu^{I45}$ . . . . .	55
23. Авотина М.П., Григорьев Е.П., Золотавин А.В., Лебедев Н.А., Сергеев В.О. Спектр электронов внутренней конверсии $Ga^{I47}$ . . . . .	58
24. $\gamma$ - $\gamma$ угловые корреляции при распаде $Pr^{I38} \rightarrow Ce^{I38}$ К.Я. Громов, И. Деметер, Е. Наджаков . . . . .	60
25. О схеме уровней $Sm^{I45}$ из распада $Eu^{I45}$ И. Деметер, Ф. Молнар, Е. Наджаков, А.Ф. Новгородов . . . . .	60

### СВОЙСТВА РОТАЦИОННЫХ ПОЛОС, ОСНОВАННЫХ НА УРОВНЕ $I/2^+ /4II/$ .

В настоящее время известны восемь ядер с ротационными полосами, основанными на уровне  $I/2^+ /4II/$ . Эти полосы резко выделяются дублетным строением, отчетливо видимым на рис. I.

Для анализа ротационных полос различные авторы применяли формулы с разным количеством констант  $I-6/$ . Теоретически наиболее обоснована формула Бора и Моттельсона<sup>/5/</sup>; ограничиваясь слагаемыми со степенью спина не выше 4-ой, ее можно записать так:

$$E_T = E_0 + A \{ T(T+1) + a(-1)^{T+1/2} (T+1/2) \} + BT^2(T+1)^2 + c(-1)^{T+1/2} T(T+1/2)(T+1) \}. \quad (I)$$

Четыре константы A, a, B, C подлежат определению из опыта ( $E_0$  - характеризует полную энергию ядра в основном состоянии). Пригодность этой формулы может быть хорошо проверена в случае  $Tm^{I69}$ , когда известно 7 возбужденных состояний; она действительно дает энергию всех семи уровней в пределах экспериментальных погрешностей. Все четыре константы из энергий переходов в ротационной полосе можно определить только для  $Tm^{I69}$ . Для  $Tm^{I67}$  и  $Tm^{I71}$  одна из констант B (или C) принималась равной B ( $Tm^{I69}$ ) или C ( $Tm^{I69}$ ), остальные три находились из экспериментальных данных. Для остальных ядер закреплялись B и C, а для  $Ta^{I81}$ ,  $Re^{I83}$  и  $Re^{I85}$  и константа A (с соответствующими погрешностями). Последней определялась величина "a".

Анализ экспериментального материала показывает, что в ряде случаев величина "a" может быть определена из энергии уровней с точностью  $\sim 0,15\%$ . Физическая причина большой точности заключается в том, что для полосы  $I/2^+ /4II/$  "a" близко к -1, а при этом расстояние между уровнями  $E_{3/2} - E_{1/2}$  и  $E_{7/2} - E_{5/2}$  очень чувствительно к величине "a".

В теории Бора и Моттельсона величина "a" связывается с типом внутреннего движения нуклона, с его волновыми функциями. Последние были рассчитаны Нильссоном<sup>/7/</sup> и Лэ Канем<sup>/8/</sup> при выбранных параметрах гамильтониана для ряда значений параметра деформации. Таким образом, величина "a" является функцией деформации ядра.

Возникает вопрос о возможности определения деформации ядер по экспериментальным значениям "a".

Конечно, при этом возможны погрешности, связанные с неоднозначностью выбранных параметров гамильтониана ( $\mu, \chi$ ), а также с тем, что недостаточно точен вид исходного



гамма-деформации. Рис.2 показывает, что экспериментальные значения "а" в общем соответствуют деформациям  $\beta = 0,2 - 0,5$ . Для других ядер в этой области атомных весов значения  $\beta$ , определенные по квадрупольным моментам, лежат в интервале от 0,25 до 0,35. Таким образом, качественное согласие имеется, но различие "а" для трех изотопов Tm ( $Tm^{167}$ ,  $Tm^{169}$  и  $Tm^{171}$ ) приводит к заключению, что имеются неучтенные погрешности. Анализ показывает, что поправки к "а", связанные со смешиванием полос  $1/2 \leftrightarrow 3/2$  или  $1/2 \leftrightarrow 5/2$ , недостаточны для объяснения разброса.

### Л и т е р а т у р а

1. O.Nathan, S.G.Nilsson, "Collective nuclear motion and the unified model in alpha-, beta- and gamma-ray spectroscopy", Aarhus Universitet (1963).
2. К. Альдер "Деформация атомных ядер", ИЛ-1958, стр. 187.
3. E.N.Hatch, F.Boehm, P.Marmier, J.W.M. Du Mond, Phys.Rev. 102,745 (1956).
4. B.Harmatz, T.H.Handley, J.W.Mihelich, Phys.Rev. 119,1347 (1960).
5. О.Бор, Б.Моттельсон, Атомная энергия I4, 41 (1963)
6. R.Diamond, B.Elbek, F.Stephens, Nucl.Phys. 43,560(1963).
7. S.G.Nilsson, Kgl. Danske Vidensk.Selsk.Mat.Fys.Medd 29,1(1955);  
перевод в кн. "Деформация атомных ядер", ИЛ-1958, стр. 232-304.
8. Лю Дань, Чу Лян-ван. Препринт ОИЯИ p-687 (1961).

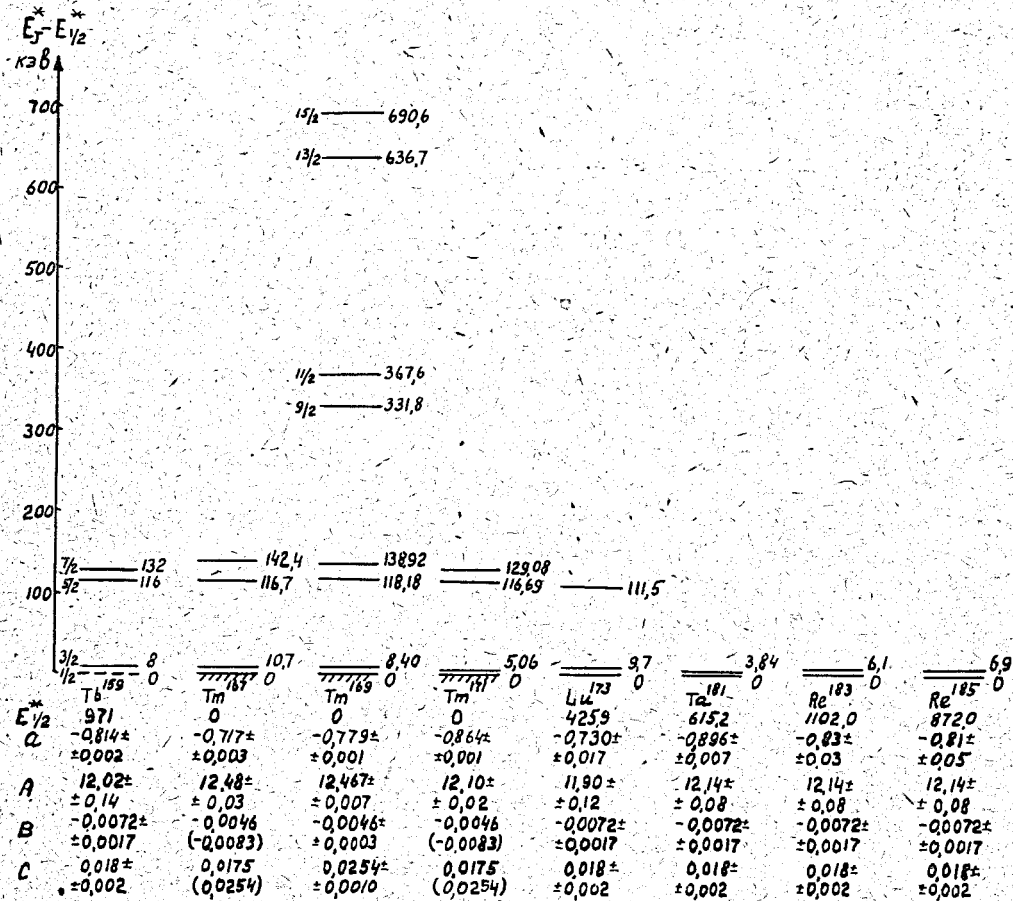


Рис.1 Строение ротационных полос для 8 ядер.

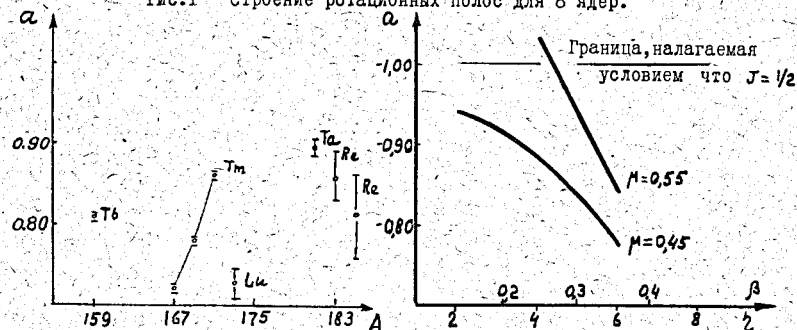


Рис.2 Зависимость величины "а" от атомного веса ядра А и параметра деформации  $\beta$ .

СПЕКТР КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ  $Li^{171}$  В ОБЛАСТИ

ЭНЕРГИИ ВЫШЕ 600 КЭВ

При помощи  $\beta$ -спектрометра с двукратной фокусировкой на угол  $\pi\sqrt{2}/1/$  изучен спектр конверсионных электронов в интервале энергий 650-1400 кэв.

Источником служила литиевая фракция, выделенная из гафния приблизительно через 20 часов после выделения его из тантала, облученного протонами с энергией 660 Мэв на синхротронном циклотроне в ОИЯИ. Измерения начинались примерно через 25 дней, когда  $Li^{170}$  полностью распался. К этому времени препарат содержал  $Li^{171}$ , небольшое количество  $Li^{172}$  и  $Li^{173}$ . Наличие  $Li^{172}$  учитывалось по К-1096 кэв, а  $Li^{173}$  не мешал, т. к. самый жесткий известный переход имеет энергию 636 кэв.

Ввиду того, что источник слаб, измерения производились в условиях, когда приборная ширина линий составляла 0,3%. Полученные результаты сведены в таблицу I.

При определении энергий в качестве реперных линий использовались К-конверсионные линии от хорошо известных переходов (783,3 ± 0,5) кэв в  $La^{135}$  и (1121,6 ± 0,2) кэв в  $W^{182}$  /4/.

В работе Хармагца и др. /2/ в списке конверсионных линий, принадлежащих  $Li^{171}$ , имеются слабые К-линии, соответствующие переходам с энергией 786,0; 795,1 и 827,3 кэв. Мы эти переходы не обнаружили, не видели их и авторы работ /3,4/. Иодко и др. /3/ приписали  $Li^{171}$  конверсионные линии, соответствующие переходам с энергией 1029; 1037; 1042,9 и 1102,8 кэв. Мы таких линий не обнаружили, определенные нами верхние пределы интенсивностей в 50-100 раз меньше интенсивностей, приведенных в работе /3/.

Таблица I

Спектр конверсионных электронов  $Li^{171}$  в области энергий выше 600 кэв

№ пп	Энергия конверсионных электронов, кэв	Идентификация и энергия переходов, кэв	Относительная интенсивность
1	2	3	4
1	652,0 ± 1,3 702,9 <sup>a)</sup> 711,4 <sup>a)</sup>	K-7139,3 L M	9,1 ± 1,3 1,3 ± 0,5 0,4 <sup>a)</sup>
2	679,2 ± 1,1 730,6 ± 1,2 739,1 ± 1,3	K-740,5 L-741,0 M-741,0	100,0 13,5 ± 1,6 3,8 ± 0,7
3	707,7 ± 1,2 758,7 ± 1,4 767,2 ± 1,4	K-769,0 L-769,1 M-769,1	7,0 ± 1,2 1,3 ± 0,3 1,0 ± 0,5
4	720,4 ± 1,4 771,4 <sup>a)</sup> ± 0 <sup>a)</sup> совпадает с K-841,5	K-781,7 L M	7,7 ± 1,5 0,9 ± 0,5
5	780,2 ± 1,2 831,3 ± 1,4 839,6 ± 0 <sup>a)</sup>	K-841,5 L-841,7 M	27 ± 2 3,7 ± 0,3 1,1 ± 0,3
6	793,1 ± 1,5 844,0 <sup>a)</sup> 852,6 ± 3,0	K-854,4 L M-854,5	4,5 ± 0,5 0,6 ± 0,1 0,2 ± 0,1
7	(802,7)	K-864,0	0,24 ± 0,07
8	809,3 ± 3	K-870,6	0,22 ± 0,07
9	818,1 ± 3 869,0 <sup>a)</sup>	K-879,4 L	0,35 ± 0,13 0,06

I	2	3	4
I0	823,2 ± 3	K-884,5	0,22 ± 0,07
II	842,5 ± 3 893,3 891,2	K-903,8 L-903,7 M-903,7	1,5 ± 0,3 0,19 ± 0,06 0,06
I2	861,2 ± 3	K-922,5	0,12 ± 0,06
I3	867,9 ± 3	K-929,2	0,24 ± 0,10
I4	889,4 ± 2 940,0 ± 2 948,8a)	K-950,7 L-950,4 M-	0,45 ± 0,05 0,13 ± 0,04 0,04
I5	927,7 ± 3	K-989,0	0,05 ± 0,03
I6	946,5 ± 2	K-1007,8	0,22 ± 0,05
I7	955,5 ± 2	K-1016,8	0,09 ± 0,03
I8	1146,9 ± 1,5	K-1208,2	0,05 ± 0,02
I9	1191,4 ± 2	K-1252,7	0,02 ± 0,01
20	1221,8 ± 1,5	K-1283,1	0,24 ± 0,05

Примечание к таблице: "а)" - при разложении экспериментального спектра на составляющие, положения L- и M- линий брались расчетными (по положению K-линий), а интенсивность рассчитывалась с учетом того, что в рассматриваемой области энергий K/L лежит в пределах 6 + 7. Отношение M/L принималось равным 0,3.

ВНИИМ им. Менделеева  
ОИЯИ, Дубна

### ЛИТЕРАТУРА

1. С.А. Шестопалова, Изв. АН СССР, сер. физич., 25, 1302, (1961);  
Nucl. Instr. and Meth., 17, 94 (1962).
2. В.Нарматз, Т.Н.Хандлей, J.W.Michelich, Phys. Rev. 114, 1082, 1959 г.
3. М.Г.Иодко, В.А.Романов, В.В.Тучкевич, Изв. АН СССР, сер. физ. 24, 1465 (1960).
4. З.Плайнер, Л.Малн, М.Вобецки, Материалы III совещания по нейтронодефицитным изотопам в Дубне, 1960 г. Препринт ОИЯИ Р 613, т.3, стр.23.
5. G.Backstrom, Arkiv Phys., 10, 387, 1956.

В.Д. Витман, Б.С. Джелепов, В.Я. Ефремова

ПОЗИТРОНЫ ЛУТЕЦИЯ -  $Lu^{171}$

В работе Балалаева и др. /1/ при исследовании спектра конверсионных электронов  $Lu^{171}$  обнаружены переходы с энергией до 1283 кэв. Таким образом, разность масс  $Lu^{171}$  и  $Yb^{171}$  превышает  $2m_0c^2$ , а, следовательно; при распаде  $Lu^{171}$  можно ожидать позитронные переходы на низколежащие уровни  $Yb^{171}$ .

Поиски позитронов производились по аннигиляционному излучению на сцинтилляционном спектрометре совпадений ВНИИМ, имеющем следующие характеристики: полуширина линии  $\delta = 13\%$  при  $h\nu = 662$  кэв; разрешающее время быстро-медленной схемы совпадений  $2\tau = 10^{-8}$  сек. В спектрометре применена стабилизация положения линии, предложенная в работе /2/.

$Lu^{171}$  выделялся хроматографически из гафниевого фракции (см. работу /1/). Алюминиевая полоска с нанесенным на ней источником помещалась между двумя пластинками из органического стекла толщиной 2 мм и устанавливалась на расстоянии 70 мм от кристаллов  $NaI(Tl)$ . Каналы обеих ветвей спектрометра вырезали интервал энергий 450-550 кэв. Гамма - гамма совпадения измерялись при углах  $90^\circ$  и  $180^\circ$ . Для счета случайных совпадений в один из каналов быстрой схемы совпадений вводилась линия задержки ( $t_3 = 5 \cdot 10^{-8}$  сек).

