

С 341.18

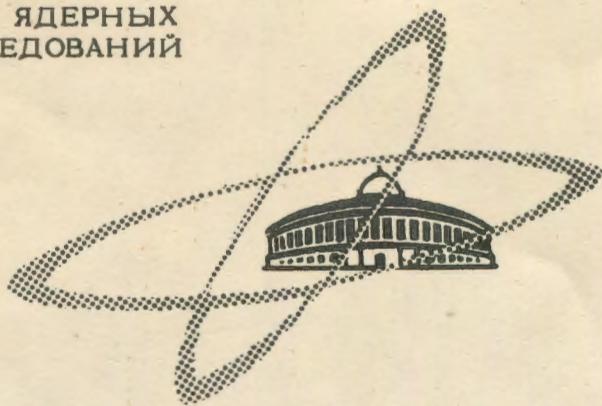
18/v

B-818

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2651



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Я. Врзал, Б.С. Джелепов, Я. Липтак,  
Я. Урбанец, С.А. Шестопалова

СПЕКТР  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ  $\text{Hf}^{172}$  +  $\text{Lu}^{172}$

1966

P-2651

4209/1, up.

Я. Врзал, Б.С. Джелепов, Я. Липтак,  
Я. Урбанец, С.А. Шестопалова

СПЕКТР  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ  $\text{Hf}^{172} + \text{Lu}^{172}$

НАЦИОНАЛНИ ИНСТИТУТ  
ЯДРЕНА ФИЗИКА  
СОФИЯ

Гамма-спектр  $\text{Lu}^{172}$  изучался только при помощи люминесцентных спектрометров /1/. Так как спектр очень сложен, то определение интенсивностей можно было сделать только для некоторых  $\gamma$ -линий. Мы исследовали его заново при помощи германиево-литиевого детектора, разрешающая способность этого детектора позволяет разделять большинство  $\gamma$ -линий.

Установка состояла из следующих элементов:

1. германиево-литиевого детектора коаксиального типа, изготовленного в Институте физики твердого тела Чехословацкой Академии наук; глубина дрейфа детектора 6 мм, рабочий объем 5 см<sup>3</sup>;

2. предусилителя с низким уровнем шумов с усилителем и линией передачи длиной 500 м к многоканальному анализатору;

3. многоканальных анализаторов на 512 и на 2048 каналов с выводом результатов на печать.

Вся установка в целом давала полуширину пиков 4,5–7 кэв в исследованном интервале энергий 50–2100 кэв.

Установка градуировалась по энергии и интенсивностям по  $\gamma$ -спектру Ra в равновесии с его продуктами распада. При изучении  $\gamma$ -спектра  $\text{Lu}^{172}$  градуировка по энергии не нужна, так как энергии переходов хорошо известны из конверсионного спектра.

Препарат  $\text{Hf}^{172} + \text{Lu}^{172}$  был изготовлен в 1963 году на синхротроне ЛЯП ОИЯИ; танталовая мишень облучалась протонами с энергией 680 мэв, и из нее была выделена и тщательно очищена от лютеция гафниева фракция. К настоящему времени препарат содержит только равновесную смесь  $\text{Hf}^{172}$  ( $T_{1/2} = 5$  лет) и  $\text{Lu}^{172}$  ( $T_{1/2} = 6$  дней).

При получении мягких  $\gamma$ -лучей препарат располагался на расстоянии 5 см от детектора без коллиматора; при изучении области жестких  $\gamma$ -лучей ( $h\nu > 800$  кэв) перед детектором помещался фильтр (4 мм Pb + 1,5 мм Cu + 1,5 мм Al) и препарат придвигался вплотную к нему.

Было снято 3 серии измерений. На рисунках представлены результаты одной серии, лучшей для данной области энергий. Область самых малых энергий, изображенная на рис. 1, будет обработана после того, как будут выполнены намеченные исследования спектра  $\gamma$ -лучей  $\text{Hf}^{172}$ , очищенного от  $\text{Lu}^{172}$ , ибо все линии являются сложными - принадлежат и  $\text{Hf}^{172}$ , и  $\text{Lu}^{172}$ .

На рис. 2 и 3 изображены участки спектра, измеренные (как и рис. 1) при помощи 512-канального анализатора.

Все переходы  $\text{Lu}^{172}$ , известные из спектра конверсионных электронов<sup>/2/</sup>, проявились в  $\gamma$ -спектре, кроме перехода 199,8 кэв, который расположен на мягком спаде линии с энергией 203 кэв, и перехода с энергией 210,3 кэв.

