

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Экз. чит. зала



6 - 4372

Б.М.Сабиров, Я.Я.Урбанец, К.Я.Громов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ РАДИЯ-226
И ПРОДУКТОВ ЕГО РАСПАДА

1969

6 - 4372

Б.М.Сабиров, Я.Я.Урбанец, К.Я.Громов

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ РАДИЯ-226
И ПРОДУКТОВ ЕГО РАСПАДА

Направлено в "Изв. АН СССР"

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Препарат ^{226}Ra давно используется в ядерной физике в качестве калибровочного источника. Большой период полураспада (1617 лет), большое число интенсивных гамма-линий в широком интервале энергий от 46,6 кэв до 2,5 Мэв делает его очень удобным для калибровок по энергиям и интенсивностям, особенно после появления Ge(Li) - гамма-спектрометров с хорошей разрешающей способностью. Исследованию излучения, возникающего при распаде ^{226}Ra и продуктов его распада, посвящено много работ ^{/1/}. Наиболее точные измерения энергий гамма-переходов были выполнены Мюллером и др. ^{/2/} с помощью дифракционного гамма-спектрометра с изогнутым кристаллом и Младженевичем и Слетисом ^{/3/} с помощью бета-спектрографа с однородным магнитным полем. Относительные интенсивности гамма-лучей были хорошо измерены в работах Б.С.Джелепова, С.А.Шестопаловой и др. ^{/4/}. Гамма-спектр препарата ^{226}Ra изучался с помощью полупроводникового Ge(Li) -гамма-спектрометра в работах ^{/5,6/}.

Мы изучали спектр гамма-лучей препарата ^{226}Ra с помощью двух Ge(Li) - детекторов коаксиального типа с чувствительным объемом $\approx 5 \text{ см}^3$ и $\approx 12,5 \text{ см}^3$ и разрешением $\approx 3,5 \text{ кэв}$ и 4 кэв на линии 609 кэв соответственно для первого и второго детектора. Используемая аппаратура описана в ^{/7,8/}. Энергетическая калибровка проводилась по гамма-линиям ^{226}Ra , энергия которых хорошо измерена в ^{/2,3/}, и по фоновой линии 2814 кэв ($\text{Th C}''$). Для определения интенсивностей гамма-лучей использованы кривые эффективности кристаллов, полученные в ^{/7,8/} с помощью источников ^{165}Yb , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{22}Na , ^{24}Na , ^{66}Ga , а также с учётом данных о спектре гамма-лучей, возникающих при захвате тепловых нейтронов в ^{35}Cl .

Был использован источник в виде твердого соединения $RaCl_2 \cdot B$ в таблице представлены результаты наших измерений. Значения энергий и величины относительных интенсивностей получены как средние значения из нескольких серий измерений. Каждое измерение длилось около суток. Выполнено несколько специальных измерений "фоновый" спектра. Ошибки в определении энергии и относительных интенсивностей указаны в таблице. Полученные результаты сравниваются с результатами изучения гамма-спектра ^{226}Ra в /4,5/. Интересно отметить здесь, что наблюдается хорошее согласие наших данных об относительных интенсивностях сильных линий с данными Б.С.Джелепова и др. /4/, полученными с помощью магнитного комптоновского гамма-спектрометра ("элэotron"). Наши результаты хорошо согласуются и с данными Мариа и Ардиссона /5/. Мы нашли несколько новых гамма-переходов, которые Мариа и Ардиссон не видели. Переходы с энергиями 1447; 1543,8 и 2918,9 кэВ, которые видели Мариа и Ардиссон, мы не обнаружили и полагаем, что эти пики в измерениях /5/, возможно, принадлежат каким-либо примесям.

Авторы выражают благодарность Я.Гронику за помощь при измерениях и особенно инженеру В.Г.Тишину за большую работу по настройке спектрометрического тракта. Авторы благодарны также И.Высочиловой за помощь в обработке результатов измерений.