В результате измерений в источнике обнаружена позитронная активность. Отношение числа  $\gamma$ - $\gamma$  совпадений при углах  $180^\circ$  и  $90^\circ$  равно

$$\frac{N_{180^\circ}}{N_{90^\circ}} = 14 \pm 1,$$

причем число совпадений при угле  $90^\circ$  равно числу случайных совпадений.

В исследуемом источнике кроме  $Lu^{171}$  ( $T_{1/2} = 8,1$  дня) имеется примесь  $Lu^{172}$  ( $T_{1/2} = 6,7$  дня),  $Lu^{173}$  ( $T_{1/2} = 1,4$  года). Был оценен период полураспада обнаруженной позитронной активности. Он оказался равным 8,5 дня. В тех же условиях были сняты  $\delta$   $510$  -  $\delta$   $510$  совпадения  $Lu^{172}$ , находящегося в равновесии с  $Hf^{172}$ . Отношение совпадений при углах  $180^\circ$  и  $90^\circ$  равно

$$\frac{N_{180^\circ}}{N_{90^\circ}} = 1,4 \pm 0,1,$$

что в 10 раз меньше, чем у первого источника.

На основании наших опытов можно сделать вывод, что обнаруженные позитроны принадлежат  $Lu^{171}$ .

Интенсивность позитронного излучения сравнивалась с интенсивностью  $\beta$  - линии с энергией 740 кэв.

$$\frac{\beta^+}{\delta 140} = 10^{-4}$$

Пользуемся случаем выразить нашу искреннюю благодарность Н.Г. Зайцевой за приготовление источника и С.А. Шестопаловой за обсуждение результатов.

Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева

Л и т е р а т у р а:

1. Балалаев В.А., Джелепов Б.С., Зайцева Н.Г., Медведев А.И., Мештер А., Шестопалова С.А. Материалы настоящего совещания.
2. Беляевский А.И., Гурьян Д.А. Известия АН СССР, сер. физ., 25, 1291 (1961).



НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПАДЕ  $T_{1/2}$   $^{166}\text{Lu}$

С помощью  $\beta$  - спектрометра с двойной двухкратной фокусировкой изучен спектр конверсионных электронов  $T_{1/2}^{166}\text{Lu}$  в области энергий от 800 кэВ до 2500 кэВ. Результаты представлены в таблице.

Разрешение прибора  $\sim 0,2\%$ . Точность определения энергий  $\gamma$  - переходов  $\sim 0,15\%$ .

Объединенный институт ядерных исследований  
Лаборатория ядерных проблем

Таблица

$E_{\gamma}$ кэВ	$I_K$	$I_L$	$I_M$	$E_{\gamma}$ кэВ	$I_K$	$I_L$	$I_M$
1. 876,8	18,6	4	0,9	38. 1652,4	0,6	0,1	0,4
2. 1022,5	0,25			39. 1703,7	0,03		
3. 1045,8	0,30			40. 1720,6	0,03		
4. 1058,0	1,7	0,3		41. 1731,1	0,05		
5. 1078,9	2,8	0,4		42. 1736,6	0,05		
6. 1084,9	0,9	0,3		43. 1783,6	0,09		
7. 1097,4	0,2			44. 1813,6	0,15		
8. 1120,6	0,4			45. 1824,1	0,10		
9. 1152,2	0,6			46. 1836,6	0,45	0,08	
10. 1161,2	0,85	<0,3		47. 1867,4	4,6	0,6	0,3
11. 1176,2	37,1	5,7	1,7	48. 1895,5	1,3	0,2	<0,1
12. 1187,3	0,3			49. 1907,6	0,5	<0,1	
13. 1192,1	0,25			50. 1966,2	0,10		
14. 1200,4	2,00			51. 1979,2	0,06		
15. 1203,2	3,1	<0,8		52. 1985,8	0,04		
16. 1216,1	0,8			53. 2007,2	0,1		
17. 1234,6	1,4	0,25		54. 2052,7	15,3	2,6	0,5
18. 1263,2	2,5	0,8		55. 2079,7	7,0	1,0	0,3
19. 1273,0	50,0	7,9	1,9	56. 2092,7	1,6	0,2	0,05
20. 1300,0	4,5			57. 2162,1	0,01		
21. 1346,3	3,1	0,4	0,3	58. 2177,2	0,05	0,005	
22. 1355,6	0,2			59. 2184,1	0,02		
23. (1360,1)	0,15			60. 2193,0	0,08	0,02	0,007
24. 1373,4	14,6	2,1		61. 2202,7	0,03		
25. 1430,9	2,0	0,3		62. 2210,8	0,04	0,01	
26. (1436,4)	0,1			63. 2297,9	0,025		
27. 1446,8	3,7	0,6		64. 2302,1	0,02		
28. 1461,4	0,35			65. 2312,9	0,025		
29. 1504,6	2,0	0,25	0,06	66. 2378,9	0,02		

30. 1522,2	0,25	0,03		67. 2385,0	0,008		
31. 1528,0	0,05			68. 2395,0	0,025	0,007	
32. 1542,1	0,03			69. 2425,1	0,02		
33. 1575,8	0,05			70. 2463,8	0,03	0,006	
34. 1591,7	0,4	0,05		71. 2518,5	0,01		
35. 1606,7	0,30			72. 2561,7	0,01		
36. 1622,2	0,95	0,15	0,03				
37. 1627,9	0,1						

ПРИМЕЧАНИЕ: Для конверсионных линий с интенсивностью 0,01 ошибка не более  $\pm 50\%$ , с интенсивностью от 0,01 до 0,03 ошибка не более  $\pm 30\%$ . Для линий с интенсивностью  $> 0,03$  ошибки не более  $\pm 20\%$ .

М.П.Авотина, Е.П.Григорьев, Б.С. Дзеденов,  
А.В.Золотавин, В.О. Сергеев

РАСПАД No  $^{160}\text{Dy}$

Спектр электронов внутренней конверсии  $E_{\gamma}^{160} + \text{No}^{160}$  исследовался с помощью  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой с разрешающей способностью 0,1% и большого  $\beta$ -спектрометра ЛГУ с разрешающей способностью 0,15 - 0,20%. В обоих приборах магнитное поле измерялось методом протонного резонанса. Точность в определении энергий переходов составляет около 0,05%; для отдельных переходов точность значительно выше. Источники  $E_{\gamma}^{160}$  были получены путем облучения тантала протонами с энергией 660 Мэв на синхротронном циклотроне ОИЯИ. Путем электролиза препарат наносился на позолоченную проводочку диаметром 0,1 мм или на фольгу толщиной 5 микрон.

Энергии переходов и относительные интенсивности К-конверсионных линий приведены в табл. I. Из результатов измерений спектра электронов внутренней конверсии можно сделать следующие заключения.

1. Наблюдались переходы между уровнями  $0^+$ ,  $2^+$ ,  $4^+$  и  $6^+$  первой ротационной полосы в  $\text{Dy}^{160}$  с энергиями 86,8; 197,0 и 297,2 кэв. Отношения  $K:L$  и  $L_1:L_2:L_3$  для этих переходов хорошо согласуются с теоретическими значениями для  $E2$  переходов.

2. Анализ К- и L - линий триплета 297,2; 298,0 и 298,6 кэв показывает, что мультипольность двух последних переходов -  $E1$ .

3. Между уровнями 1801,8 кэв ( $5^+$ ) и 1694 кэв ( $4^+$ ) идет ротационный переход I08,0 кэв, мультипольность которого  $E2 + M1$ . Отношение  $K:L_1:L_2:L_3 = (7,6 \pm 1):1,00 : (0,47 \pm 0,05):(0,39 \pm 0,05)$  соответствует величине смеси  $\sigma^2 = 0,23 \pm 0,03$ .

4. Относительные интенсивности переходов, идущих с каждого из уровней второй ротационной полосы на уровни первой полосы, хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями (правила Алаги) с учетом смешивания полос.

5. Ряд уровней  $\text{Dy}^{160}$  наблюдался ранее при распаде  $\text{Tb}^{160}$ . Установлено по энергиям и относительным интенсивностям переходов, что уровни с энергиями 1264,4 кэв ( $2^-$ ), 1286,6 кэв ( $3^-$ ), 1358,4 кэв ( $2^-$ ) и 1398,9 ( $3^-$ ) возбуждаются и при распаде  $\text{No}^{160}$ .

6. Установлено существование уровней  $\text{Dy}^{160}$  с энергиями 2630,0 кэв и 2760,3 кэв с вероятными характеристиками ( $1^-$ ).

7. Делается предположение о ряде новых уровней  $\text{Dy}^{160}$ .

На рисунке показана схема уровней  $\text{Dy}^{160}$ .

Авторы выражают глубокую благодарность химикам отдела ядерной спектроскопии ОИЯИ за химическое приготовление препаратов, Лу Си-тингу, Г.А. Миронову и М.И. Совцову за помощь в исследованиях.

Таблица I

Энергии переходов, относительные интенсивности К-конверсионных линий и их интенсивности на  $10^4$  распадов  $E_{\gamma}^{160} + \text{No}^{160}$ .

№ пп	Энергия перехода	Относительная интенсивность К-линии	Интенсивность на $10^4$ распадов
1	2	3	4
1	60,0	-	-
2	86,8	-	-
3	107,8	$10 \pm 2$	250
4	126,9	$5 \pm 2$	125
5	163,2	$0,3 \pm 0,1$	7,5
6	197,0	100	2500
7	215,5	0,18	4,5
8	234,5	$0,36 \pm 0,10$	9,0
9	282,6	$0,04 \pm 0,01$	1,0
10	297,2	$1,8 \pm 0,2$	4,5
11	298,0	$0,25 \pm 0,08$	6,2
12	298,6	$0,66 \pm 0,10$	16,5
13	309,6	$0,15 \pm 0,04$	3,8
14	363,6	$0,20 \pm 0,05$	5,0
15	390,2	$0,04 \pm 0,01$	1,0
16	392,5	$0,09 \pm 0,02$	2,2
17	405,8	$0,38 \pm 0,05$	9,5
18	490,0	$0,084 \pm 0,010$	2,1
19	513,5	$0,69 \pm 0,07$	17,2
20	538,5	$2,1 \pm 0,2$	52,5
21	644,9	$5,0 \pm 0,5$	125
22	646,0	$0,95 \pm 0,10$	23,7
23	674,0	-	-
24	682	-	-
25	707,5	$0,10 \pm 0,02$	2,5
26	728,1 $\pm 0,2$	$7,0 \pm 0,3$	175
27	752,8	$0,57 \pm 0,07$	14,2
28	765,2	$0,74 \pm 0,08$	18,5
29	825,9	$0,070 \pm 0,010$	1,75
30	827,0	$0,013 \pm 0,005$	0,33

1	2	3	4
31	843,6	0,023±0,006	0,58
32	857,0	0,037±0,005	0,92
33	871,7±0,2	0,85 ± 0,08	21,2
34	878,9±0,2	2,75±0,15	68,8
35	941,0	0,07±0,02	1,8
36	962,0	2,1±0,2	52,5
37	965,8±0,2	2,2±0,2	55
38	I002,8	0,017±0,010 -0,007	0,42
39	I004,5	0,21±0,02	5,75
40	I069,0	0,28±0,02	7,0
41	I114,5	0,017±0,007	0,42
42	I130,8	0,11±0,02	2,7
43	I199,8	0,055±0,007	1,37
44	I263,2	0,11±0,02	2,7
45	I272,0	0,09±0,01	2,25
46	I280,1	0,05±0,01	1,25
47	I285,6	0,055±0,007	1,37
48	I312,1	0,012±0,004	3,0
49	I320,7	0,012±0,004	3,0
50	I338,4	0,012±0,004	3,0
51	I344,4	0,016±0,004	4,0
52	I349,5	0,011±0,003	2,7
53	I365,2	0,007±0,003	0,18
54	I368,7	0,020±0,010	0,50
55	I369,5	0,044±0,007	1,1
56	I371,1	0,013±0,004	0,32
57	I374,1	0,010±0,005	0,25
58	I375,0	0,026±0,007	0,62
59	I376,9	0,007±0,003	0,18
60	I389,0	0,020±0,003	0,50
61	I396,1	0,019±0,003	0,48
62	I400,4		
63	I401,9	0,017±0,003	0,42
64	I405,2	0,0034±0,0020	0,08
65	I408,6	0,010±0,003	0,25
66	I409,6	0,024±0,005	0,60
67	I414,8	0,017±0,003	0,42
68	I417,7	0,027±0,005	0,68
69	I420,6	0,007±0,002	0,17
70	(I425,4	0,008±0,002	0,20)
71	I431,2	0,068±0,010	1,7
72	(I433,1	0,009±0,003	0,22)
73	I435,5	0,013±0,005	0,32
74	I438,4	0,024±0,007	0,60

1	2	3	4
75	I444,7	0,010±0,002	0,25
76	I443,2	0,012±0,003	0,30
77	I473,0	0,020±0,004	0,50
78	I518,3	0,012±0,002	0,30
79	I605,9	0,0025±0,0010	0,06
80	I609,0	~0,001	0,02
81	I612,8	0,006±0,002	0,15
82	I621,1	0,015±0,002	0,38
83	I665,0	0,009±0,002	0,22
84	I670,4	0,017±0,003	0,42
85	I718,0	0,031±0,003	0,78
86	I787,0	0,017±0,004	0,42
87	(I800,9	0,005±0,003	0,12)
88	I805,9	0,016±0,004	0,40
89	I818,7	0,005±0,002	0,12
90	I861,3	0,006±0,002	0,15
91	I871,2	0,007±0,002	0,18
92	I920,8	0,005±0,002	0,12
93	I925,2	0,015±0,003	0,38
94	I953,4	0,014±0,003	0,35
95	I998,3	0,008±0,003	0,20
96	2002,0	0,006±0,002	0,15
97	2069,0	0,007±0,002	0,18
98	2085,9	0,009±0,002	0,22
99	2184,4	0,007±0,002	0,18
I00	2428,1	0,0020±0,0006	0,05
I01	2433,3	0,0025±0,0010	0,06
I02	2542,5	0,011±0,002	0,28
I03	2573,3	0,0025±0,0010	0,06
I04	(2586,3	~ 0,001	0,02)
I05	2612,4	0,010±0,002	0,25
I06	2630,3	0,010±0,002	0,25
I07	2646,1	0,0068±0,0020	0,17
I08	2673,2	0,015±0,002	0,38
I09	2729,4	0,0022±0,0007	0,055
I10	2761,0	0,0026±0,0005	0,065

ИССЛЕДОВАНИЕ СХЕМ РАСПАДА  $Tb^{149}$  и  $Tb^{150}$

Исследование изотопов тербия посвящено много работ, в которых изучались  $\gamma$  и  $\alpha$ -излучение, позитронные спектры и спектры конверсионных электронов этих изотопов.

Изучение распада  $Tb^{149}$  ( $T_{1/2} = 12,6 \cdot 10^3$  сек) и  $Tb^{150}$  ( $T_{1/2} = 14,8 \cdot 10^3$  сек) в тербиевой фракции, содержащей оба изотопа, затруднено из-за близких периодов полураспада. В связи с этим до сих пор их схемы распада недостаточно исследованы.

В настоящей работе было продолжено исследование спектров конверсионных электронов этих изотопов. Измерялись спектры  $\gamma$ - $\gamma$  и  $\beta^+$ - $\gamma$  - совпадений, то есть тройные совпадения между  $\gamma$  - квантами аннигиляции под углом  $180^\circ$  и  $\gamma$  - лучами спектра  $Tb^{150}$ .

Нами изучалась тербиевая фракция, выделенная хроматографическим методом из тантала, облученного протонами с энергией 660 Мэв на синхротронном циклотроне ОИЯИ в Дубне в течение 0,5 + 1,5 часов. Исследование спектров конверсионных электронов и позитронного излучения проводилось на  $\beta$  - спектрометре с трехкратной фокусировкой, а спектры  $\gamma$ - $\gamma$  и  $\beta^+$ - $\gamma$  - совпадений изучались на скintillationном  $\gamma$  - спектрометре /1/.

