

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



K-806

20/11-77

P6 - 10562

2320/2-77

Т.Крецу, В.В.Кузнецов, Г.И.Лизурей,
В.М.Горожанкин, Г.Макарие

ПОЗИТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ¹⁵³Ть

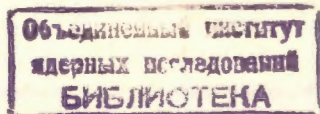
1977

P6 - 10562

Т.Крецу, В.В.Кузнецов, Г.И.Лизурей,
В.М.Горожанкин,¹ Г.Макарие²

ПОЗИТРОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ¹⁵³Ть

Направлено в "Известия АН СССР" /сер. физ./



¹ Воронежский государственный университет

² Политехнический институт, Бухарест

Крецу Т. и др.

P6 - 10562

Позитронное излучение ^{153}Tb

Исследовался спектр позитронов при распаде ^{153}Tb . Наблюдался спектр, состоящий из четырех компонентов с $E_0 = (570^{+50}_{-20})$, (520 ± 15) , (460 ± 10) и (339 ± 5) кэВ. Определена разность масс $^{151}\text{Tb} \rightarrow ^{151}\text{Gd}$, равная $G_\beta = (1585 \pm 5)$ кэВ.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Cretu T. et al.

P6 - 10562

Positron Radiation ^{153}Tb

The positron spectrum from the decay of ^{153}Tb was studied. There was observed the spectrum consisting of four components with $E_0 = (570^{+50}_{-20})$, (520 ± 15) , (460 ± 10) and (339 ± 5) keV. The mass difference $^{151}\text{Tb} \rightarrow ^{151}\text{Gd}$ is determined to be $G_\beta = (1585 \pm 5)$ keV.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

1. ВВЕДЕНИЕ

Первые данные о спектре позитронов ^{153}Tb были опубликованы нами в работе ^{/1/}, в которой получено, что разность масс $^{153}\text{Tb} - ^{153}\text{Gd}$ $Q_\beta = /1600 \pm 20/$ кэВ и что спектр сложный и состоит из двух компонентов с $E_0 = /580 \pm 20/$ и $/350 \pm 40/$ кэВ.

Малая доля позитронов на распад ^{153}Tb затрудняла получение экспериментальных сведений о β^+ -спектре, поэтому при исследованиях схемы распада $^{153}\text{Tb} - ^{153}\text{Gd}$ ^{/2,4/} использовались для определения значений $\log ft$ расчетные величины разности масс Q_β . Расчетные значения Q_β отличаются друг от друга до 300 кэВ.

В настоящей работе ^{/3/} излагаются результаты анализа спектра позитронов ^{153}Tb , полученного при измерении с более интенсивным по сравнению с ^{/1/} источником.

2. УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Метод измерений и обработки β^+ -спектра

Радиоактивные изотопы тербия получались в реакции глубокого расщепления тантала протонами с энергией 660 МэВ на синхротроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Элемент тербий химическим путем ^{/5/} выделяется из танталовой мишени, облученной в течение 10 ч. Источник ^{153}Tb получался при разделении на электромагнитном масс-сепараторе ^{/6/} - ионы ^{153}Tb

внедрялись в майларовую фольгу толщиной 680 мкг/см^2 . Глубина внедрения составляла не более 15 мкг/см^2 [7]. Спектр позитронов исследовался при помощи безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем [8] при максимальной трансмиссии $T \approx 20\%$ и разрешающей способности $R = 1,1\%$. Время измерения в каждой точке спектра позитронов составляло 1000 с. При обработке экспериментального бета-спектра вводились поправочные коэффициенты, учитывающие эффективность регистрации бета-частиц детектором спектрометра - C_0 и обратное рассеяние бета-частиц в подложке источника - C_B [9], а также форму линии /функцию отклика спектрометра/ - C_0 [10]. Метод обработки бета-спектров описан в работе [11].

