

С 347. 10  
А-139

20/11.65

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2235



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

А.А. Абдумаликов, А.А. Абдуразаков, С.Б. Бурибаев,  
К.Я. Громов, Н.А. Лебедев

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПАДЕ  $\text{Ce}^{135}$

1965

А.А. Абдумаликов, А.А. Абдуразаков, С.Б. Бурибаев,  
К.Я. Громов, Н.А. Лебедев

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПАДЕ  $^{135}\text{Ce}$

Направлено в журнал "Ядерная физика"

8462/2 39.

Общественный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Спектр конверсионных электронов, возникающих при распаде радиоактивного изотопа  $\text{Ce}^{135}$  (17 час), изучался при помощи  $\beta$ -спектрографа с постоянным магнитным полем <sup>/1/</sup>.

Исследованию спектра конверсионных электронов изотопа  $\text{Ce}^{135}$  посвящено несколько работ <sup>/2-7/</sup>. При этом обнаружено более 20  $\gamma$ -переходов.

Измерены  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадения между  $\gamma$ -переходами  $\text{La}^{135}$  <sup>/5,13/</sup> и  $e^- - e^-$ -совпадения между линиями конверсионных электронов <sup>/8,7/</sup>. В работе <sup>/5/</sup> предлагается схема распада  $\text{Ce}^{135} \rightarrow \text{La}^{135}$ .

В наших исследованиях использована фракция церия. Радиоактивный изотоп  $\text{Ce}^{135}$  (вместе с другими изотопами церия) образовался при облучении металлического тантала, окиси эрбия и гадолиния протонами с энергией 860 Мэв на синхротроне. Облучение материала мишени протонами в ускорителе длилось обычно 2-4 часа. После облучения мишени цериевая фракция выделялась хроматографическим путем <sup>/8/</sup>.

При исследовании цериевой фракции использовались два источника.

Спектр конверсионных электронов исследовался в области энергий от 20 до 800 кэв. Разрешающая способность прибора была  $\sim 0,07\%$ . Градуировка по энергиям проводилась по известным конверсионным линиям  $\text{Yb}^{169}$  и  $\text{Ho}^{160}$ , для которых энергии переходов измерены с большой точностью ( $\sim 0,02\%$ ) в работах <sup>/10,11/</sup>. Таким образом построенная градуировочная кривая обеспечивала определение энергии конверсионных электронов с погрешностью лучше чем 0,1%. Для некоторых линий точность в определении энергии составляла 0,05%. Энергии ряда переходов очень хорошо совпадают с данными И.Ф.Учеваткина и др. <sup>/12/</sup>.

Относительные интенсивности конверсионных линий определены по плотности почернения <sup>/9/</sup>.

<sup>135</sup> Экспериментальные результаты исследования спектра конверсионных электронов  $\text{Ce}^{135}$  представлены в таблице 1. В пользу того, что линии, приведенные в этой таблице, возникают при распаде  $\text{Ce}^{135}$  можно привести следующие аргументы:

1. Оценка периода полураспада конверсионных линий по убыванию их интенсивности в последовательно экспонированных фотопластинках и сопоставление совокупных экспериментальных данных, полученных при исследовании препаратов церия, с данными, имеющимися в литературе, позволили нам надежно выделить линии конверсионных электронов, принадлежащие  $Ce^{135}$ .

2. Заряд ядра, в котором происходит  $\gamma$ -переход, определен по разности энергии конверсионных линий  $K$ ,  $L_1$ ,  $L_{11}$ ,  $M$ .

В наших опытах обнаружен 21  $\gamma$ -переход, из них  $\gamma$ -переходы с энергией 86,80 кэв; 118,00 кэв; 206,4 кэв и 267,5 кэв являются новыми.

Сравнивая отношения относительных интенсивностей конверсионных  $K$ ,  $L_1$ ,  $L_{11}$ ,  $L_{111}$  - линий с теоретическими отношениями коэффициентов внутренней конверсии для разных мультиполей определены мультипольности  $\gamma$ -переходов с энергиями: 86,80; 88,80; 118,00; 119,45; 206,4; 265,4 и 300,0 кэв (см. табл. 2). Как видно из таблицы, мультипольности  $\gamma$ -переходов 86,80 кэв, 118,00 кэв и 119,45 кэв  $M1$  с незначительной примесью  $E2$ ; следовательно, исключается мультипольность  $E1$ , что и допускалось в работе <sup>/5/</sup>.  $\gamma$ -переход 86,80 кэв смешанного типа  $E2 + M1$ ,  $\gamma$ -переходы с энергией 206,4 кэв и 265,4 кэв имеют мультипольность  $M1$ , а  $\gamma$ -переход 300,0 кэв типа  $E2$ .