Наблюдаемые в конверсионном спектре тербиевой фракции линии, соответствующие  $\gamma$  - переходам с энергией 165,3; 186,5; 351,6; 388,2; 465,6; 651,4; 817, 856 и 1206 кэв, отнесены нами к  $Tb^{149}$ ; линии, соответствующие  $\gamma$ - переходам с энергией 570, 638, 878, 1002, 1152, 1447, 1516, 1640 и 1790 кэв, отнесены к  $Tb^{150}$ . Конверсионные линии, соответствующие  $\gamma$ -переходам с энергией 412; 432; 499,5; 525,2; 950; 1083; 1593 и 1846 кэв, мы затрудняемся пока отнести к какому-либо из этих двух изотопов тербия.

Необходимо отметить, что конверсионные спектры  $Tb^{149}$  и  $Tb^{150}$  гораздо сложнее. Нами отмечены только наиболее интенсивные линии.

Исследование спектра  $\beta^+$ - $\gamma$  - совпадений, проведенное методом, описанным в работе /1/, показало, что позитронное излучение  $Tb^{150}$  состоит из двух компонент (рис.1), что хорошо согласуется с измеренным спектром позитронов  $Tb^{150}$  на бета-спектрометре с трехкратной фокусировкой.

Из нашего анализа спектра  $\gamma$ - $\gamma$  - совпадений с энергией 640 кэв следует, что имеются  $\gamma$  - переходы при распаде  $Tb^{150}$  и  $Tb^{149}$  с энергией вплоть до 3200 кэв. Также нами показано, что  $\gamma$  - переход при распаде  $Tb^{149}$  с энергией 651 кэв идет на уровень 5/2 - с энергией 165,3 кэв. С другой стороны, данные по  $\gamma$ - $\gamma$  - совпадениям и  $\beta^+$ - $\gamma$  - совпадениям хорошо подтверждают друг друга.

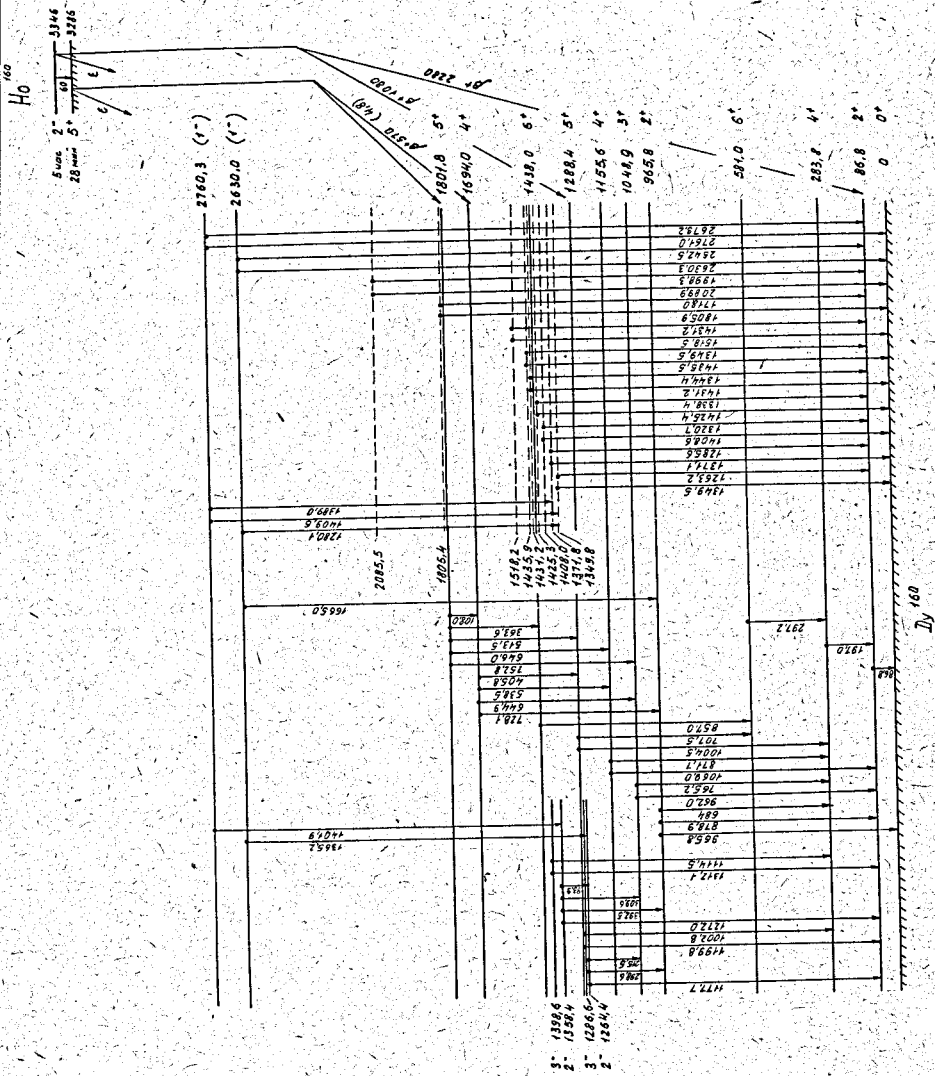


Рис. 1. Схема распада  $Tb^{150}$



На основании полученных данных и данных работ других авторов на рис. 1 и 2 предлагаются схемы распада  $Tl^{149}$  и  $Tl^{150}$ .

Объединенный институт ядерных исследований

Л и т е р а т у р а

И. К.Я. Громов, Д.А. Егчев, К.Т. Келев, И. Звольский, В.Г. Калинин, В.В. Кузнецов, Ма Хо-ик, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь.  
Исследование схемы распада  $Tl^{152}$ . Настоящий сборник.

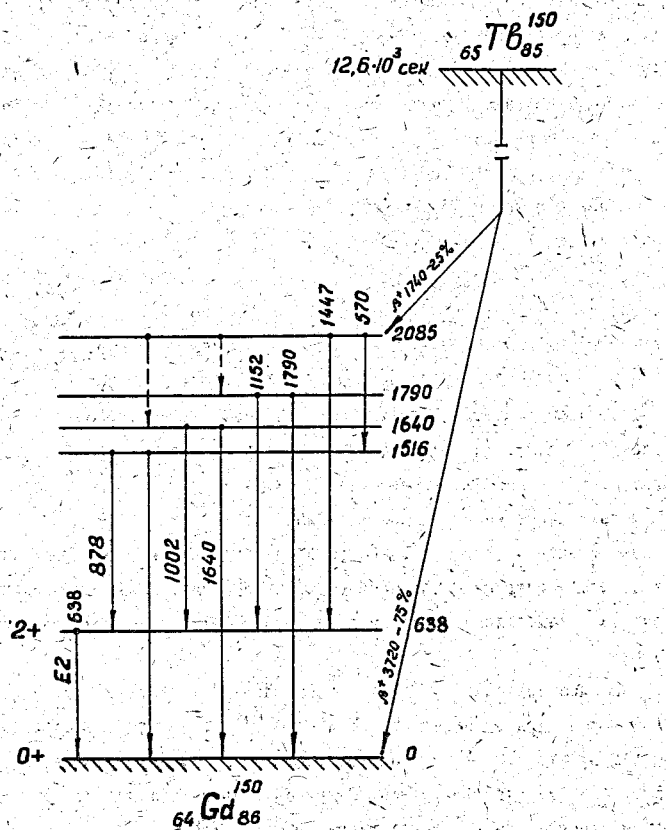


Рис.1 Схема распада  $Tl^{150}$

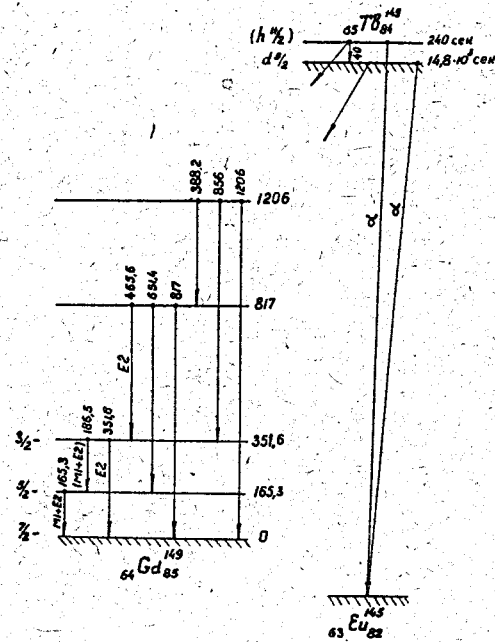


Рис.2 Схема распада  $Tl^{149}$

М. П. Авотина, Е. П. Григорьев, А. В. Золотавин, Н. А. Лебедев,  
Лу Си-тин, В. О. Сергеев

РАСПАД  $Gd^{149}$

Спектр электронов внутренней конверсии  $Gd^{149}$  исследовался с помощью  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой с разрешающей способностью 0,1% и большого  $\beta$ -спектрометра ЛГУ с разрешающей способностью 0,15 - 0,20%. Измерения магнитного поля в обоих приборах производилось методом протонного резонанса, что позволило определять энергии переходов с точностью до 0,1%.  $Gd^{149}$  был получен в реакции глубокого расщепления тантала и зрбия протонами с энергией 660 Мэв на синхротронном ОИЯИ. В таблице приведены результаты измерений энергий переходов и интенсивностей К-линий внутренней конверсии

$Gd^{149}$ . По отношению интенсивностей  $L_I$ ,  $L_{II}$  и  $L_{III}$  - линий (100) : (10,1 ± 0,7) : (2,9 ± 0,3) самого сильного перехода в  $E_{II}^{149}$  с энергией 149,8 кэв было установлено, что его мультипольность  $M1 + E2$ , а величина смеси  $\delta^2 = 0,017 \pm 0,007$ .

Оценки интенсивностей  $L$ -линий переходов 272,1 кэв и 298,2 кэв показывают, что их мультипольность  $M1$ , причем примесь  $E2$  составляет для первого перехода меньше 10%, а для второго - меньше 5%. На рисунке приведена схема распада  $Gd^{149}$ , построенная на основании имеющихся литературных данных и результатов наших измерений. Тщательные поиски  $\gamma$ -перехода с энергией 422 кэв не привели к его обнаружению, но мы наблюдали К-линию перехода 666,3 кэв. Это позволяет из двух возможных уровней  $E_{II}^{149}$  422 кэв и 665,8 кэв выбрать последний. В схеме распада, изображенной на рисунке, расположено большинство известных  $\gamma$ -переходов.

Таблица

Энергии переходов и относительные интенсивности К-конверсионных линий переходов  $Gd^{149}$ .

$E_{\gamma}$ кэв	$I_K$	$E_{\gamma}$ кэв	$I_K$
149,8	550 ± 40	534,5	1,20 ± 0,08
272,6	5,8 ± 0,5	646,5	0,1
298,8	44 ± 2	667,3	0,1
346,9	100	749,6	-
460,1	0,38 ± 0,06	789,0	0,6 ± 0,2
496,6	1,0 ± 0,1	938,3	0,25 ± 0,04
516,8	1,0 ± 0,1		

Ленинградский Государственный Университет,  
Объединенный институт ядерных исследований

Значения энергий переходов и относительных интенсивностей К-конверсионных линий в распаде  $Gd^{149} \rightarrow Eu^{149}$

$h\nu$	$I_K$	$h\nu$	$I_K$
166,4	3,37	732,9	0,05
(215,0) <sup>+</sup> L175 $Gd^{151}$	2,13	734,9	0,09
229,2	220	755,3	0,44
240,7	3,78	766,0	0,51
249,9	1,30	776,9	0,74
253,0	0,64	778,0	0,85
260,8	5,10	782,5	0,18
281,7	0,725	861,7	0,19
309,9	7,68	893,6	0,28
370,1	14,40	928,6	3,70
396,1	100,0	995,0	0,12
485,0	2,00	1069,7	0,22
547,2	0,11	1122,1	0,10
559,3	0,05	1130,6	0,27
560,6	3,02	1234,8	0,04
610,8	0,66	1324,5	0,04
618,6	0,61	1585,3	0,05
625,4	1,26	1675,2	0,02

"СПЕКТР КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ  $E_{\alpha}$   $^{146}$  В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 750-1550 кэВ"

На  $\beta$ -спектрометре с двукратной фокусировкой на угол  $\pi\sqrt{2}$  изучался спектр конверсионных электронов  $E_{\alpha}$   $^{146}$ . Обнаружено восемь неизвестных ранее переходов (№ 4, 5, II, I2, I6, 25, 31, 32 в таблице I) и уточнены энергии и интенсивности некоторых ранее известных переходов. Погрешность в определении энергии электронов  $0,2 \pm 0,3\%$ .

Авторы пользуются случаем выразить глубокую благодарность С. А. Шестопаловой за интерес к работе и ряд существенных замечаний; В. Д. Витману, А. И. Медведеву и Л. А. Шалаевой за помощь при измерениях, К. Я. Грому и Ж. Т. Желеву за помощь в получении источника, а также Е. П. Григорьеву за ценную дискуссию.

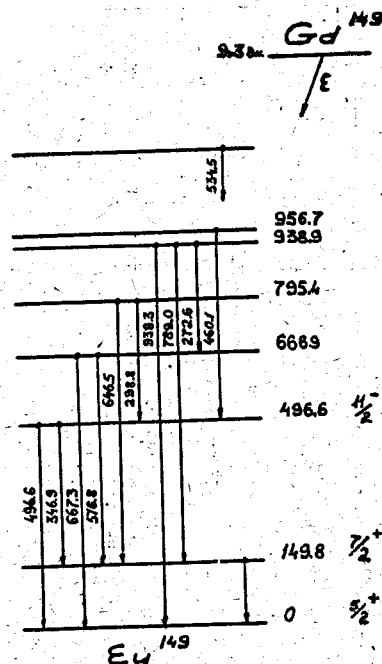


Рис. I. Схема распада  $Gd$   $^{149}$

Таблица I

№ пп	Наблюдаемые линии	Относительные интенсивности	№ пп	Наблюдаемые линии	Относительные интенсивности
I	2	3	4	5	6
1.	K-748,8	100,0	18.	K-II79,8	$1,02 \pm 0,15$
2.	L-748,8	$16,9 \pm 1,5$	19.	L-II53,9	$0,19 \pm 0,07$
3.	(M+N) -748,8	$4,1 \pm 0,4$	20.	L-II79,8	$0,17 \pm 0,06$
4.	K-851,8	$0,32 \pm 0,05$	21.	M-II79,8	0,07
5.	K-891,5	$1,30 \pm 0,16$	22.	K-I300,0	$2,20 \pm 0,22$
6.	K-903,1	$3,9 \pm 0,4$	23.	L-I300,0	$0,33 \pm 0,09$
7.	K-917,0	$0,70 \pm 0,10$	24.	M-I300,0	$0,11 \pm 0,07$
8.	L-891,5	$0,22 \pm 0,09$	25.	K-I359,2	$0,18 \pm 0,06$
9.	L-903,1	$0,56 \pm 0,10$	26.	K-I381,0	$0,22 \pm 0,06$
10.	K-I061,3	$1,90 \pm 0,20$	27.	K-I411,2	$0,62 \pm 0,08$
11.	K-I090,5	$0,41 \pm 0,08$	28.	K-I419,1	$0,11 \pm 0,07$
12.	K-I094,8	$0,19 \pm 0,07$	29.	L-I381,0	$0,035^a$
13.	L-I061,3	$0,26 \pm 0,07$	30.	L-I411,2	$0,11 \pm 0,05$
14.	M-I061,3	0,09	31.	K-I520,1	$0,18 \pm 0,06$
15.	K-II20,2	$0,35 \pm 0,06$	32.	K-I525,8	$0,23 \pm 0,06$
16.	K-II36,6	$0,44 \pm 0,06$	33.	K-I536,9	$1,41 \pm 0,16$
17.	K-II53,9	$1,30 \pm 0,16$	34.	L-I536,9	$0,14 \pm 0,05$

Примечание: "а" - при разложении экспериментального спектра на составляющие положения L- и M-линий бралось расчетным (по положению K-линий), а интенсивность рассчитывалась с учетом того, что в рассматриваемой области энергий теоретическое K/L для E1, E2 и M1 переходов лежит в пределах 6 + 7. Отношение M/L принималось равным 0,3.

Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева

ПОЗИТРОНЫ ПРИ РАСПАДЕ  $Eu^{145}$

При изучении распада  $Eu^{145}$  Дзепеловым, Желевым и Кудрявцевой [1] был обнаружен  $\beta^+$ - спектр с двумя компонентами, граничная энергия которых составляет  $740 \pm 100$  и  $1740 \pm 100$  кэВ. В работе Александра [2]  $\beta$  - переход с граничной энергией 1740 кэВ был направлен в основное состояние  $Sm^{145}$ .  $\beta^+$  - переход с граничной энергией 740 кэВ, по мнению Александра, может идти как на уровень 894 кэВ, так и на уровень 1004 кэВ. Экспериментальные данные не позволяли однозначно решить эту задачу.