В работе [9] было показано, что при измерениях позитронов, составляющих малую долю на распад исследуемого изотопа, следует тщательно учитывать распределение фона под бета-спектром. В нашем случае кроме постоянной составляющей фона наблюдалась другая составляющая, обусловленная малой примесью ^{152}Tb . Для того, чтобы учесть вклад в фон от примеси ^{152}Tb , составлявшей в данном опыте $\leq 0,1\%$ от числа ядер ^{153}Tb , измерялся участок спектра позитронов с источником ^{152}Tb в области энергий 20-1000 кэВ. С целью уменьшения этого вклада в фон β^+ -спектр ^{153}Tb измерялся через 3 дня после конца облучения.

Для определения доли позитронов на распад измерялся спектр конверсионных электронов ^{153}Tb при тех же значениях уровня дискриминации импульсов и трансмиссии спектрометра.

2.2. Экспериментальные результаты

Получено, что спектр позитронов при распаде ^{153}Tb сложный и состоит, по крайней мере, из четырех компонентов. На рис. 1 представлен график Ферми-Кюри позитронов ^{153}Tb , полученный при обработке экспериментального распределения.

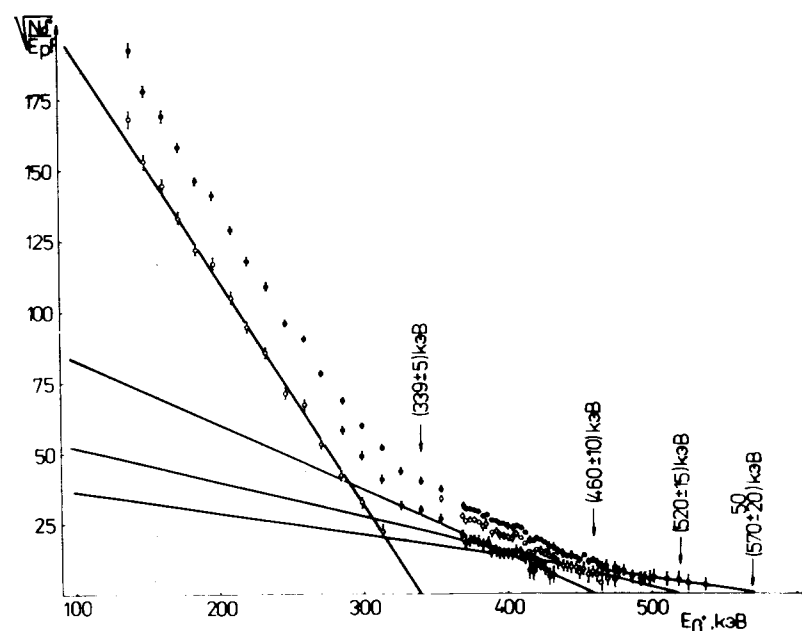


Рис. 1

Определены отношения интенсивностей позитронных компонентов и интенсивности К-конверсионных электронов перехода 212 кэВ. В табл. 1 приведены результаты обработки экспериментального спектра позитронов ^{153}Tb .

Используя отношение J_{β^+}/J_{K212} и принимая интенсивность $J_{K212} = 0,97 \pm 0,10\%$ на распад ^{153}Tb , рассчитанную по данным работы [4], получаем интенсивность позитронного распада ^{153}Tb равной $J_{\beta^+ \text{ полн.}} = 6,3 \pm 0,9 \cdot 10^{-2}\%$.

На рис. 2 приведен фрагмент схемы распада ^{153}Tb - ^{153}Gd , на котором показаны интенсивности /в % на распад/ β^+ -переходов на соответствующие уровни. На этом рисунке пунктиром обозначены возможные β^+ -переходы на уровни 249,5 кэВ ($5/2^-$) и 303,5 кэВ ($5/2^+$). Исходя из анализа погрешностей в точках для компонента с $E_0 = 339 \text{ кэВ}$, мы не исключаем β^+ -переходов на эти уровни с суммарной интенсивностью $\leq 5\%$ от $J_{\beta^+ 339}$.