Л и т е р а т у р а

1. Б.С.Джелепов, Л.К.Пекар, В.О.Сергеев. Схемы распада радиоактивных ядер $A \geq 100$. Изд. АН СССР, 1963.
2. D.Müller, H.Hoyt, D.Klein, Y.Du Mord. Phys.Rev, **88**, 775 (1952).
3. M.Mlagienovic, H.Slätis. Arkiv Fys., **8**, 65 (1954).
4. Б.С.Джелепов, Н.Н.Жуковский, И.Ф.Учеваткин, С.А.Шестопалова. Изв. АН СССР, сер. физ., **22**, 841 (1958).
5. H.Maria, M.G.Ardisson... Compt. Rend., **265B**, 789 (1967).
6. H.T.Bushman, K.U.Lauterjung... Z.Phys., **207**, No 5 (1967).
7. Я.Врзал, Б.С.Джелепов, Я.Липтак, Л.Н.Москвин, В.П.Приходцева, Б.М.Сабилов, В.Г.Тишин, Я.Урбанец, Л.Г.Царнына. Изв. АН СССР, сер. физ., **31**, 1647 (1967).
8. Ф.Бечварж, Я.Врзал, Я.Липтак, Я.Урбанец. Препринт ОИЯИ, P3-3696, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 марта 1969 года.

Таблица
Энергии и относительные интенсивности гамма-лучей
при распаде ^{226}Ra

Джелепов и др. /4/		Мариа, /5/ Ардиссон		Наши данные	
E_γ (кэВ)	I_γ	E_γ (кэВ)	I_γ	E_γ (кэВ)	I_γ
1	2	3	4	5	6
				46,6 *	42,1±5
				53,23 *	27,7±3
				111,5±1,0	≤1,6
				185,7 *	83,6±8,4
242	200			241,9 *	142,4±15
				258,85 *	10,2±1,5
				274,5±0,5	8,9±0,9
285±10	100			-	< 0,1
295	360			295,2 *	353±35
				314,9±1,0	1,2±0,2
				334,0±0,5	1,3±0,2
352	718			352,0 *	691±65
~395	~24			387,5±0,5	12,4±1,6
~417	~15			405,3±0,8	3 ± 0,3
450±10	~19			454,3±0,8	5,6±0,6
465±10	~19			461,3±0,8	3,9±0,4
				469,3±0,8	2,6±0,3
				479,8±0,8	4,6±0,5
485±5	29			486,3±0,8	8 ± 2
509±5	24			511±1	2,8±0,3
535±10	17			533,7±0,8	4,4±0,4
				543,3±1,0	2,6±0,3
				572,5±1,0	1,4±0,2
				580,0±0,8	7,8±0,8
609	896			609,3 *	879±80
				631,5±1,0	2±0,3
				638,5±1,0	271661,5
666±7	43			665,3±0,5	30,7±3
				683,0±1,5	2,6±0,4
				697,5±1,5	4,4±0,4
703	15			702,5±2,0	13,6±1,4

I	2	3	4	5	6
				708±1	2π I728,3
				711,5±2,0	3,2±0,3
721±7	I3			719,0±0,7	10,7±1,1
				725±1	3,1±0,3
~740	~7			742,4±0,7	2π I764,4
769	I0I			767,9±0,5	93,2±9
787	23			785,7±0,7	2I,2±2
806	29			805,8±0,7	23,6±2,2
				825,0±0,7	10,2±6
837±8	I7			839±1	12,4±1,2
				850±2	0,9±0,3
885±I0	7			874,5±I,3	1,3±0,15
935	62			934,8 *	6I,4±6
				943,0±I,3	1,8± 0,3
960±5	9			964,7±0,8	6,9±0,7
I050±I0	I0			I05I,7±0,8	6,2±0,6
				I070,5±0,8	6,4±I,2
				I096,3±0,8	2π 2II7
				II04,5±I,0	2,2 ± 0,3
II20	3I6			II20,4 *	258,5±25
				II33,0±0,7	4,2±0,4
II55	34	II55,4±0,8	-	II55,4 *	32,7±3
				II82,0±0,7	2π 2204,3
I207	II	I207,1±0,8	-	I208,2±0,7	7,8±0,8
				I220,0±I,2	1,2±0,16
I238	II5	I238,4±0,5	I32±26	I238,3 *	II2,1±I0
				I253,3±0,7	π I764,4
				I27I,7±I,0	2π 2292
I28I	32	I28I,3±0,5	33±5	I28I,3 *	25,7±2,5
		I303,8±I,0	4 ± I	I303,7±I,2	2,5±0,3
		I3I6,7±I,0	< 3,6	I3I6,5±I,5	< I,1
				I350,5±I,5	1,8±0,3
I378	9I	I378,2±0,5	80±8	I378,2 *	79,5±8
		I385,1±0,8	20±2	I386,5±0,7	14,6±I,5
I403± 7	77	I402,1±0,8	28±3	I402,5±0,7	26,6±2,5
		I408,4±0,8	44±5	I408,5±0,7	52,1±5
				I426,3±0,8	2π 2448
		I447,0±2,5	< I,9		