В настоящей работе изучался этот вопрос с помощью метода тройных совпадений между аннигиляционными  $\gamma$ - квантами и  $\gamma$  - спектром, возникающими при распаде  $Eu^{145}$ . Спектр тройных совпадений (рис. 1) содержит только одну линию, энергия которой составляет  $890 \pm 20$  кэВ. По интенсивности этой линии оценена доля компонента  $\beta$  - распада с энергией  $740 \pm 100$  кэВ, она равна  $25 \pm 2\%$ . 75%  $\beta^+$  - распада направлено в основное состояние  $Sm^{145}$  (компонента  $\beta^+$  - распада с энергией  $1740 \pm 100$  кэВ). Совпадений в области энергии 110 кэВ меньше 0,5%. Таким образом, однозначно решено, что  $\beta^+$  - компонента с граничной энергией 740 кэВ происходит, в основном, от распада  $Eu^{145}$  на первый возбужденный уровень  $Sm^{145}$  с энергией 894 кэВ.

Изотоп  $Eu^{145}$  получался в относительно чистом виде. Он выделялся хроматографическим методом спустя 10 часов после окончания облучения танталовой мишени протонами с энергией 660 МэВ из  $Tb$  - фракции, выделенной тем же методом из тантала.  $Eu^{145}$  накапливался в  $Tb$  - фракции вследствие  $\alpha$  - распада  $Tb^{149}$  с периодом полураспада 4.1 часа.

Объединенный институт ядерных исследований

Л и т е р а т у р а

1. Б.С. Дзепелов, Е.Т. Желев, А.В. Кудрявцева. Исследование позитронных спектров  $Eu^{145}$  и  $Eu^{146}$ . Препринт ОИЯИ Р-587, Дубна 1960 г.
2. В.А. Александров. Исследование схем распада  $Eu^{145}$ ,  $Eu^{146}$ ,  $Eu^{147}$ ,  $Eu^{148}$ . Диссертация ЛГУ 1962 г.

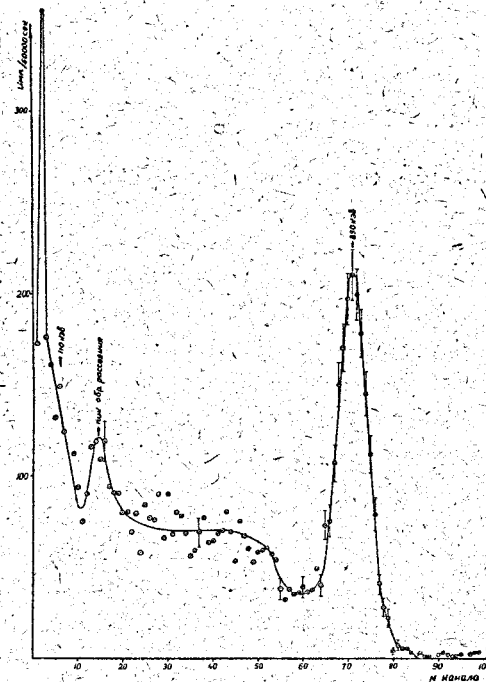


Рис.1 Спектр тройных совпадений при исследовании распада  $Eu^{145}$ .



УТОЧНЕНИЕ ЭНЕРГИИ  $\gamma$ -ПЕРЕХОДА 61,25 КЭВ ПРИ РАСПАДЕ  $Sm^{145}$  И  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ВЫХОДОВ ИЗОТОПОВ САМАРИЯ

Фракция изотопов самария выделялась из продуктов реакции глубокого расщепления эрбия, облученного протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ. Спектр электронов внутренней конверсии и спектр позитронов измерялись на  $\beta$ -спектрометре с двойной фокусировкой. В препарате были обнаружены три изотопа самария: 1) 73-х-минутный  $Sm^{142}$  был зарегистрирован по  $\beta^+$ -спектру, интенсивность которого спадала в наших измерениях с периодом 75 минут; 2)  $Sm^{145}$  был обнаружен по  $\gamma$ -линии перехода 61,3 кэв. Мы не заметили изменения интенсивности этой линии. По литературным данным период полураспада  $Sm^{145}$  равен 340 дням; 3) конверсионная линия с энергией 54,66 кэв убывала по интенсивности с периодом  $\sim 50$  часев. Она была идентифицирована как К-линия перехода с энергией 103,175 кэв возникающего при распаде  $Sm^{153}$  ( $T_{1/2} = 47,1$  час). Энергия этого перехода известна с точностью до 4 эв. Это позволило нам с лучшей, чем ранее точностью определить энергию перехода, возникающего при распаде  $Sm^{145}$   $E = 61,25 \pm 0,05$  кэв, так как обе измеренные линии находятся в непосредственной близости одна от другой. Используя результаты измерений относительных интенсивностей позитронного спектра и линий электронов внутренней конверсии, мы определили относительные выходы  $Sm^{142}$ ,  $Sm^{145}$  и  $Sm^{153}$  в результате ядерных реакций, происходящих при взаимодействии протонов с энергией 660 Мэв с ядрами естественной смеси изотопов эрбия. Они оказались соответственно равными  $(100 \pm 20)$ ,  $(9,4 \pm 1,4)$  и  $(0,043 \pm 0,010)$ . В полулогарифмическом масштабе они ложатся на одну прямую в зависимости от массового числа А (рисунок). Интересно отметить присутствие, хотя и в insignificantном количестве, ядер нейтроноизбыточного изотопа  $Sm^{153}$ . Все данные, необходимые для расчетов, были взяты из книги Б.С. Джеллепова, Л.К. Пехера и В.О. Сергеева "Схемы распада радиоактивных ядер" изд. АН СССР 1963 г.

Авторы выражают благодарность химикам отдела ядерной спектроскопии и радиохимии ОИЯИ за выделение фракции самария.

Ленинградский Государственный  
Университет,  
Объединенный институт ядерных  
исследований

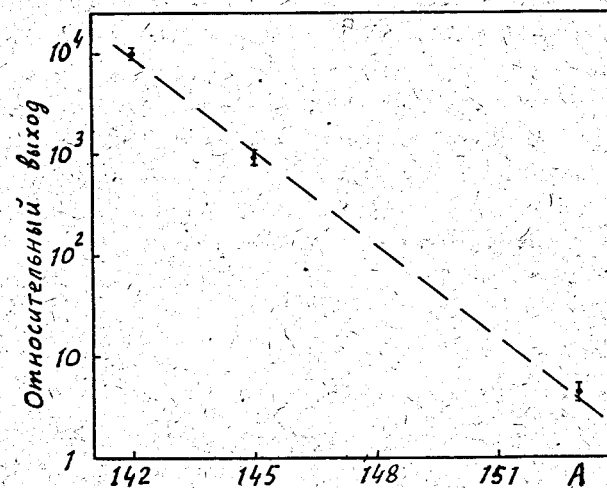


Рис.1 Относительные выходы  $Sm^{142}$ ,  $Sm^{145}$ ,  $Sm^{153}$  в реакции глубокого отщепления (мишень-эрбий,  $E_p = 660$  Мэв.)

СПЕКТР КОНВЕРСИОННЫХ ЭЛЕКТРОНОВ ЦЕРИЕВОЙ ФРАКЦИИ В ИНТЕРВАЛЕ  
ЭНЕРГИЙ 860-2660 Кэв

При помощи  $\beta$ -спектрометра с двукратной фокусировкой на угол  $\pi\sqrt{2}/1$  впервые произведено исследование спектра конверсионных электронов цериевой фракции с энергией больше 900 кэв. Измерения производились в условиях, когда приборная ширина линий составляла 0,34%. Источниками служили фракции Се, хроматографически выделенные из Та и Ер-мишеней, облученных протонами с энергией 660 Мэв на синхротронном ОИЯИ. Один препарат был получен из облученного протонами с энергией 660 Мэв европия методом распределительной хроматографии на фторпласте - 4/2/. Как правило, спустя 7-8 часов после разделения препараты подвергались вторичной очистке от возможных загрязнений и накопившихся изотопов лантана. Экспериментально установлено, что выход  $^{135}\text{Ce}$  примерно в три раза больше из эрбиевой и европиевой мишеней, чем из танталовой мишени. Было использовано четыре источника. С каждым произведено несколько серий измерений. В спектре обнаружены линии, период убывания интенсивности которых составлял ~5, 17 и 74 часа. Результаты измерений сведены в таблицу I-3.

Таблица I

Энергии и относительные интенсивности конверсионных электронов  $^{135}\text{Ce}$ .

№ пп	Ее, кэв	$I_{отн}$ (K783,3 = 100)	$T_{1/2}$ , час	Энергия перехода кэв
1	2	3	4	5
1.	864 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	-	L870
2.	866	10,7 ± 1,0	17,3 ± 0,6	K905
3.	869 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	-	M870
4.	899	1,7 ± 0,3	17,6 ± 1,5	L905
5.	904	0,5 ± 0,2	-	M905
6.	926	1,8 ± 0,3	17,5 ± 1,5	K964
7.	944	1,0 ± 0,4	~17	K983
8.	958 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	-	L964

1	2	3	4	5
9.	963 <sup>a</sup>	0,1 <sup>a</sup>	-	M964
10.	977 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	-	L983
11.	1000 <sup>b</sup>	0,5 ± 0,2	-	-
12.	1054 <sup>b</sup>	~0,3	-	-
13.	1064	0,5 ± 0,2	~17	K1102
14.	1101 <sup>b</sup>	0,5 ± 0,3	-	-
15.	1110,4 ± 1,2 <sup>b</sup>	2,7 ± 0,3	17,7 ± 1,4	K1149,3
16.	1132,7 ± 1,2 <sup>b</sup>	1,3 ± 0,3	17 ± 2	K1171,6
17.	1145,5 ± 0,4 <sup>b</sup>	4,0 ± 0,4	17,2 ± 0,7	K1184,4
18.	1165,3 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>	-	L1171,6
19.	1178,1 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	-	L1184,4
20.	1183,1 <sup>a</sup>	0,2 <sup>a</sup>	-	M1184,4
21.	1195	0,8 ± 0,3	~17	K1234
22.	1259	0,3 ± 0,2	~17	K1298
23.	1390	0,3 ± 0,1	~17	K1428
24.	1429	0,7 ± 0,2	~17	K1468
25.	1957	0,3 ± 0,1	~17	K1996

Примечания: "а" - при разложении спектра на составляющие компоненты положение L- и M-линий бралось расчетным (по положению K-линий), а интенсивность рассчитывалась с учетом того, что для переходов с энергией больше 900 кэв теоретическое K/L для мультипольностей E1-E3 и M1-M3 равно ~7. Отношение M/L бралось равным 0,3.

"б" - значения энергий линий уточнены по K1221,8 ± 0,2 кэв  $\text{Ta}^{182}/3/$ . В остальных случаях погрешность в определении энергий одиночных линий не превышает 0,2%.

"в" - линия может принадлежать  $\text{La}^{134}$ .

Таблица 2

Энергии и относительные интенсивности конверсионных электронов  $La^{134}$ , получаемого в первой фракции ( $Ce^{134}$  74 час.  $La^{134}$  6 мин.  $Ba^{134}$ )

Ее, кэв	$J_{отн.}$ (K604,65 = 100)	Энергия перехода, кэв
I282	$0,3 \pm 0,1$	KI319
I446	$0,9 \pm 0,2$	KI484
I519	$1,3 \pm 0,3$	KI556
I694	$0,6 \pm 0,3$	KI732
I723	$2,1 \pm 0,2$	KI760
I754	$0,3 \pm 0,1$	LI760
2I04	$0,2 \pm 0,1$	K2I42
2335	$0,2 \pm 0,1$	K2373
2442	$\sim 0,1$	K2479

Таблица 3

Энергии и относительные интенсивности неидентифицированных конверсионных линий, интенсивность которых убывает с  $T_{1/2} \approx 5$  час. ( $J_{отн.}$  условно сосчитаны относительно K464,1  $La^{132}$ )

№ пп	Ее, кэв	$J_{отн.}$ (K464,1 = 100)	Энергия перехода, кэв
I	2	3	4
I.	862	$0,6 \pm 0,2$	K899
2.	870 - 886 <sup>б</sup>	$0,3 \pm 0,1$	-
3.	89I	$0,12 \pm 0,05$	K928
4.	894 <sup>а</sup>	$0,12^a$	L899
5.	906 - 918 <sup>б</sup>	$0,16 \pm 0,06$	-
6.	929	$0,20 \pm 0,05$	K966
7.	93I - 943 <sup>б</sup>	$0,10 \pm 0,04$	-
8.	95I	$0,27 \pm 0,06$	K988
9.	953 - 987 <sup>б</sup>	$\sim 0,2$	-
10.	994	$1,47 \pm 0,11$	KI03I
11.	I009	$0,66 \pm 0,07$	KI046
12.	I025	$0,28 \pm 0,06$	LI03I
13.	I030 <sup>а</sup>	$0,07^a$	MI03I
14.	I040	$0,12 \pm 0,05$	IO46

I	2	3	4
15.	I045 <sup>а</sup>	$0,04^a$	MI046
16.	I062	$0,5 \pm 0,1$	-
17.	I085	$1,0 \pm 0,2$	KI222
18.	I216 <sup>а</sup>	$0,15^a$	LI222
19.	I22I- I252 <sup>б</sup>	$\sim 0,7$	-
20.	I27I	$\sim 0,2$	-
21.	I30I- I330 <sup>б</sup>	$\sim 0,4$	-
22.	I340	$0,2 \pm 0,1$	KI378
23.	I359- I385 <sup>б</sup>	$\sim 0,3$	-
24.	I416	$\sim 0,1$	-
25.	I463	$0,8 \pm 0,2$	KI520
26.	I469	$0,6 \pm 0,2$	KI524
27.	I519	$0,4 \pm 0,2$	KI533
28.	I543	$0,5 \pm 0,1$	KI580
29.	I567	$0,4 \pm 0,2$	KI604
30.	I605- I677 <sup>б</sup>	$\sim 0,5$	-
31.	I718	$\sim 0,2$	KI755
32.	I806	$0,2 \pm 0,1$	KI844
33.	I869	$0,8 \pm 0,3$	KI906
34.	2062	$0,6 \pm 0,3$	K2099

Примечания: "а" - то же, что и в таблице I.

"б" - избыток электронов, состоящий более, чем из одной линии.

Авторы выражают благодарность К.Я.Громову и Ж.Желеву за предоставление источников; Н.А.Лебедеву и Л.Н.Москвину за хроматографические разделения; В.Д.Витману и Л.И.Шалаевой за помощь в измерениях.

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева

## Литература

- Шестопалова С.А., Изв. АН СССР, сер. физ., 25, I302 (1961); Nucl. Instr. and Meth., 17, 94 (1962).
- Москвин Л.Н., Радиохимия, 5, выпуск 6, 747 (1963).
- Backstrom, Arkiv Fys., 10, 387 (1956).

Е.П. Григорьев, Б.С. Желепов, Д.С. Егоров, А.В.Золотавин,  
В.О. Сергеев, М.И. Совцов, И.Ф. Учваткин

УТОЧНЕНИЕ ЭНЕРГИЙ РЯДА ГАММА-ПЕРЕХОДОВ ПРИ РАСПАДЕ  $Ce^{135}$

В работах /1-3/ был изучен спектр конверсионных электронов цериевой фракции - продуктов облучения тантала протонами с энергией 660 Мэв. В интервале энергий 2-900 кэв было обнаружено 24 перехода, принадлежащих распаду  $Ce^{135}$ ,  $T_{1/2} = 17,2$  часа. Точность определения энергий переходов составляла 0,2-0,3%. Такая точность оказалась недостаточной для построения схемы распада по балансу энергий  $\gamma$ - переходов.

В настоящей работе уточнены значения энергий 9 наиболее интенсивных  $\gamma$ - переходов, возникающих при распаде  $Ce^{135}$ .