На основании энергий  $\gamma$ -переходов, приведенных в таблице 1 и в работе <sup>/4/</sup>,  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадений <sup>/5,13/</sup> и  $e^-$ - $e^-$ -совпадений <sup>/6,7/</sup> можно составить схему распада  $Ce^{135} \rightarrow La^{135}$ .

При составлении схемы распада мы учитываем следующее:

### 1. Энергетический баланс.

Энергия  $\gamma$ -переходов измерялась с точностью лучшей чем 0,1%. Поэтому сравнивая энергии прямых и каскадных переходов, можно установить следующие уровни: 119,5; 206,4; 265,4; 300,0; 783,3; 871,8 и 1171,0 кэв (табл. 3).

### 2. $\gamma$ - $\gamma$ -совпадения.

В работах <sup>/5,13/</sup> измерены  $\gamma$ - $\gamma$ -совпадения между  $\gamma$ -переходами  $La^{135}$  и найдены совпадения между переходами с энергиями: 265-515; 265-602; 265-901; 300-569 или 570,5; 300-865 кэв <sup>/5/</sup> и 86-(621+665); 120-(621+665); 206-(572+576+606 +621); 206 (621+665); 206-(964+983); 265-(572+576+606+621); 265-(783+809 +827); 265-(871+905) <sup>/13/</sup>.

### 3. $e^-$ - $e^-$ -совпадения.

Учетаткиным и др. <sup>/6,7/</sup> обнаружены совпадения между линиями конверсионных

Т а б л и ц а 1

Энергии  $\gamma$ -переходов и относительные интенсивности конверсионных электронов  $Ce^{135}$

$E_{\gamma}$ , кэВ	Относительные интенсивности						Мульти- польность
	K	$L_1$	$L_{11}$	$L_{111}$	M	N	
86,80	38	сложн.	2,0	2,0	слаб.	-	E2 + M1
88,60	47,0	5,3	<0,5	<0,1	слаб.	-	M1
118,00	10,6	1,3	<0,13	-	-	-	M1
119,45	34,0	4,0	-0,35	-0,2	1,0	слаб.	M1+E2
132,8	2,0	слаб.	-	-	-	-	-
146,0	-0,5	-	-	-	-	-	-
200,7	-0,4	-	-	-	-	-	-
206,4	40,0	5,0 <sup>x)</sup>	-	<0,1	1,3	-0,5	M1
265,4	100	15,0 <sup>x)</sup>	-	<0,3	3,8	1,0	M1
267,5	1,8	-	-	-	-	-	-
300,0	36,0	6,0 <sup>x)</sup>	-	1,5	2,2	1,2	E2
379,6	1,7	-	-	-	-	-	-
387,5	0,7	-	-	-	-	-	-
397,8	0,6	-	-	-	-	-	-
483,4	1,3	-	-	-	-	-	-
517,7	7,0	-1,0 <sup>x)</sup>	-	-	-	-	-
572,0	4,5	1,5 <sup>x)</sup>	-	-	-	-	-
576,8	2,3	-	-	-	-	-	-
606,3	7,0	-1,0 <sup>x)</sup>	-	-	-	-	-
665,4	-1,0	-	-	-	-	-	-
783,3	2,3	-	-	-	-	-	-
828,0	-1,1	-	-	-	-	-	-

x) Указаны интенсивности суммы  $L_1 + L_{11}$

E $\gamma$ , кэВ	Отношение	Эксперимент	Теория			Мультипольность			
			E1	E2	E3				
86,80	K : L <sub>II</sub>	19,0	56,0	3,83	0,77	99,81	46,37	20,0	E2 + M1
	L <sub>I</sub> : L <sub>III</sub>	1,0	0,76	0,88	0,96	4,60	0,60	0,20	
88,60	K : L <sub>I</sub>	8,8	10,0	11,85	12,85	7,98	5,58	3,40	
	L <sub>I</sub> : L <sub>II</sub>	>10	5,72	0,34	0,06	13,04	8,80	6,0	M1
	L <sub>II</sub> : L <sub>III</sub>	~ 5,0	0,80	0,90	0,96	4,62	0,61	0,22	
118,00	K : L <sub>I</sub>	8,0	9,80	10,90	12,30	8,0	5,90	3,90	M1
	L <sub>I</sub> : L <sub>II</sub>	>10	7,30	0,50	0,09	13,48	8,60	5,88	
119,45	K : L <sub>I</sub>	8,3	9,80	10,90	12,30	8,05	5,90	3,90	
	L <sub>I</sub> : L <sub>II</sub>	-12	7,40	0,52	0,13	13,50	8,60	5,90	M1 + E2
	L <sub>II</sub> : L <sub>III</sub>	-1,7	0,74	0,94	1,06	4,60	0,72	0,26	
206,4	K : L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub>	8,0	8,40	5,81	2,6	7,42	5,90	4,70	
	K : L <sub>III</sub>	>400	77,0	16,3	4,8	564,0	86,0	17,40	M1
	L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub> : L <sub>III</sub>	>50	9,0	2,70	2,0	74,0	10,20	2,50	
265,4	K : L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub>	6,6	8,50	6,20	3,20	7,40	6,3	5,25	
	K : L <sub>III</sub>	>340	93,0	22,6	7,9	594,0	120,0	27,40	M1
	L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub> : L <sub>III</sub>	>50	11,2	3,70	2,40	7,9	18,6	5,20	
300,0	K : L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub>	6,0	8,20	6,55	3,60	7,5	6,50	5,4	
	K : L <sub>III</sub>	24	100,00	28,1	10,3	610,0	140,0	35,0	E2
	L <sub>I</sub> + L <sub>II</sub> : L <sub>III</sub>	4,0	12,20	4,30	2,80	82,10	21,6	6,20	