I	2	3	4	5	6
		I479,3±20	I,7±0,5	I48I,0±0,5	2,4±0,3
I509	42	I509,8±0,5	38±4	I509,3 *	4I,9±4
I54I	I6	I539,2±0,8	8,6±I,5	I539±I	6,3±0,6
		I543,8±0,8	7,2±I,5		
I583	2I	I584,0±0,6	I3 ± 2	I583,3±I,0	I2,9±I,3
		I595,6±I,4	5,4±I,1	I595,0±I,5	4,5±0,5
I605	7	I600,8±I,4	7,6±I,5	I599,3±I,5	5,8±0,6
				I629,5±I,0	I,5±0,4
I668	20	I662,6±0,6	2I ± 2	I66I,2±0,7	2I,9±2
		I684,7±0,7	4,7±0,5	I684,7±0,8	4,6±0,5
				I693,2±0,8	7,4±0,7
I728	45	I730,4±0,5	57 ± 6	I728,3 *	57,8±5,5
I764	3II	I765,2±0,5	3I3±30	I764,4 *	302±30
		I838,7±0,8	6,2±0,6	I840,0±0,5	7,7±0,7
I848	39	I848,3±0,8	39 ± 4	I848,5 *	4I,8±4
I862	I5	I874,0±0,6	4,9±0,5	I873,7±I,0	4,2±0,4
		I89I,2±I,0	2,5±0,5	I890,0±I,5	I,8±0,4
I900±I0	8	I897,2±I,0	3,9±0,6	I897,0±I,5	3,8±0,4
		I935,4±2,5	0,5±0,2	I936,8±I,0	3,8±0,4
		20II,8±I,5	I,1±0,3	2009 ± 2	~ I
20I7	~ 2	2023,1±I,5	0,8±0,2	20I6,7 *	< I,2
		2053,4±I,5	I,2±0,3	2052,5±I,0	2,2±0,3
2090	~ 2	2089,9±I,0	I,0±0,3	2089±2	I,2±0,4
				2II0±I	I,8±0,5
2II7	26	2II9,4±0,5	24 ± 3	2II7,0 *	22,9±2,0
		2I49 ± 2	0,2±0,1	2I46±2	~ 0,6
2204	I00	2204,9±0,5	I00	2204,3 *	I00
				2260,5±I,5	0,5±0,2
		2267,1±I,5	I,1±0,3	-	< 0,05
2297	8	2293,9±0,8	7,0±0,7	2293,4±0,8	5,9±0,6
		23I3,3±2,5	< 0,5	23I5±I	~ 0,2
		2329,8±20	I,0±0,3	233I,7±2,2	0,3±0,1
		2376,9±2,0	0,5±0,2	2377±2	0,5±0,2
24I0	~ 3				
2446	30	2448±I	35±4	2448±I	33,3±2,5
		2479±3	< 0,3	2482,0±I,5	~ 0,1
		2505±3	0,6±0,2	2503±3	0,3±0,1
		26I5,2±2,0	0,1±0,05	26I4	Fl C"
		2695,4±I,5	I,1±0,3	2694,0±2,2	0,6±0,3

I	2	3	4	5	6
		277I,1±1,5	0,8 ±0,2	277I,5±1,5	0,5±0,2
		2786,7±2,5	0,2±0,1	-	<0,04
		2829,3±3,0	0,12±0,06	2829±2	~0,1
		288I,0±2,0	0,33±0,10	2880,5±2,5	0,17±0,05
		2895,0±2,0	0,3±0,1	2895,5±3,0	0,14±0,06
		2918,9±3,0	0,14±0,07		
		2924,0±2,5	0,7±0,2	2922,5±2,5	0,28±0,1
		2962,9±3,0	0,10±0,05	-	<0,04
		2979,8±2,0	0,39±0,15	2978,7±2,5	0,33±0,2
		300I,5±2,0	0,3±0,1	3000,0±3,5	0,13±0,06
				3018±3	~0,04
		3055,3±1,8	0,73±0,20	3052,0±3,5	0,4±0,2
		3079,1±2,0	0,17±0,08	3077,5±3,5	~0,08
		3I43±3	~0,04	3I40±3	~0,02
		3I62±3	<0,0I	3I63±3	~0,05
		3I85,5±3,0	~0,04	-	<0,0I
		323I±4	<0,0I	-	<0,0I
				3260±4	~0,05

ж) Значение энергии взято из работ /2,3/.