Измерения выполнены на  $\beta$ - спектрометре с фокусировкой на угол  $\pi/\sqrt{2}$  с радиусом равновесной орбиты  $R = 500$  мм. Разрешающая способность спектрометра  $\sim 0,2\%$ . Магнитное поле спектрометра измерялось и стабилизировалось методом ядерного магнитного резонанса. В процессе измерений осуществлялся контроль градуировки прибора по энергиям: на одной кривой намагничивания наряду с линиями  $Ce^{135}$  измерялись реперные линии радиоактивного осадка тория, энергии которых известны с точностью 0,005%. Смена источников при этом вносила ошибку в положение максимума линии не более 0,02%.

Было произведено две серии измерений. Как правило, данные двух серий совпадали в пределах 0,03-0,05%. Результаты измерений предоставлены в таблице I. В этой же таблице приведены для сравнения результаты работы /3/.

Таблица I

Настоящая работа $E_{\gamma}$ (кэв)	Работа /3/ $E_{\gamma}$ (кэв)
119,6±0,2 *	-
206,4±0,1	206,3±0,5
265,4±0,1	265,2±0,4
300,0±0,2	300,6±0,6
379,6±0,2	378,9±0,7
517,7±0,4	516,9±1,1
572,0±0,4	571,7±1,3
576,8±0,4	576,5±1,3
606,3±0,4	606,1±1,3
783,3±0,5	782 ± 2

\* Переход с энергией 120 кэв впервые обнаружен в работе /4/. В нашей работе энергия перехода определена по  $L$  - конверсионным линиям.

Отметим, что суммы энергий двух пар переходов:  $206,4 + 576,8 = 783,2$  и  $265,4 + 517,7 = 783,1$

совпадают в пределах погрешностей измерений между собой и со значением энергии перехода 783,3 кэв. Это обстоятельство вместе с данными по относительным интенсивностям переходов в распаде  $Ce^{135}$  /3/ позволяет предположить два варианта расположения трех возбужденных уровней в ядре  $L\alpha^{135}$ ;

- I. 206,4; 265,4; 783,2 кэв, либо
2. 265,4; 576,8; 783,2 кэв.

Для  $\gamma$ - перехода 119,6 кэв мы получили отношение интенсивностей  $L$  - конверсионных линий:  $\frac{L_1 + L_n}{L_n} = 6 \pm 2$ , что соответствует смеси мультипольностей  $M1$  и  $E2$  ( $\sigma^2 0,14+0,10$  -0,04)

Для перехода 206,4 кэв мы получили отношение интенсивностей  $K$  и  $L$ - конверсионных линий:

$$K/L = 7,8 + 0,7$$

Это отношение совпадает с теоретическим для  $E1$  и  $M1$  переходов и противоречит результатам работы /1/, в которой переходу 206,4 кэв приписаны мультипольности  $E2$  или  $E3 + M2$ .

Авторы выражают благодарность К.Я. Грозову и Ж. Железу за предоставление источника и Н.А. Лебедеву за хроматографическое разделение фракций редких земель.

НИФИ ЛГУ им. А.А. Жданова  
ВНИИМ им. Д.И. Менделеева

Л и т е р а т у р а

1. Желепов Б.С., Преображенский Б.К., Рогачев И.М., Тишкин П.А. Известия АН СССР, сер. физ. 22, 931 (1958)
2. Желепов Б.С., Медведев А.И., Учваткин И.Ф., Шестопалова С.А. Известия АН СССР, сер. физ. 27, 204 (1963).
3. Желепов Б.С., Медведев А.И., Учваткин И.Ф., Шестопалова С.А. Материалы шестого совещания по ядерной спектроскопии нейтрондефицитных изотопов и теории ядра, Дубна, 1964, Препринт ОИЯИ 1536, стр.45.
4. Желепов Б.С., Тишкин П.А., Учваткин И.Ф., Шишелов И.А. См.настоящий сборник аннотаций.



$e^-e^-$  - СОВПАДЕНИЯ ПРИ РАСПАДЕ  $Ce^{135}$

Производилось изучение спектра конверсионных электронов, образующихся при распаде  $Ce^{135}$ , методом  $e^-e^-$  - совпадений на двойном тороидальном  $\beta$  - спектрометре /1/.

Источник  $Ce$  был получен при 5-часовом облучении танталовой мишени протонами с энергией 660 Мэв на синхротроне ОИЯИ.

Через 9 часов после хроматографического выделения цериевой фракции была произведена вторичная очистка препарата методом распределительной хроматографии на фторопласте - 4 /2/. Разрешение на линии K207 составляло  $\frac{\Delta H_p}{H_p} = 2,5\%$ ; приборное разрешение равно 1,7%.

Было обнаружено, что линия  $(L + M) 88 Ce^{135}$  дает совпадения с линиями  $E_e = 81$  и  $I13$  кэв, идентифицированными как K и L + M конверсионные линии неизвестного ранее перехода с энергией 120 кэв  $Ce^{135}$ .

Отношение интенсивностей  $K/L+M$  на основании сравнения скоростей счета совпадений составляет  $4 \pm 1$ , что близко к теоретическому значению отношения  $d_K/d_L+d_M = 3,5$  для  $M2$  - перехода 120 кэв; возможны также смеси мультипольностей  $(M1+E2)$  и  $(M2+E3)$ .

Во второй серии измерений, помимо совпадений  $(L+M88)$  (K, L + M120), наблюдались совпадения  $(E_e = 81$  кэв) (K 88 кэв). Эти совпадения подтверждают существование каскада 88-120 кэв, осуществляющегося в  $Ka^{135}$  при распаде  $Ce^{135}$ .

Отношение скоростей счета совпадений (K 88) (K 120):  $(L + M 88)$  (K 120) дает отношение интенсивностей линий K и  $(L + M) 88$ , равное  $1,4 \pm 0,4$ ; сравнивая это отношение с теоретическим, переходу 88 кэв можно приписать мультипольности E2,  $(M1 + E2)$  или  $(M2 + E3)$ .

Уменьшение скорости счета "самосовпадений" (L 88) (K120) происходило с периодом полураспада  $T_{1/2} \approx 18$  часов, что близко к значению  $T_{1/2} = 17,0 \pm 0,2$  часа для  $Ce^{135}$  /3/.

Обнаружены совпадения малой интенсивности с линиями K и  $(L + M) 265$ , для интерпретации которых необходимы дополнительные измерения.

Авторы выражают благодарность Л.Н. Москвину за очистку препарата и приготовление источника.

НИФИ ЛГУ им. А.А. Еданова  
ВНИИМ им. Д.И. Менделеева

Л и т е р а т у р а:

1. Б.С.Джелепов, П.А.Тихкин, И.А. Шихелов, Материалы XI совещания по ядерной спектроскопии, 1961.
2. Л.Н.Москвин, "Радиохимия", 5, вып. 6, 747 (1963).
3. Б.С.Джелепов, А.И.Медведев, И.Ф. Учеваткин, С.А.Шестопалова. Известия АН СССР, сер. физич. 27, № 2, 204 (1963).

АНАЛИЗ  $\Gamma^- \rightarrow 0^+$   $\beta$ - ПЕРЕХОДА В  $Re^{186}$

Анализ  $\beta$  - спектра /1/ и асимметрии  $\beta$  - излучения ориентированного ядра  $Re^{186/2/}$  проводился на основе выражений, данных Моритой /3/; были использованы электронные функции, учитывающие конечные размеры ядра.

Переход  $\Gamma^- \rightarrow 0^+$   $Re^{186}$  характерен тем, что так называемое "  $\xi$  " - приближение не применимо.

Результаты анализа показали преимущественную роль элемента  $\sqrt{\sigma} \chi^2$  в данном переходе, что находится в согласии с результатами, полученными ранее Липником /4/ и теоретическими оценками, полученными Д.Богданом /5/ на основе модели Нильссона, причем область "допустимых" отношений между матричными элементами довольно велика.

Некоторое отличие наших результатов от результатов Липника, по-видимому, вызвано тем, что формализм Котани не является вполне пригодным для данного типа переходов.

Институт ядерных исследований ЦСАН, Ржес.

Л и т е р а т у р а

1. F.J.Porter et al., Phys.Rev. 103, 921 (1956).
2. А.В. Коган. ЖЭТФ 43, 828, (1962)
3. М.Morita. Phys.Rev. 109, 2048 (1958).
4. Доклад П.Липника в книге. "PHYSIQUE NUCLEAIRE DES BASSES ENERGIES", Bruxelles, 1962.
5. D.Bogdan, I.F.T.-44-FT, Bucaresti, 1963.

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ ПРИ РАСПАДЕ  $Re^{188}$ 

При помощи  $\beta$ -спектрометра с двойной фокусировкой исследовался спектр фотоэлектронов выбиваемых из конвекторов  $Ag$ ,  $Sn$ ,  $Bi$  и  $V$   $\gamma$ -лучами возникающими при распаде  $Re^{188}$ .

Наблюдались фотолинии, принадлежащие переходам с энергиями 155,0 (I780); 211,3 (20); 288,9 (7,6); 453,7 (I0); 478,0 (I37); 486,0 (4); 633,0 (I85); 635,2 (22); 672,5 (28); 829,0(73); 931,3(I00); II32(II); II52(4); II75(3); I304 (3); I308 (6); I461 (6); I613 (I8); I781 (3); I808 (?) и I965 (2) кэв. В скобках приводятся соответствующие относительные интенсивности  $\gamma$ -лучей,  $J_{\gamma}^{931}$  кэв = 100.  $\gamma$ -переходы 635,2; II75 и I461 кэв были обнаружены впервые. Точность определения энергий считается равной ~0,2%, интенсивностей ~10% для интенсивных переходов и ~30% для слабых переходов и для перехода 155 кэв.

На основе полученных результатов была дополнена и уточнена схема распада  $Re^{188}$ . Был введен уровень 790 кэв разряжающийся новым переходом 635 кэв. На этот уровень опускаются с вышних уровней переходы 672 и II75 кэв.

Предложение о существовании уровня 790 кэв приводит к серьезным сомнениям в реальности уровня I305, кэв, установленного Джонсом и др. /1/ на основе слабых совпадений переходов 633 кэв и 672 кэв. Кроме того Арнс и др. /2/ поместили переход II52 кэв между уровнями I305 кэв и 155 кэв. Но переход 672 кэв может происходить и между уровнями I461 кэв и 790 кэв. Может быть, что при такой интерпретации не будет неясностей в угловых корреляциях каскада 633 - 672 кэв. Интенсивность перехода II52 кэв в /2/ на порядок меньше полученного нами значения. Причиной этого расхождения может быть то обстоятельство, что переход II52 кэв не находится в прямом каскаде с переходом 155 кэв, как предложено в /2/. Все эти аргументы говорят против предположения о существовании уровня I305 кэв, и поэтому мы его снимаем.

Мы не наблюдали переходов III18 и I595 кэв, требуемых Арнсом и др. /2/ для уровня I750 кэв. Их максимальные интенсивности не превышают значения 2 в единицах приведенных выше. Не выполняется тогда баланс интенсивностей уровня I750 кэв и по этой причине мы его в схему уровней не включаем.

Энергия перехода 486 кэв по нашим данным на много больше прежнего значения 480 кэв, что противоречит предполагаемому расположению этого перехода в схеме распада. Обнаруженный нами переход I461 кэв является вероятно переходом с уровня той же энергии в основное состояние.

Переходы 211,3; 288,9; 486 и II52 кэв не удалось поместить в схему распада.

Институт ядерных исследований ЧСАН - Ржев.

Л и т е р а т у р а

I. N. W. Johns, C. C. McMullen, J. R. Williams, S. V. Nablo, *Canad. J. Phys.*

34, (1956) 69.

2. R. G. Arns, R. D. Riggs, M. L. Wiedenbeck, *Nucl. Phys.* 15 (1960) 125.

Б.С.Джелепов, П.А.Тишкин, И.А.Шимелов

Продолжалось изучение распада  $Re\ 184^*$ . Со времени получения радиоактивного препарата  $^{111}$  к моменту настоящих измерений прошло 20 месяцев, так что в изученном спектре конверсионных электронов присутствовали линии, принадлежащие только к разрядке метастабильного состояния  $Re\ 184^*$  ( $T_{1/2} = 167$  дн).

Измерения производились на одноканальном тороидальном  $\beta$ -спектрометре методом  $e^- e^-$ -совпадений. Разрешающее время схемы "быстро-медленных" совпадений равнялось  $\tau = 15$  нсек.

Спектр конверсионных электронов состоит из следующих наиболее интенсивных линий: К I05, К III + L 55, (M+ N) 55+ L 64, (M+ N) 64, L 84 (M+ N) 84, KI62+ L I05, L III+MI05, (M+ N) III и (L+M)I62 (в порядке возрастания энергии электронов).

Ранее нами были обнаружены совпадения электронов от переходов 84 и I05 КэВ  $^{121}$ , а также 55 и I62 КэВ. Произведенное наблюдение за изменением скоростей счета совпадений подтверждает, что указанные каскады связаны с разрядкой состояния  $Re\ 184^*$  ( $T_{1/2} = 167$  дн).

При настройке одного из каналов  $\beta$ -спектрометра на линии  $E_e = 100$  кэВ (состав: L III  $W\ 184$  и N I05  $Re\ 184$ ) были зарегистрированы совпадения: (L III) (K-2 L оже, L 64, M+ N 64, K 253 и L + M 253), происходящие в  $W\ 184$ , и (M+ N I05) (L 84, M+ N 84), происходящие в  $Re\ 184$ .

Не было обнаружено заметных совпадений линий L III и L 2I7, хотя обе они видны в одиночном конверсионном спектре.

При изучении совпадений с линией (M+ N) 55 наблюдались К и L + M линии от перехода с энергией I62 кэВ. Отношение скоростей счета совпадений:

$$\frac{(KI62; M+ N\ 55)}{(L+MI62; M+ N\ 55)} \approx 5,$$

что свидетельствует о низкой мультипольности перехода с энергией I62 кэВ.

Изучение совпадений с конверсионной линией K253  $W\ 184$  позволило определить поправку на эффективность регистрации электронов с энергией 4I,5 кэВ (KIII  $W\ 184$ ). Она оказалась равной 75%. Эффективность регистрации электронов с  $E_e = 100$  кэВ принималась за 100%.

Авторы выражают благодарность С.Ф.Кокшаровой, принимавшей участие в измерениях.

НИФИ ЛГУ

#### Л и т е р а т у р а :

1. Б.С.Джелепов, П.А.Тишкин, И.А.Шимелов. Известия АН СССР, сер. физ., 27, I28I (1963).
2. Б.С.Джелепов, П.А.Тишкин, И.А.Шимелов. Программа и тезисы XIV совещания по ядерной спектроскопии, Изд. "Наука", М, 1964, стр.68.

Энергии  $\gamma$ -переходов; значения  $K-L, K/L$ ; относительные интенсивности конверсионных электронов, энергии суммарных переходов  $Rh^{100}$ .

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА  $Rh^{100}$

В предыдущих работах нами исследовался распад  $Rh^{100}$ . Были исследованы  $\gamma$ -спектры  $Rh^{100}$ , спектры  $\gamma$ - $\gamma$  совпадений, спектр полного поглощения  $\gamma$ -излучения  $Rh^{100}$ , наиболее интенсивные участки спектра конверсионных электронов.

В данной работе изотоп  $Rh^{100}$  получался химическим выделением  $Rh$  фракции из кадмиевой мишени, облученной протонами с энергией 660 Мэв.

Измерение спектров производилось спустя 24 часа после облучения мишени.

Спектр конверсионных электронов и позитронный спектр  $Rh^{100}$  изучался при помощи магнитного спектрометра типа "кэтрон"  $\frac{\Delta H_p}{H_p} = 0,5\%$ , спектр полного поглощения  $\gamma$ -излучения  $Rh^{100}$  исследовался при помощи кристалла  $NaJ(Tl)$  70 x 70 мм с колодцем  $\frac{\Delta E}{E} = 10,5\%$  на 660 Мэв.

Результаты исследований сведены в таблицу. Участки спектра конверсионных электронов в области энергий 850 - 1050 кэв, 1100 - 1300 кэв и 1700 - 2300 кэв опущены.

На основании результатов исследований нами предлагается схема распада  $Rh^{100}$ , показанная на рисунке.