На рис. 4 изображен участок спектра от 280 до 830 кэв, измеренный без фильтра при помощи анализатора с 2048 каналами. Это наиболее сложный участок, и из рисунка видно, что разрешающей способности в 6 кэв, которая в данных измерениях получалась, недостаточно для разделения линий.

На рис. 5-8 изображены участки спектра от 870 до 2100 кэв, измеренные с фильтром при помощи 2048-канального анализатора. В двух сериях измерений в районе 1836 кэв проявилась новая линия. В конверсионном спектре она не была замечена.

Результаты определения относительных интенсивностей  $\gamma$ -лучей приведены в таблице 1.

В колонке 2 указаны вероятные значения энергий переходов, определенные по спектрам конверсионных электронов<sup>/2,3,4,5/</sup>.

В колонке 3 приведены относительные интенсивности  $\gamma$ -линий в шкале, где  $\gamma_{1095,2}$  принято за 100.

Для переходов с 881 кэв и дальше, где  $\gamma$ -линии очень слабые, результаты являются средним взвешенным двух независимых серий измерений. Для остальных относительные интенсивности рассчитаны по одной серии.

Приведенные в таблице погрешности в относительных интенсивностях складываются по статистической погрешности, погрешности в разложении спектра на компоненты и погрешности в градуировке (14%). Для слабых линий наиболее существенна первая, для сложных - вторая, а для сильных одиночных линий - третья.

Авторы благодарны Н.Г. Зайцевой за тщательную подготовку препарата.

Таблица

Относительные интенсивности  $\gamma$  - переходов  $Lu^{172}$ .

№ П/П	$E_\gamma$	КЭВ	$I_\gamma$	отн	№ П/П	$E_\gamma$	КЭВ	$I_\gamma$	отн
I	181,59		27 ± 4		28	442,6		< 0,2	
2	196,7		~ 0,24		29	482,2		6,2 ± 1,4	
3	199,8	}	7,9 ± 1,3		30	485,7			
4	203,41			31	490,0				
5	210,3		< 0,1		32	512,4		0,6 ± 0,3	
6	228,9		0,54±0,11		33	527,9		6,3 ± 1,0	
7	247,0		0,96±0,19		34	536,1	}	3,0 ± 0,6	
8	264,9		1,1 ± 0,2		35	539,9			
9	270,0		2,7 ± 0,5		36	550,7		0,7 ± 0,3	
10	279,5		1,8 ± 0,3		37	576,6		~ 0,5	
11	318,9		< 0,17		38	584,5		~ 0,8	
12	323,7		2,7 ± 0,5		39	594,2		~ 1,0	
13	329,0		0,95±0,19		40	607,1		1,4 ± 0,5	
14	337,4		< 0,18		41	622,4		< 1,1	
15	352,4		~ 0,3		42	630,5		< 1,1	
16	358,2		~ 0,2		43	682,0		1,5 ± 0,3	
17	366,3		~ 0,2		44	685,2		~ 1,0	
18	372,4	}	9,7 ± 1,5		45	697,7		11 ± 2	
19	373,3			46	709,0		< 1,4		
20	377,4			47	715,0		< 1,4		
21	399,6		0,9 ± 0,3		48	722,8		~ 0,8	
22	410,1		3,2± 0,5		49	810,1		28 ± 4	
23	415,2	}	~ 0,3		50	816,4		1,8 ± 0,9	
24	416,3			51	901,4		47 ± 7		
25	427,0	}	2,9 ± 0,5		52	913,4		24 ± 3	
26	432,3			53	930,0		4,9 ± 0,9		
27	437,3			54	968,9		0,48±0,14		

Таблица (продолжение)