Т а б л и ц а 3  
Энергетический баланс в схеме уровней  $^{135}\text{La}$ 

Энергия уровня, кэВ	Сумма энергий переходов, кэВ
119,5	119,5
206,4	206,4
	119,5 + 86,80 = 206,3
265,4	265,4
	119,5 + 146,0 = 265,5
300,0	300,0
	783,3
783,3	119,5 + 86,80 + 576,8 = 783,1
	206,4 + 576,8 = 783,2
	119,5 + 146,0 + 517,7 = 783,2
	265,4 + 517,7 = 783,1
	300,0 + 483,4 = 783,4
	871,8
871,8	119,5 + 86,80 + 665,4 = 871,7
	206,4 + 665,4 = 871,8
	119,5 + 146,0 + 606,3 = 871,8
	265,4 + 606,3 = 871,7
	300,0 + 572,0 = 872,0
	88,60 + 783,3 = 871,9
	1171,0
1171,0	119,5 + 86,80 + 964 = 1170,3
	206,4 + 964 = 1170,4
	119,5 + 146,0 + 905 = 1170,5
	265,4 + 905 = 1170,4
	300,0 + 871,0 = 1171,0
	783,3 + 387,5 = 1170,8

электронов (L+M) 88-(K,L+M) 120 кэв<sup>6/8/</sup> и K 206,4 - (K,L+M) 576; K 206,4 - (K,L+M) 665 кэв<sup>7/1</sup>.

На основе этих данных можно считать установленными возбужденные уровни с энергиями 119,5; 206,4; 265,4; 300,0; 783,3; 871,8 и 1171,0 кэв (см.рис. 1).

Спин и четность основного состояния  $La^{135}$ , как это следует из распада  $La^{135}$  в  $Ba^{135}$ , по-видимому, 5/2+. Четность уровней с энергиями 119,5 кэв, 206,4 кэв, 265,4 кэв и 300,0 кэв положительна. Этот вывод следует из экспериментально определенных мультипольностей  $\gamma$ -переходов, идущих с этих уровней. Возможные значения спинов этих уровней указаны на схеме рис. 1. Оценка баланса интенсивностей  $\gamma$ -переходов в схеме рис. 1 показывает, что уровни с энергиями 783,3 кэв, 871,8 кэв и 1171,0 кэв также имеют положительную четность, так как интенсивность ряда  $\gamma$ -переходов с этих уровней на нижние уровни, вычисленные по интенсивности конверсионных линий при предположении мультипольности E1, оказывается больше интенсивности переходов, идущих с нижних уровней.

Авторы выражают свою благодарность И.Ф.Учеваткину за полезные обсуждения и предоставление результатов своих исследований до опубликования.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.А.Абдуразаков, Ф.М.Абдуразакова, К.Я.Громов, Б.С.Джелепов, Г.Я.Умаров. Изв.АН Уз.ССР,серия физико-математических наук № 3 (1961).
2. Б.С.Джелепов, Б.К.Преображенский и П.А.Тишкин. Изв. АН СССР сер.физ. 22, 931 (1958).
3. Б.С.Джелепов, А.И.Медведев, И.Ф.Учеваткин, С.А.Шестопалова. Изв. АН СССР сер. физ. 27, 204 (1963).
4. Б.С.Джелепов, А.И.Медведев, А.Местер, И.Ф.Учеваткин, С.А.Шестопалова. Материалы У1-го совещания по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов и теории ядра. Препринт ОИЯИ Р-1536, Дубна 1964 г. стр. 45.
5. К.Takahashi, M.Fujioka and K.Hisatake. Journal of the Phys. Society of Japan, v.19, n. 11, 1014 (1964).
6. Б.С.Джелепов, П.А.Тишкин, И.Ф.Учеваткин, И.А.Шшелов. Материалы У11 -го совещания по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов и теории ядра.стр.3 Препринт ОИЯИ 1915, Дубна 1964 г.
7. Б.С.Джелепов, Л.Н.Москвин, П.А.Тишкин, И.Ф.Учеваткин, И.А.Миселов. Программа и тезисы докладов ХУ ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Минск 1965 г. стр. 47. Изд-во "Наука".
8. Б.К.Преображенский, А.В.Калямин, О.М.Лилова. Радиохимия, 2, 2, 239 (1960).
9. А.А. Абдумаликов, А.А.Абдуразаков, Ф.М.Абдуразакова, К.Я.Громов, Г.Я.Умаров. Изв. АН Уз. ССР серия физико-мат. наук 1, 37 (1962).