НИФИ ЛГУ

№ пп	Энергия конверс. электронов, $h\nu$ (кэв)	Интер-претация	$K-L$ , (кэв) ( $K/L$ )	Относительные интенсивности конверсионных электронов	$h\nu$ (кэв) конверсия	$h\nu$ (кэв) $\gamma$ -спектр	Энергия суммарн. $\gamma$ -переходов (кэв)	$h\nu$ (кэв) /I/	Относ. интен. конверсион. электронов /I/
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	265±2	K	-	-	287±2	300	-	-	-
2	275±2	K	-	4±1	297±2				
3	280±2	K	-	2,0±0,6	302±2				
4	294±2	L297	-	1,6±0,4	-	365	-	-	-
5	318±2	K	-	0,6	340±2				
6	346±2	K	-	1±0,3	368±2	440	-	-	-
7	405±2	K	-	2,5±0,5	427±2				
8	416±2	K	-	5±1	438±2	-	-	-	-
9	423±2	K	I9,5±I(5,0)	7±1	445±2				
10	429±2	K	I9,2±I(6,0)	18±2	451±2	-	-	-	-
11	442±3	L445	-	1,5±0,3	-				
12	448±1	L45I	-	3,0±I	-	-	-	-	-
13	478±2	K	-	2±0,4	500±2				
14	490±2	K	-	0,7±0,3	512±2	-	-	-	-
15	498±2	K	-	4±1	520±2				
16	502±2	K	-	3,5±I	524±2	-	-	-	-
17	508±3	K	-	5±1	530±3				
18	512±2	K	-	9±2	534±2	540 слож	540	535,3	100
19	516±2	K	I9±0,7(6,0)	35±5	538±2				
20	521±2	K	I9±0,7(6,0)	100±5	543±2	-	-	-	-
21	535±2	538	-	6±1	-				
22	540±2	543	-	15±2	-	600	-	-	-
23	562±3	K	I8,5±I(3,0)	2,5±0,3	584±3				
24	569±2	K	I9±I(3,0)	4,0±0,5	591±2	-	-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	578±2	582	-	I,0±0,3	-	-	-	-	-
26	588±1	591	-	I,5±0,3	-	-	-	-	-
27	597±2	K	-	I,7±0,3	619±2	-	-	-	-
28	617±2	K	-	I,5±0,3	639±2	-	-	-	-
29	627±2	K	-	I,6±0,3	649±2	-	-	-	-
30	636±2	K	-	I,6±0,3	658±2	650	-	-	-
31	648±3	K	-	0,9±0,2	670±3	-	-	-	-
32	658±3	K	-	I,6±0,3	680±3	-	-	-	-
33	712±2	K	-	I,0±0,2	734±2	-	-	-	-
34	720±3	K	-	0,6±0,2	742±3	740	-	742,4	0,6
35	725±3	K	-	0,5±0,2	747±3	-	-	-	-
36	781±3	K	-	0,4±0,1	803±3	-	-	-	-
37	786±3	K	-	0,8±0,2	808±3	-	-	-	-
38	797±3	K	-	3,0±0,4	818±3	820 слон	-	-	-
39	804±2	K	20±2	9±1	826±2	-	-	822,5	9,7
40	814±4	K	-	-	835±4	-	-	-	-
41	824±2	826	-	3,5±0,6	-	-	-	-	-
42	853±3	K	-	0,9±0,2	877±3	-	-	-	-
43	867±1	K	-	I,1±0,3	890±3	-	-	-	-
44	907±3?	K	-	0,7±0,2	929±3	-	-	-	-
45	925±3	K	-	0,7±0,2	947±3	-	-	-	-
46	984±4	K	-	0,6±0,2	I006±4	-	-	-	-
47	I020±4дв	K,K	-	0,6±0,2	I040±4	I040	-	-	-
48	I060±4	K	-	0,7±0,2	I082±4	-	I080	-	-
49	I076±3	K	-	0,9±0,2	I098±3	-	-	-	-
50	I090±3	K	-	I,5±0,2	III2±3	II20	-	II08	I,5
51	II09±3	LIII2	-	0,4±0,1	-	-	-	-	-
52	II83±3	K	-	0,5±0,1	I205±3	-	-	-	-
53	I203±4	K	-	0,7±0,2	I225±5	-	-	-	-
54	I296±3	K	-	0,3±0,1	I318±3	-	-	-	-
55	I314±4	K	-	0,6±0,2	I335±4	-	-	-	-
56	I325±4	K	-	I,3±0,2	I347±4	I360сл	I360	I358,2	2,8
57	I347±4	K	-	3,0±0,5	I369±4	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
58	I344±4	LI347	20±2	-	-	-	-	-	-
59	I366±3	LI369	I9,7±I	-	-	-	-	-	-
60	I380±5	K	-	0,5±0,2	I400±5	-	-	-	-
61	I395±5	K	-	0,2±0,1	I417±5	-	-	-	-
62	I409±5	K	-	0,3±0,1	I420±5	-	-	-	-
63	I519±5	K	-	0,3±0,1	I540±5	-	-	-	-
64	I540±5	K	20±2(4,0)	0,8±0,2	I560±5	I560±20сл	-	I557,4	I, I
65	I548±4	K	I9,5±2(4,0)	I,2±0,2	I570±4	-	-	-	-
66	I558±4	I560	-	0,2±0,1	-	-	-	-	-
67	I568±3	I570	-	0,3±0,1	-	-	-	-	-
68	I597±5	K	-	0,4±0,1	I620±5	I620±20	-	-	-
69	I630±5	K	-	0,4±0,2	I652±5	-	-	-	-
70	I728±7	K	-	0,2	I750±7	-	-	-	-
71	-	-	-	-	-	I890сл	I890	-	-
72	-	-	-	-	-	I930сл	-	I934, I	0,4
73	-	-	-	-	-	2II0	2II0	-	-
74	2363±7	K	-	-	2385±7	2380±30	-	2379	I,0
75	-	-	-	-	-	2480±50	2480	-	-
76	-	-	-	-	-	2700±30	2700	-	-
77	-	-	-	-	-	2780±30	2780	-	-
78	-	-	-	-	-	2930±30	2930сл	-	-
79	-	-	-	-	-	3100±50	3100±	-	-
80	-	-	-	-	-	3250±50	3220±	-	-
81	-	-	-	-	-	3330±60	3300±	-	-
82	-	-	-	-	-	3430±60	3400±	-	-

ВРЕМЯ ЖИЗНИ УРОВНЯ 55 КЭВ В ЯДРЕ  $J_2^{188}$ 

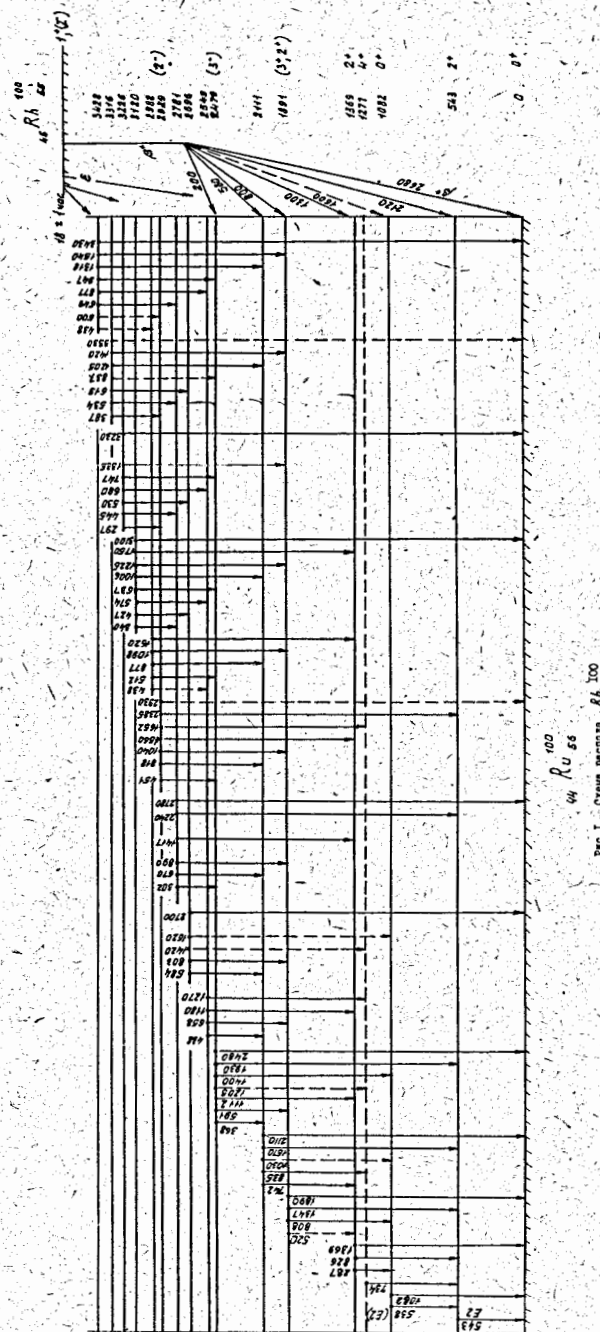
В результате исследования схемы распада 10-дневного изотопа  $Pt^{188}$  в нечетно-нечетное ядро  $J_2^{188}$  в ряде работ было установлено, что первый возбужденный уровень  $J_2^{188}$  имеет энергии 55 кэв и разряжается в основное состояние  $\gamma$ -переходом смешанного типа: 70%  $M1 + 30\% E2$ .

В настоящей работе измерялось время жизни этого уровня методом запаздывающих совпадений. Источником служила фракция платины, выделенная из продуктов расщепления золота протонами с энергией 660 Мэв. С помощью двухлинзового  $\beta$ -спектрометра, люминесцентного  $\gamma$ -спектрометра и быстрой схемы совпадений типа БДС-I (разр. время -  $1 \cdot 10^{-8}$  сек) регистрировались задержанные совпадения между конверсионными электронами  $L_{-55}$  и  $\gamma$ -квантами с энергией 380 кэв (рис.1). По сдвигу центров тяжести кривой задержанных совпадений и "мгновенной" кривой, полученной с источником  $Co^{60}$  в тех же условиях, определено среднее время жизни уровня 55 кэв:  $\tau = (5,5 \pm 1,5) \cdot 10^{-9}$  сек, что соответствует периоду полураспада  $T_{1/2} = (3,8 \pm 1) \cdot 10^{-9}$  сек. С целью проверки этого результата измерены хорошо известные периоды полураспада уровней 480 кэв в  $Ja^{181}$  и 87 кэв в  $Dy^{160}$ . Полученные значения  $T_{1/2}(480) = (1,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$  сек и  $T_{1/2}(87) = (1,8 \pm 0,4) \cdot 10^{-9}$  сек находятся в хорошем согласии с табличными данными. С учетом полного коэффициента конверсии перехода 55 кэв (таблица Слива,

Банд и Роуза) /1/ определены периоды полураспада по отношению к радиационному переходу:  $T_{1/2}^{(3)}(M1) = 2,3 \cdot 10^{-7}$  сек и  $T_{1/2}^{(4)}(E2) = 5 \cdot 10^{-7}$  сек. Сравнение этих значений  $T_{1/2}$  с одночастичными оценками по Мошковскому указывает на замедление порядка  $10^3$  для перехода  $M1$  и ускорение, равное 30 для перехода  $E2$ .

В предположении, что ядро  $J_2^{188}$  является деформированным, рассмотрены правила отбора по асимптотическим числам для различных возможных конфигураций протона и нейтрона в основном и первом возбужденном состояниях  $J_2^{188}$ . Согласно работе /2/ одночастичные оценки вероятностей по Мошковскому для разрешенных переходов совпадают по порядку величины с соответствующими оценками по Нильссону, а запрет по одному из асимптотических чисел приводит к замедлению  $\sim$  в 100 раз.

В соответствии с правилами сложения моментов Галлахера и Мошковского и измеренными значениями моментов для 77-го протона  $3/2$  и III-го нейтрона  $1/2$  обнаруженное замедление

Рис.1. Схема распада  $Pt^{188}$

MI-перехода можно объяснить запретом по двум асимптотическим числам  $K$  и  $L$ , вытекающим из правил отбора для одночастичного перехода с изменением схемы связи.

В этом случае переход 55 кэв можно рассматривать как протонный из состояния  $1/2 + /400/$  в состояние  $3/2 + /402/$  при неизменном состоянии нейтрона  $1/2 - /521/$ . Другие возможные варианты конфигураций нуклонов приводят к значительно худшему согласию с результатом эксперимента.

НИИЯФ МГУ

Л и т е р а т у р а

1. Сб. "Гамма-лучи" под ред. Л.А. Слива Изд. АН СССР М-Л 1961 г. гл.3
2. Там же - гл. 2.

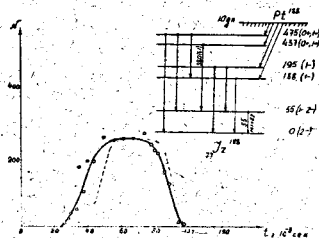


Рис.1 - Кривая запаздывающих совпадений между конверсионными электронами  $L - 55$  и  $\gamma$ -лучами 380 Кэв (см. вставку). Пунктиром показана кривая  $\beta\gamma$  - совпадений для  $Co^{60}$ .

Измерялись угловые корреляции гамма-излучения  $La^{140}$  (13д) с помощью сцинтилляционного  $\gamma$ -спектрометра совпадений. Схема распада  $Ba^{140} \rightarrow La^{140}$  изображена на рис.1. Ядро  $La^{140}$  нестабильно; распадается с периодом полураспада 40 час. в  $Ce^{140}$ , в гамма-спектре которого имеются линии с энергиями переходов, близкими линиям  $La^{140}$ . В связи с этим необходима химическая очистка источника. Считалось, что спустя 4-5 часов после очистки источники уже непригодны для корреляционных измерений.

Для каскада 304-162 кэв собрано 25000 совпадений в каждом из измерительных положений счетчиков ( $90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ$ ) и вычислены коэффициенты корреляции с учетом поправок на присутствие ложных совпадений и телесные углы детекторов:

$$A_2 = 0,060 \pm 0,007 \quad A_4 = 0,020 \pm 0,014.$$

Эти результаты находятся в противоречии с результатами Келли и Виденбека 1956 г. (у них  $A_4 = -0,056 \pm 0,010$ ), но полностью сходны с измерениями Блека и Митчелла (1963), выполненными одновременно с нами. Отличный от нуля коэффициент  $A_4$  свидетельствует с большей вероятностью, что при последовательности спинов 1-2-3, как переход 304 кэв, так и 162 кэв имеют смешанные мультипольности ( $D, Q$ ). Для каскада 537-30 кэв найдена анизотропия (без поправок на совпадения с рентгеновскими лучами)  $A = 0,045 \pm 0,020$ .

Кафедра экспериментальной физики  
университета  
Кюри-Складовской, Люблин, Польша

Измерялись угловые корреляции в  $La^{140} - Ce^{140}$  между позитронами с максимальной энергией  $W_0 = 5,30 (m_0 c^2) = 2,18$  Мэв и  $\gamma$  - линией с энергией 1,60 Мэв. Была определена зависимость коэффициента  $A_2$  от энергии  $N_{\beta\gamma}(\theta, W) = 1 + A_2(W) P_2(\cos\theta)$ , где  $W$  - энергия позитронов. Ниже приводим значения коэффициентов  $A_2$  и  $A_2^* = A_2 \cdot (P^2/W)^{-1}$ , где  $p$  - импульс позитрона. Коэффициенты исправлены как на конечный телесный угол детекторов, так и на случайные совпадения.

$W(m_0 c^2)$	$A_2$	$A_2^*$
4,13	$0,069 \pm 0,040$	$0,018 \pm 0,010$
4,33	$0,081 \pm 0,020$	$0,020 \pm 0,005$
4,52	$0,088 \pm 0,025$	$0,021 \pm 0,006$
4,72	$0,093 \pm 0,030$	$0,021 \pm 0,007$
4,91	$0,103 \pm 0,025$	$0,022 \pm 0,005$
5,01	$0,117 \pm 0,040$	$0,024 \pm 0,008$

Как показал один из авторов (М.Суботович), эти значения коэффициентов асимметрии согласуются со следующими значениями параметров Котани:  $Y = -1,60$ ,  $x = -0,33$ ,  $u = -0,1$ .

Полученные значения параметров Котани незначительно отличаются от найденных Баттачерджем (*Phys. Rev.* **131**, 2611). Результаты наших измерений параметра  $A_2(W)$  отличаются от опубликованных в течение исполнения настоящей работы не более 10-15%.

Подробное описание эксперимента и анализ результатов будут скоро опубликованы.

Кафедра экспериментальной физики  
университета

Кюри-Складовской, Люблин, Польша

При вычислениях электронных траекторий в  $\beta$ -спектрометрах с поперечным магнитным полем обычно предполагается:

- осевая симметрия магн. поля
- симметрия относительно средней плоскости ( $Z = 0$ ), перпендикулярной к оси симметрии.