№ п/п	E <sub>γ</sub>	КЭВ	I <sub>γ</sub> отн	№ п/п	E <sub>γ</sub>	КЭВ	I <sub>γ</sub> отн
55	I003,8		8,8 ± I,3	74	I433,8		нет
56	I023,5		2,5 ± 0,4	75	I44I,6		I,0 ± 0,2
57	I042,4		0,66±0,19	76	I467,7		I,I ± 0,3
58	I083,0		2,7 ± 0,9	77	I47I,8		I,0 ± 0,3
59	I095,2		I00	78	I478,3		нет
60	III4,4 } III7,5 }		3,I ± 0,5	79	I49I,0		I,8 ± 0,4
61				80	I544,8		I,6 ± 0,3
62	II26,2		нет	8I	I585,0		4,4 ± 0,8
63	II50,4		нет	82	I603,4		0,45±0,I4
64	II6I,8		нет	83	I623,2		3,6 ± 0,6
65	II76,3		нет	84	I67I,5		I,3 ± 0,2
66	II86,0		0,48±0,I2	85	I725,2		0,77±0,I3
67	II94,4		нет	86	I769,0		< 0,05
68	I2II,2		0,2I±0,06	87	I786,9		~ 0,9
69	I290,I		0,34±0,08	88	I8I4,0		0,32±0,06
70	I324,4		0,2 ± 0,I	89	I836		0,9 ± 0,3
7I	I388,7		I,6 ± 0,3	90	I85I,3		нет
72	I399,5 } I404,0 }		I,7 ± 0,3	9I	I869,2		нет
73				92	I9I5,2		0,93±0,I6
				93	I955,9		< 0,032
				94	I995,2		0,25±0,06
				95	2026,9		0,I0±0,05
				96	2082,6		0,28±0,06
				97	2094,3		0,II±0,05

## Л и т е р а т у р а

1. R. Wilson. M. Pool, 118, 1067 (1960).
2. B. Harnatz, T. Handley, J. Mihelich. Phys. Rev., 123, 1758 (1961).
3. Б.С. Дженев, А.И. Медведев, С.А. Шестопалова, И.Ф. Учеватки. Nucl. Phys., 56, 273 (1964).
4. З. Плайнер, Л. Малы, М. Вобецки. Материалы III Совещания по нейтрондефицитным изотопам. Дубна, 1980 г. т. 1, стр. 23.
5. В. Тучкевич, В. Романов, М. Иодко. Изв. АН СССР, сер. физ., 24, 1457 (1980).

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 марта 1986 г.

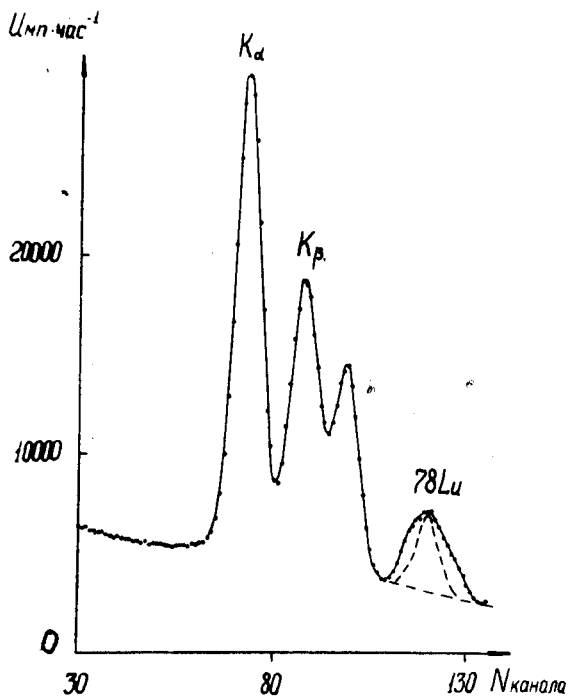


Рис. 1.

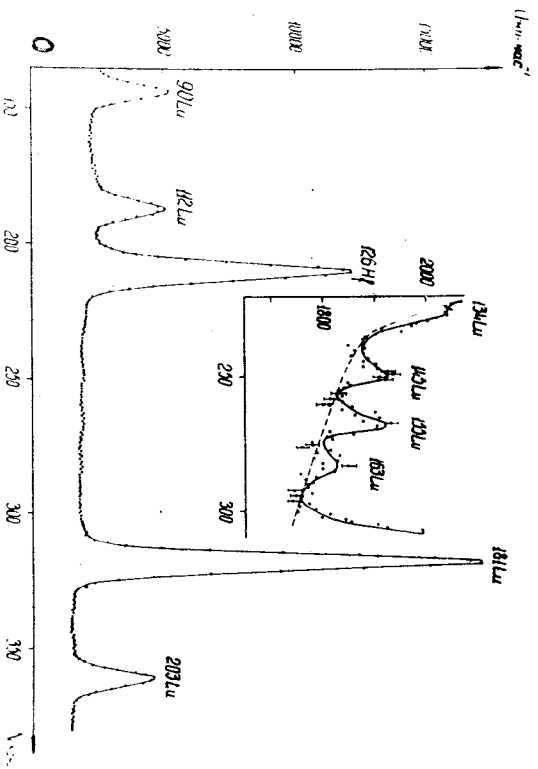


FIG. 2.