10. E.Hatch, P.Marmier, F.Boehm. J. Du-Mond. Phys. Rev., 104, 745 (1956).

11. G.T.Ewan, K.L.Graham, J.S.Geiger. Nucl. Phys., 22, 610 (1961).

12. Е.П.Григорьев, Б.С.Джелепов, Ю.С.Егоров, А.В.Золотавин, В.О.Сергеев, М.И.Совцов, И.Ф.Учеваткин. Материалы VII совещания по ядерной спектроскопии нейтронодефицитных изотопов и теории ядра. Препринт ОИЯИ 1915, Дубна 1964, стр.36.

13. В.С.Бекренев, Б.С.Джелепов, М.А.Долгобородова, В.А.Сергиенко, И.Ф.Учеваткин. Программа и тезисы докладов XV ежегодного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Минск 1965, стр. 47. Издательство "Наука".

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 июня 1965 г.

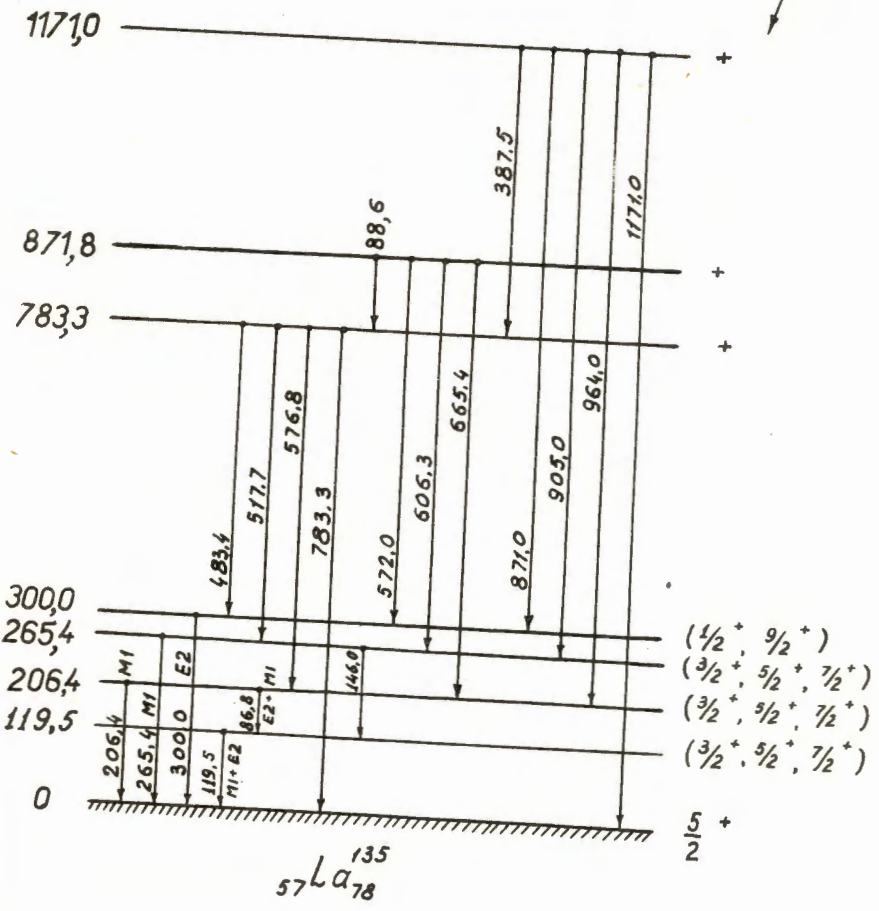
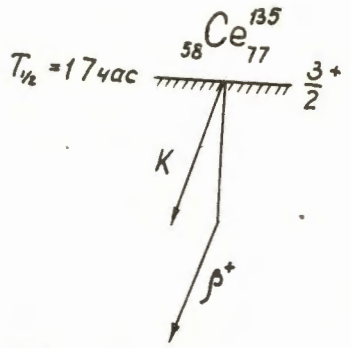


Рис.1. Схема распада  $\text{Ce}^{135}$ .