При постройке спектрометров и при измерениях симметрии на окружностях  $r = const$ , однако, в некоторых случаях обнаруживается определенная осевая асимметрия, достигающая величин от нескольких  $10^{-3}$  до процента  $|I|$ . В настоящей работе решаются уравнения для электронных траекторий в условиях существования малой осевой асимметрии и сохранения симметрии относительно плоскости  $Z = 0$ .

Осевая асимметрия описывается компонентой  $H_z$  магн. поля в средней плоскости:

$$H_z(z=0) = H_0 \left[ (1 + \beta(\theta)) (1 - (\alpha + \Delta\alpha(\theta)) \eta + \beta \eta^2) \right]; \text{ где } \eta = \frac{r - a}{a} \quad (1)$$

функции  $\eta$ ,  $\beta$ ,  $\Delta\alpha(\theta)$  (и далее  $\frac{z}{a}$ ) считаются малыми величинами в сравнении с 1. Расчет ведется методом возмущений<sup>[2]</sup>, начальные условия:  $r = a + \delta r$ ,  $z = \delta z$ ,  $\theta = 0$ ,

$$\dot{r}/v = \psi_r, \quad \dot{z}/v = \psi_z \text{ при } t = 0; \text{ где } v = \omega \cdot a, \quad \omega = -\frac{e H_0}{m c}$$

Решение уравнения Лоренца с точностью до членов второго порядка дает для цилиндрической координаты  $r$  при  $\theta$  равном углу фокусировки:

$$\begin{aligned} r_{\text{фокус}} &= r \left[ \frac{\pi}{(1-\alpha)^{1/2}} \right] = a - \delta r - B_1 + A_0 + \alpha \psi_r C_2 + \delta r D_2 \quad \text{где } B_1 = a \int_0^{\pi} \frac{\beta \sin \varphi}{1-\alpha} d\varphi \\ A_0 &= a \psi_r^2 \frac{7\alpha - 3 - 4\beta}{3(1-\alpha)^2} + \frac{\delta r^2}{a} \frac{2(\alpha - \beta)}{3(1-\alpha)} + \alpha \psi_z^2 \left[ \frac{1 - 9\alpha - (1-\alpha) \cos 2\pi \sqrt{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{2\alpha(1-5\alpha)(1-\alpha)} \beta - \frac{1}{1-\alpha} \right] + \\ \frac{\delta z^2}{a} &\left[ \frac{3 - 11\alpha + (1-\alpha) \cos 2\pi \sqrt{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{2(1-5\alpha)(1-\alpha)} \beta - \frac{\alpha}{1-\alpha} \right] + \psi_z \delta z \frac{\beta}{\sqrt{\alpha(1-5\alpha)}} \sin 2\pi \sqrt{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (2) \\ C_2 &= \frac{2\beta - \alpha^2 - \alpha}{2(1-\alpha)^{3/2}} \int_0^{\pi} \beta d\varphi + \frac{3 - 7\alpha + 4\beta}{3(1-\alpha)^{3/2}} \int_0^{\pi} \beta \cos \varphi d\varphi + \frac{3\alpha^2 - 11\alpha + 6 + 2\beta}{6(1-\alpha)^{3/2}} \int_0^{\pi} \beta \cos 2\varphi d\varphi + \\ &+ \frac{1}{(1-\alpha)^{3/2}} \int_0^{\pi} \Delta\alpha \cdot \sin^2 \varphi d\varphi \\ D_2 &= \frac{2(\alpha - \beta)}{3(1-\alpha)^2} \int_0^{\pi} \beta \sin \varphi d\varphi + \frac{11\alpha - 3\alpha^2 - 6 - 2\beta}{6(1-\alpha)^2} \int_0^{\pi} \beta \sin 2\varphi d\varphi + \frac{1}{1-\alpha} \int_0^{\pi} \Delta\alpha \cdot \frac{\sin 2\varphi}{2} d\varphi \end{aligned}$$

О РАСПАДЕ Eu

На двух магнитных спектрометрах с двойной фокусировкой на угол  $\pi\sqrt{2}$  излучался спектр конверсионных электронов  $Eu^{145}$ . Один из спектрометров имеет разрешающую способность 0,10% ( $z_0 = 140$  мм); разрешающая способность другого спектрометра составляет 0,15 - 0,20% при светосиле 0,4% ( $z_0 = 500$  мм).

Магнитное поле обоих спектрометров измерялось методом протонного резонанса, а поле спектрометра с  $z_0 = 500$  мм и стабилизировалось им же.

Калибровка этого спектрометра по энергиям проводилась с помощью конверсионных линий радиоактивного осадка тория, энергии которых известны с точностью 0,1%. Энергии конверсионных линий  $Eu^{145}$  мы определяли с погрешностью 0,05%. Данные по энергиям  $\gamma$ -переходов и относительным интенсивностям К-конверсионных линий  $Eu^{145}$  приведены в таблице I. В этой же таблице приведены данные по относительным интенсивностям  $\gamma$ -линий  $Eu^{145}$ , взятые из работы /1/.

Известно, что мультипольность перехода 893,3 кэВ E2. Исходя из наших данных по относительным интенсивностям конверсионных линий  $Eu^{145}$  и из данных работы /1/ по относительным интенсивностям  $\gamma$ -линий  $Eu^{145}$  и приняв теоретическое значение коэффициента конверсии для E2-перехода, 893,3 кэВ  $\alpha_K = 2,66 \cdot 10^{-3}$ , мы определили значения  $\alpha_K$  для остальных изучавшихся нами переходов. В таблице I указаны эти значения. Здесь же приведены выводы о мультипольностях, сделанные на основе сравнения экспериментальных значений  $\alpha_K$  с теоретическими. Эти выводы находятся в согласии с результатами работы /1/.

Таблица I

$E_\gamma$	$I_K$	$I_\gamma$	$\alpha_K$	Мультипольность
110,9 ± 0,1	850 ± 100	3	0,75	M1;E2
191,4 ± 0,1	70 ± 10	2,5	7,5 · 10 <sup>-2</sup>	(E1)
542,1 ± 0,3	7 ± 1,5	10	2,1 · 10 <sup>-3</sup>	E1
653,7 ± 0,3	13 ± 2	24	1,4 · 10 <sup>-3</sup>	E1
764,4 ± 0,4	6 ± 1,5	3	6,2 · 10 <sup>-3</sup>	M1, E2, M1+E2

В функциях  $\delta$  и  $\Delta\alpha$  для краткости опущены аргументы  $\frac{\varphi}{(1-\alpha)^{1/2}}$ . Члены второго порядка  $a\varphi_r c_2$  и  $\delta r D_2$  определяют изменение ширины электронного изображения в фокусе под влиянием асимметрии  $\delta$  и  $\Delta\alpha$ .

При постройке магнита спектрометра "двоякогрибовидной" формы с  $a = 50$  см  $\alpha = 1/2$  и  $\beta = 3/8$  была при измерении топографии магн. поля обнаружена осевая асимметрия, которая при малых полях (-10 гаусс) достигала величин около  $7 \cdot 10^{-3}$ , а при больших не выходила за предел ошибок измерений ( $\pm 0,5 \cdot 10^{-3}$ ).

Для оценки уширения эл. пучка в фокусе были графически определены значения членов в (2) (с измеренной функцией  $\delta(\theta)$ ). Полагалось, что  $\Delta\alpha(\theta) = 0$ , так как практически для всех  $\theta$  выполняется:

$$-a \frac{\partial H_z}{\partial r}(r-a) = \alpha = \frac{1}{2}.$$

Таким образом мы получили в нашем случае отношение для ширины пучка в фокусе:

$$\Delta r_f = a \varphi_r \left( \frac{4}{3} \varphi_r + 8 \cdot 10^{-3} \right).$$

Вышеприведенные результаты можно применять для оценки влияния любой малой осевой асимметрии в  $\beta$ -спектрометре с поперечным магнитным полем. Осевая асимметрия должна быть согласно основному предположению симметрична относительно плоскости  $z = 0$ .

Институт ядерных исследований ЧСАН, Ржех.

Л и т е р а т у р а

1. О.Д. Ковригин, Г.Д. Латышев, Спектр с дв.фок. Алма-Ата 1962 АН Каз.ССР
2. Schull F., Dennison D.M., Phys.Rev. 71,681(1947); 72,256(1948).



1	2	3	4	5
893,3 ± 0,4	100	100	2,66 · 10 <sup>-3</sup>	E2
1657,4 ± 0,8	6 ± 1,5	26	6,2 · 10 <sup>-4</sup>	
1995,6 ± 1,0	2 ± 0,5	14	3,8 · 10 <sup>-4</sup>	

В таблице 2 указаны полученные нами значения K/L для переходов I10,9 кэв и I91,4 кэв и L<sub>1</sub> : L<sub>2</sub> : L<sub>3</sub> для перехода, I10,9 кэв.

Таблица 2.

E <sub>x</sub>	L <sub>1</sub> :L <sub>2</sub> :L <sub>3</sub>	K/L	мультипольность
I10,9	15(0,12 ± 0,03):( ≤ 0,02)	7 ± 1	MI + ( ≤ 3%) E2
I91,4	-	7 ± 1,5	MI, EI.

На основании наших данных по энергиям и относительным интенсивностям  $\gamma$ - переходов в распаде E<sub>u</sub><sup>I45</sup> и данных работ /1,2/ по  $\gamma$ -  $\gamma$  совпадениям и угловым корреляциям мы приводим схему распада E<sub>u</sub><sup>I45</sup> (рис.1).

- 1) Спин основного состояния S<sub>m</sub><sup>I45</sup> 7/2-.
- 2) Положение уровня 893,3 кэв известно. Его квантовые характеристики 3/2-.
- 3) Из данных по угловым  $\gamma$ -  $\gamma$  корреляциям /1/ известно, что спин уровня I546,3 кэв 3/2. Наши данные о мультипольности  $\gamma$ - перехода 653,7 кэв (EI) позволяют приписать этому состоянию положительную четность. Интенсивность K-конверсионной линии прямого перехода с этого уровня в основное состояние S<sub>m</sub><sup>I45</sup> составляет менее 5% от интенсивности K 653,3 кэв.
- 4) Данные по угловым  $\gamma$ -  $\gamma$  корреляциям /1/ свидетельствуют о том, что спин уровня I435,4 кэв 1/2 или 5/2. Анализ баланса интенсивностей  $\gamma$ - переходов показывает, что электронный захват на этот уровень происходит с интенсивностью не большей, чем 1% от числа распадов E<sub>u</sub><sup>I45</sup>. Мы предполагаем, что квантовые характеристики этого уровня 1/2+. Четность определяется по мультипольности переходов 542,1 кэв (EI) и I10,9 кэв (MI).

5) Существование уровня 1657,7 кэв подтверждается переходами:

$$0 + 1657,4 = 1657,4$$

$$893,3 + 764,4 = 1657,7$$

Указания на схеме относительные числа распадов E<sub>u</sub><sup>I45</sup> на уровни S<sub>m</sub><sup>I45</sup> и соответствующие значения lgft вычислены на основе баланса интенсивностей  $\gamma$ - переходов. При его составлении использовались наши данные о конверсионном спектре E<sub>u</sub><sup>I45</sup> и данные о  $\gamma$ -спектре, полученные в работе /1/. Оценки lgft переходов, приведенные на схеме, согласуются с выводами о спинах и четностях соответствующих уровней. Полученное значение lgft = 7,1 для

$\beta$ -перехода на уровень I546,3 кэв несколько выше, чем ожидалось для разрешенного перехода ( 5/2+ → 3/2+).

### Л и т е р а т у р а

1. И.Деметэр, Ф.Молнер, Е.Наджаков, А.Ф. Новгородов, Материалы настоящего совещания.
2. К.Я.Громов, Х.Т. Желев, В.В. Кузнецов, Ма Хо-Ик, Г.Музиоль, Хань Шу-хунь. Материалы настоящего совещания.

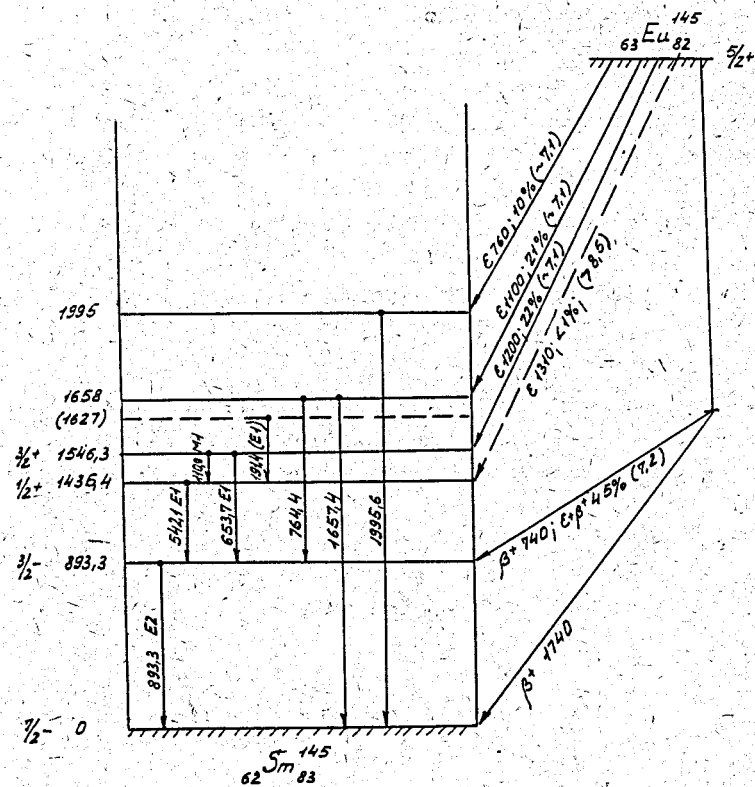


Рис.1 Схема распада E<sub>u</sub><sup>I45</sup>

Ленинградский Государственный университет  
Объединенный институт ядерных исследований

СПЕКТР ЭЛЕКТРОНОВ ВНУТРЕННЕЙ КОНВЕРСИИ  $Gd^{147}$

Спектр электронов внутренней конверсии  $Gd^{147}$  исследовался с помощью двух  $\beta$ -спектрометров с двойной фокусировкой с разрешающей способностью 0,1% и 0,15-0,20%. Измерения магнитного поля в обоих приборах производились методом протонного резонанса, что позволило определять энергии переходов с погрешностью меньше 0,1%.  $Gd^{147}$  был получен в реакции глубокого расщепления эрбия и тантала протонами с энергией 660 Мэв на синхроциклотроне ОИЯИ.

В таблице I приведены значения энергий переходов и относительных интенсивностей К-конверсионных линий, возникающих при распаде  $Gd^{147} \rightarrow Eu^{147}$ . По отношению интенсивностей  $L_I$ ,  $L_{II}$  и  $L_{III}$  линий была оценена величина смеси мультипольности  $\delta^2$  для переходов в  $Eu^{147}$  с энергией 229,0 (M1); 369,5 (M1) и 395,4 (M2) кэв. Примесь более высокой мультипольности  $\leq 0,06$ ;  $\leq 0,04$  и  $\leq 0,019$ , соответственно.

В схеме распада  $Gd^{147}$  (рис.1), построенной на основе приведенных данных с учетом известных из литературы  $\gamma$ - $\gamma$  совпадений, энергетический баланс выполняется с погрешностью не больше 0,1% для всех уровней. Примерно 15 переходов из таблицы I в схеме пока не размещены.

Период полураспада  $Gd^{147}$ , измеренный для трех источников по линиям с энергией перехода 229,0; 369,5 и 395,4 кэв, оказался равным  $(38,5 \pm 0,5)$  часа  $(138,6 + 1,8)$  ксек.