Таблица 1
Результаты обработки спектра позитронов ^{153}Tb

E_0 , кэВ	J_{β^+} , отн.ед.	$J_{\beta^+}/J_{K212} \times 10^3$	Засел. уровни $J^\pi, E_{ур}$, кэВ	$\log f_t$
339 ± 5	$100,0 \pm 4,8$	$39,8 \pm 4,0$	$3/2^+, 212,0$	$6,8 \pm 0,1$
460 ± 10	$35,0 \pm 3,6$	$13,9 \pm 1,5$	$5/2^-, 109,8$	$7,9 \pm 0,1$
520 ± 15	$18,0 \pm 15,6$ $-10,7$	$7,2 \pm 6,3$ $-4,3$	$5/2^-, 41,6$	$8,4 \pm 0,4$ $-0,3$
570 ± 20	$10,8 \pm 17,0$ $-8,8$	$4,3 \pm 6,8$ $-3,5$	$3/2^-, 0$	$8,9 \pm 0,7$ $-0,4$

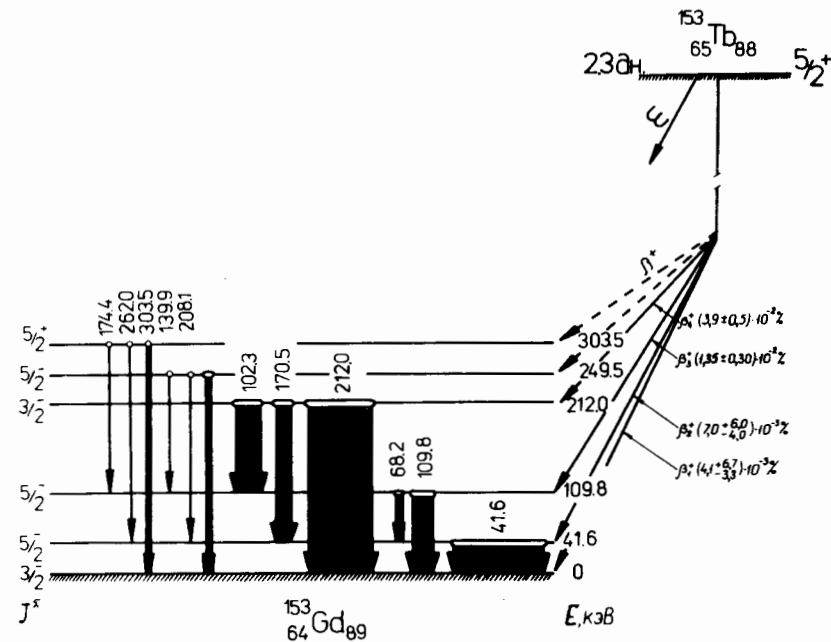


Рис. 2

Спины уровней ^{153}Gd определены при исследовании угловых корреляций ^{/13/}.

Используя величины $(\epsilon + \beta^+) \%$ ^{/2,3,14/}, мы рассчитали $(\epsilon/\beta^+)_{\text{эксп.}}$ при распаде ^{153}Tb для переходов на соответствующие уровни ^{153}Gd . Значения $(\epsilon + \beta^+) \%$, $\epsilon/\beta^+_{\text{эксп.}}$ и $\epsilon/\beta^+_{\text{теор.}}$ для разрешенных бета-переходов ^{/15/} приведены в табл. 2.

Обращает на себя внимание увеличенное значение верхнего предела заселенности основного состояния ^{153}Gd ^{/3,14/} при распаде ^{153}Tb . Из определенной нами интенсивности β^+ -перехода и значения $\epsilon/\beta^+_{\text{теор.}} = 215^{+35}_{-65}$

получаем, что заселение основного состояния ^{153}Gd путем электронного захвата при распаде ^{153}Tb составляет $(0,9^{+1,8}_{-0,8}) \%$.