Ленинградский Государственный Университет.  
Объединенный институт ядерных исследований

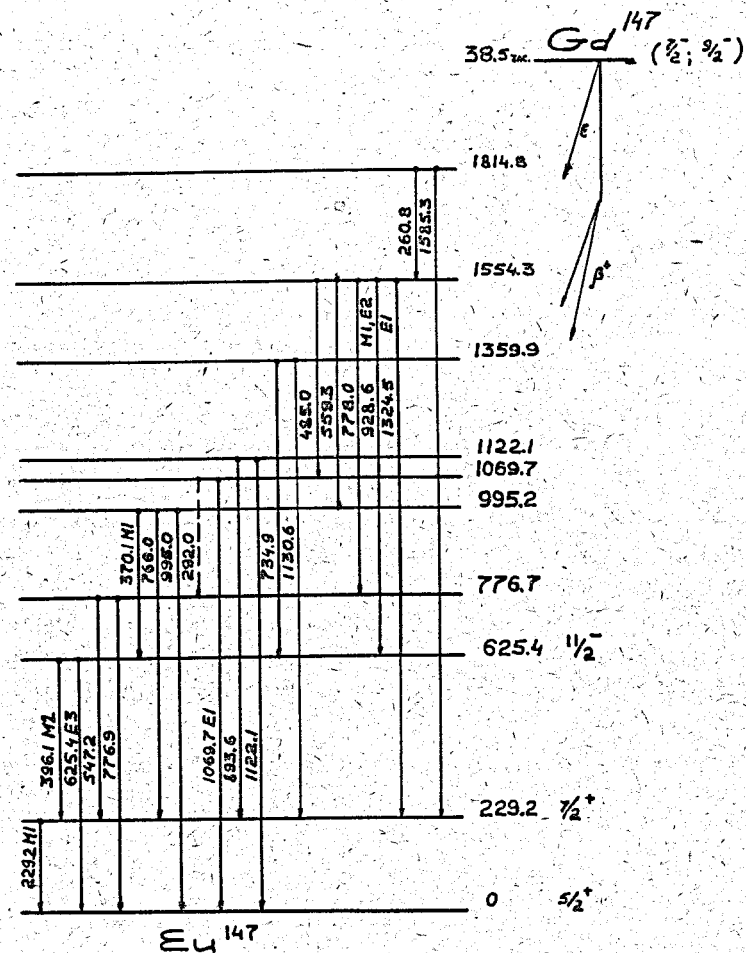


Рис.1 Схема распада  $Gd^{147}$

$\gamma - \gamma$  - УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ПРИ РАСПАДЕ  $Pz^{138} \rightarrow Ce^{138}$

К.Я.Громов, И.Деметер, Е.Наджаков

Измерены  $\gamma - \gamma$  угловые корреляции для каскада 300 - I040 кэв:  $A_2 = +0,22 \pm 0,03$ ,  $A_4 = -0,03 \pm 0,04$  и I040 - 800 кэв:  $A_2 = +0,05 \pm 0,03$ ,  $A_4 = -0,01 \pm 0,05$  между уровнями 2140, 1840, 800 и 0 кэв. Рассмотрены заключения о спинах и мультипольностях, которые можно отсюда сделать.

В частности, если принять установленными значения спинов основного состояния:  $0^+$  и 800 кэв:  $2^+$  с переходом 800 кэв типа E2, и что переход 300 кэв типа E3 с возможной небольшой примесью M2 (до 20%) (при этом обсуждены варианты, которые не принимаются, так как представляются невероятными по другим данным), то измерение позволяет исключить все остальные гипотезы кроме следующей: 7(3)4(2)2(2)0.

ОИЯИ

О СХЕМЕ УРОВНЕЙ  $Sm^{145}$  ИЗ РАСПАДА  $Eu^{145}$

И.Деметер, Ф.Молнар, Е.Наджаков, А.Ф.Новгородов

Измерены  $\gamma$  - спектр,  $\gamma - \gamma$  совпадения и  $\gamma - \gamma$  угловые корреляции при распаде  $Eu^{145} \rightarrow Sm^{145}$  на сцинтилляционном спектрометре совпадений.  $Eu^{145}$  получен в чистом виде при  $\alpha$  - распаде  $Tb^{149}$  из термической фракции после облучения  $Ta$  протонами с энергией 660 Мэв.

Измерен период полураспада:  $6,0 \pm 0,2$  д. Определены относительные интенсивности  $\gamma$  - линий. Приводятся новые данные по  $\gamma - \gamma$  совпадениям. Предлагается новый вариант схемы уровней  $Sm^{145}$ . Даются оценки интенсивностей заполнения различных уровней путем электронного захвата.

На основании измерений  $\gamma - \gamma$  угловых корреляций и ранее известных данных предлагается для спина и четности уровня 1547 кэв  $3/2^+$ . Приводятся соображения о возможных спинах уровня 1435 кэв.

ОИЯИ

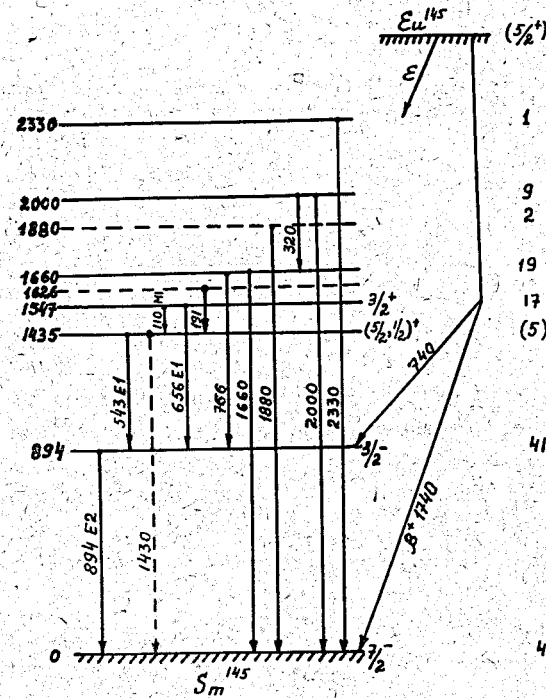


Схема распада  $Eu^{145}$

С П И С О К

работ, представленных на рабочее совещание по ядерной спектроскопии нейтроно-дефицитных изотопов и теории ядра

18-23 июня 1964 года Дубна.

1. Расчет абсолютных значений  $\log ft$  для  $\beta^-$  - переходов типа  $\frac{1}{2}^+ \rightarrow \frac{1}{2}^-$  в нечетных ядрах ( $150 \leq A < 190$ ). А.Богдан, Т. Бэдики.
2. Теория ферми-жидкости и спектр возбуждений ядра  $Rv^{208}$ .  
В.Н. Гуман, Б.Л. Бирбраир.
3. Спектр конверсионных электронов литцеия-171 в области энергий больше 600 кэв.  
В.А. Балалаев, Б.С. Желепов, Н.Г. Зайцева,  
А.М. Медведев, А.Мештер, С.А. Шестопадова.
4. О влиянии осевой асимметрии магнитного поля на фокусировку в  $\beta^-$  - спектрометрах с поперечным магнитным полем. А.Шпалек.
5. Анализ  $\Gamma^- \rightarrow 0^+$  - перехода в рении-186.  
М.Шотт, М.Виндушка.
6. Гамма излучение при распаде рения-188.  
М.Малы, Э.Плайнер, О. Драгоун, Б.Бочев.
7. Приведенные ширины уровней ядер в реакциях с вылетом дейтронов или тритонов на основе оболочечной модели. О.Думитреску, А.Сандулеску.
8. Упрощенные вычисления скорости альфа-распада четно-четных деформированных ядер на основе сверхтекучей модели. А.Сандулеску, Ф.Станку.
9. К вопросу о существовании четырехчасового изомера литцеия-172.  
А.Бэдеску-Сингуриану, М. Греческу,  
В.Ионеску, Т. Нэшкуциху.
10. Распад празеодима-138.  
А.С. Басина, Т.Бэдики, К.Я. Громов, Б.С. Желепов,  
Н.А.Лебедев, В.А. Морозов, А.Ф. Новгородов.

11. О распаде  $Ho^{161}$ .

А.А.Абдуразаков, К.Я.Громов, В.В.Кузнецов,  
Ма Хо Ин, Г.Музиоль, Ф.Молнар, А.Молнар,  
Ф.Мухтасимов, Хань Шу-хунь.

12. Расчеты свойств ядер редкоземельных элементов при помощи улучшенной теории парных корреляций.  
Е.М.Банг, Н.Н.Михайлов.
13. Исследование октупольных состояний четно-четных сильно-деформированных ядер.  
В.Г.Соловьев, П. Фогель, А.А. Корнейчук.
14. Энергии возбужденных состояний некоторых четных сильно деформированных ядер в области  $164 \leq A < 190$ .  
Н.И.Пятов, В.Г.Соловьев.
15. Энергии четно-четных сильно деформированных ядер в области  $228 \leq A \leq 254$ .  
В.Г.Соловьев, Т.Шиклош.
16. Вероятности электромагнитных переходов с коллективных на основные состояния четно-четных сильно деформированных ядер. П.Фогель.
17. Энергии квадрупольных состояний четно-четных сильно деформированных ядер.  
Лю Юань, Соловьев В.Г., Корнейчук А.А.
18. Октуольные состояния четно-четных деформированных ядер.  
В.Г. Соловьев, П. Фогель.
19. Коллективная и квазичастичная структура состояний деформированных ядер.  
В.Г. Соловьев
20. Исследование  $\alpha$  - спектра изотопов тербия.  
К.Я.Громов, И. Махунка, М.Махунка, Т. Фенеш.
21. Исследование  $\alpha$  - спектра изотопов диспрозия.  
И.Махунка, Т. Фенеш.
22. Новые данные о распаде тулия-166.  
И.Адам, К.Громов, Ж.Желев, М.Кузнецова,  
Лу Си-тин, М. Фингер, В.Чумин.
23. Исследование спектров конверсионных электронов изотопов тулия-166, иттербия-164, тулия-164, и тулия-162.  
А.А. Абдумаликов, А.А. Абдуразаков, В. Гнатович,  
К.Я. Громов, Б.С. Желепов.
24.  $\gamma$  - лучи тулия-164. Уровень типа  $0^+$  в зрнии-164.  
А.С.Басина, Т.Бэдики, К.Я. Громов, Б.С. Желепов,  
В.А. Морозов, А.Ф. Новгородов.

25. Доля К-захвата у германия-66, германия-69 и мышьяка-72.  
Зин Хе-сун, Н.С. Мальцева, В.Н.Мекедов,  
В.Н. Рыбаков
26. Исследование спектра конверсионных электронов и спектров позитронов неодимовой фракции. Новый изотоп неодима - I37.  
К.Громов, Б.Джелепов, Ж.Желев, В.Калинников,  
А.Кудрявцева, Н.Лебедев, Э.Херрманн.
27. Позитроны при распаде гольмия-160.  
К.Я.Громов, Б.С. Джелепов, Ж.Т. Желев, В.Г.Калинников,  
А.В.Кудрявцева, Н.А. Лебедев.
28. Исследование спектров позитронов лутеция-167, лутеция-169, лутеция-170.  
В.А.Агеев, К.Я.Громов, Б.С. Джелепов, Ж.Т.Желев,  
В.Г.Калинников, А.В.Кудрявцева.
29.  $e^+ - e^-$  - совпадения при распаде церия-I35.  
Б.С.Джелепов, П.А.Тихкин, И.Ф.Учеваткин,  
И.А.Шшелов.
30. О распаде молибдена-90 и молибдена-93m.  
Е.П.Григорьев, Ю.С.Егоров, А.В.Золотавин,  
П.П.Лебедев, М.К.Никитин, В.О.Сергеев, М.И.Совцов.
31. Распад гольмия-160.  
М.П.Авотина, Е.П.Григорьев, Б.С. Джелепов,  
А.В.Золотавин, В.О.Сергеев.
32. Новые данные о распаде рения-184.  
Б.С.Джелепов, П.А.Тихкин, И.А. Шшелов.
33. О распаде европия-I45.  
М.П.Авотина, Е.П.Григорьев, Ю.С. Егоров, Ж.Т.Желев,  
А.В.Золотавин, В.О. Сергеев, М.И. Совцов.
34. Исследование схем распада тербия-I49 и тербия-I50.  
К.Я.Громов, Д.А.Енчев, Ж.Т.Желев, В.В.Кузнецов,  
Ма Хо Ик, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь.
35. Уточнение энергий ряда гамма-переходов при распаде церия-I35.  
Е.П.Григорьев, Б.С.Джелепов, Ю.С. Егоров,  
А.В.Золотавин, В.О. Сергеев, М.И. Совцов,  
И.Ф.Учеваткин.
36. Позитроны при распаде европия-I45.  
К.Я.Громов, Ж.Т. Желев, В.В.Кузнецов,  
Ма Хо Ик, Г.Музиоль, Хань Шу-жунь.
37. Исследование распада родия-I00.  
Н.М.Антоньева, Б.С. Джелепов,  
Г.С.Катяхкин, В.Б.Смирнов.
38. Исследование спектра электронов внутренней конверсии гадолиния-I47.  
М.П.Авотина, Е.П.Григорьев, А.В.Золотавин,  
Н.А. Лебедев.
39. Относительная вероятность захвата К и L - электронов при запрещенных переходах ядер (обзор).  
Л.Н. Зырянова.
40. Распад гадолиния-I49.  
М.П.Авотина, Е.П.Григорьев, Н.А.Лебедев,  
А.В.Золотавин, В.О. Сергеев.
41. Исследование схемы распада европия-I47.  
Б.Джелепов, Ж.Желев, В.Калинников,  
А.Кудрявцева, Н.Лебедев, Ю.Мареев, Ю.Язвический.
42. О распаде эрбия-I61.  
К.Я.Громов, Ж.Т.Желев, В.Звольска,  
В.Г.Калинников, А.В. Кудрявцева.
43. Исследование схемы распада тербия-I52.  
Громов К.Я., Енчев Д.А., Желев Ж.Т., Звольски И.,  
Калинников В.Г., Кузнецов В.В., Ма Хо Ик,  
Музиоль Г., Хань Шу-жунь.
44. Исследование спектров конверсионных электронов и спектров позитронов европиевой фракции.  
К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Д.А.Енчев, Ж.Желев,  
В.Г.Калинников, А.В.Кудрявцева, Н.А.Лебедев.
45. Некоторые исследования фотоэффекта от нейтронодефицитных источников с помощью большого спектрометра с двойной фокусировкой.  
Сычиков Г.И., Ковригин О.Д., Латышев Г.Д.,  
Лондаренко Г.А., Новгородов А.Ф.
46. Позитроны лутеция - I71.  
В.Д.Витман, Б.С.Джелепов, В.Я.Ефремова.
47. Спектр конверсионных электронов периевой фракции в интервале энергий 860-2660 кэв.  
А.А.Балалаев, Б.С.Джелепов, А.Мештер,  
И.Ф.Учеваткин, С.А.Шестопалова.
48. Спектр конверсионных электронов европия-I46 в интервале энергий 750-1550 кэв.  
В.А.Балалаев, Б.С. Джелепов, А.Мештер.
49. Свойства ротационных полос, основанных на уровне I/2+ /4II/.  
Б.С.Джелепов, Г.Ф. Драницына
50. О распаде ядер  $Na^{151}$ ,  $Pm^{151}$ ,  $Sm^{155}$ ,  $Gd^{159}$  и  $Tm^{167}$   
Л.Функе, Г.Грабер, К.Каун, Г.Зодан, Л.Вернер.
51. Время жизни уровня 55 кэв в ядре  $Jz^{188}$ .  
Л.Н.Крыкова, А.А. Сорокин.



52.  $\gamma - \gamma$  угловая корреляция при распаде  $Pz^{138} - Ce^{138}$ .  
К.Я.Громов, И.Деметер, Е.Наджаков.
53. О схеме уровней  $Sm^{145}$  из распада  $Eu^{145}$ .  
И.Деметер, Ф.Молнар, Е.Наджаков, А.Ф.Новгородов
54. Образование  $At^{205}$  и  $At^{203}$  при бомбардировке  $Bi$  протонами с  $E_p = 400$  Мэв.  
Н.С.Мальцева, В.Н.Мехедов.
55. Новые данные к распаду  $Ho^{160}$ .  
К.Я.Громов, Ф.Н.Мухтасимов, Р.Бабаджанов.
56. Угловое распределение электронов внутренней конверсии при сильных  $\gamma$ -запретах.  
Л.А.Борисоглебский
57. Уточнения энергии  $\gamma$ -перехода 61,25 кэв при распаде  $Sm^{145}$  и определение относительных выходов изотопов самария.  
М.П.Авотин, Е.П.Григорьев, Лу Си-Тин.
58. Угловые корреляции  $\gamma$ -излучения  $La^{140}$ .  
В.Жук, Ф.Говорек.
59. Угловые корреляции  $\beta - \gamma$  в  $La^{140} - Ce^{140}$ .  
М.Суботович, Э.Крупа, Я.Куранц

Рукопись поступила в издательский отдел  
12 декабря 1964г.