Таблица 2

Заселение уровней $^{153}\text{Gd}(\epsilon+\beta^+)\%$ и соответствующие значения $\epsilon'\beta^+$

$E_{\text{ур}}$ кэВ	$(\epsilon+\beta^+)\%$			$\epsilon'\beta^+_{\text{эксп.}}$			$\epsilon'\beta^+_{\text{теор.}}$
	/2/	/3/	/14/	/2/	/3/	/14/	
212,0	57	56	54	1480^{+230}_{-180}	1450^{+230}_{-170}	1400^{+220}_{-170}	1780 ± 10
109,8	4,0	7	7,1	300^{+90}_{-60}	520^{+160}_{-100}	530^{+160}_{-100}	500^{+50}_{-35}
41,6	-	5	11	-	720^{+1080}_{-330}	1580^{+2390}_{-730}	310 ± 35
0	-	10	10	-	≤ 12000	≤ 12000	215^{+35}_{-65}

Таблица 3

Данные о разности масс $^{153}\text{Tb} - ^{153}\text{Gd}$

Виола (1974)	Разности масс, рассчитанные по полуэмпирическим формулам							Экспериментальные данные	
	Камерон (1957)*	Хилман (1964)*	Майер (1965)*	Зигер (1970)*	Винг (1964)*	Гарвей (1969)*	Зельдес (1967)*	/1/	Наст. работа
1667	1491	1550	1586	1718	1353	1420	1488	1600 ± 20	1585 ± 5

* Год публикации соответствующей работы. Ссылки на эти работы даны в 16/

Принимая во внимание то, что β^+ -переходы при распаде ^{153}Tb идут на уровни $0\text{ кэВ}(3/2^-)$, $41,6\text{ кэВ}(5/2^-)$, $109,8\text{ кэВ}(5/2^-)$ и $212\text{ кэВ}(3/2^+)$ ^{153}Gd /табл. 1, рис. 2/, мы получили среднее значение разности масс $^{153}\text{Tb} - ^{153}\text{Gd}$: $Q_{\beta} = 1585 \pm 5\text{ кэВ}$. Определенная нами Q_{β} и существующие расчетные данные о разности масс $^{153}\text{Tb} - ^{153}\text{Gd}$ приведены в табл. 3.

В заключение авторы приносят благодарность проф. К.Я.Грому за постоянный интерес к работе, Н.А.Лебедеву, И.И.Громовой - за приготовление источников ^{153}Tb .

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.С. и др. Тезисы XXV Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Ленинград, "Наука", 1975, с.114.
2. Nielsen H.L., Wilsky. Nucl.Phys., A175, 1968, 377.
3. Tuormala T., Siivola A., Jartti P., Lilijavirta T., Z.Phys., 1974, 266, 103.
4. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, Р6-8316, Дубна, 1971; Изв. АН СССР, сер. физ., 1975, 39, 3, с.506.
5. Молнар Ф., Халкин В.А., Херрманн Э. ЭЧАЯ, 1973, т.4, вып. 4.
6. Афанасьев В.П. и др. ОИЯИ, 13-4763, Дубна, 1969.
7. Жук В. и др. ОИЯИ, 6-10058, Дубна, 1969.
8. Гасиор М. и др. ОИЯИ, 6-7094, Дубна, 1973.
9. Громов К.Я. и др. ОИЯИ, Р13-10611, Дубна, 1977.
10. Горожанкин В.М. и др. ОИЯИ, Р6-10239, Дубна, 1976.
11. Крецу Т., Кузнецов В.В., Макарие Г. ОИЯИ, Р6-10183, Дубна, 1976.
12. Громов К.Я. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1967, 31, 1, с.154.
13. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, Р6-8823, Дубна, 1975.
14. Kroger L.A., Reich C.W. Nucl.Data Sheets, 1973, 10, п.5, 429.
15. Желепов Б.С., Зырянова Л.Н., Суслов Ю.П. В кн.: Бета-процессы. Л., Наука, 1972.
16. Громов К.Я. и др. ЭЧАЯ, 1975, 6, вып. 4, с.971.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 апреля 1977 года.