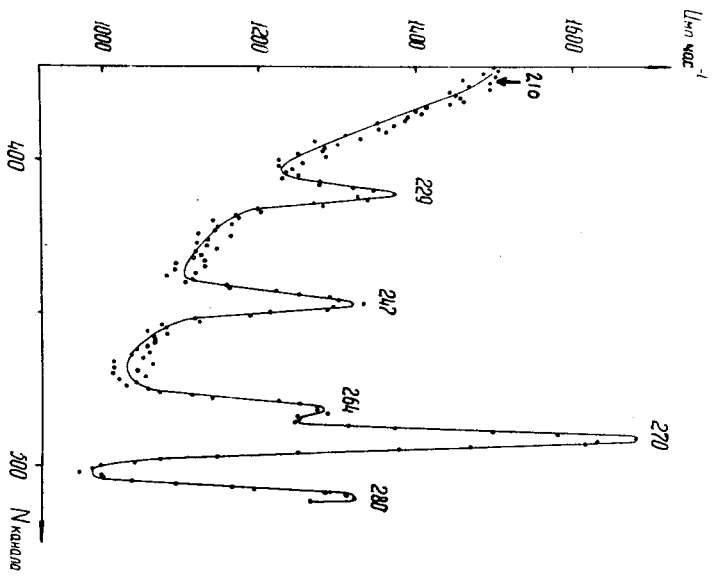


FIG. 3.



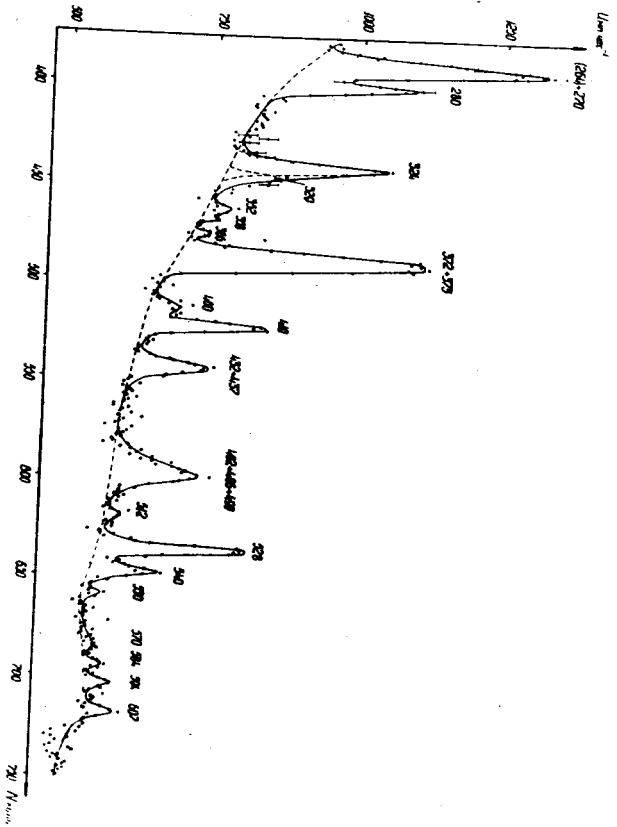


FIG. 4.

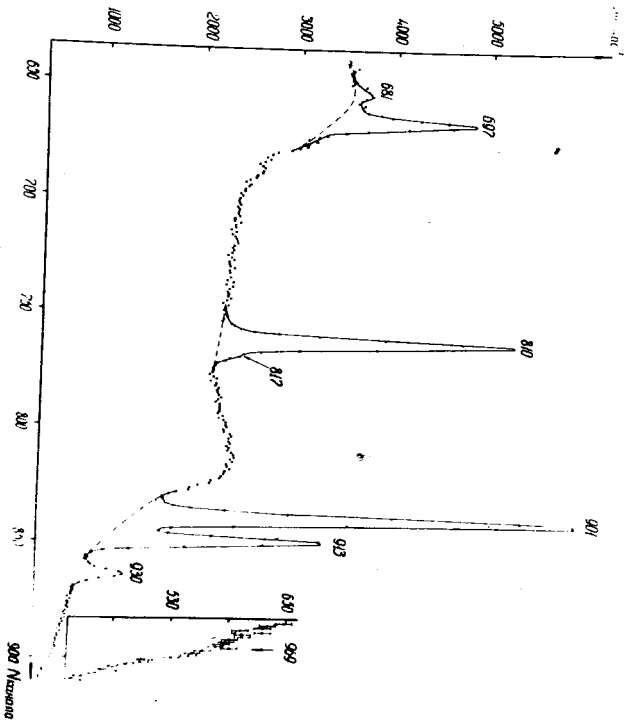
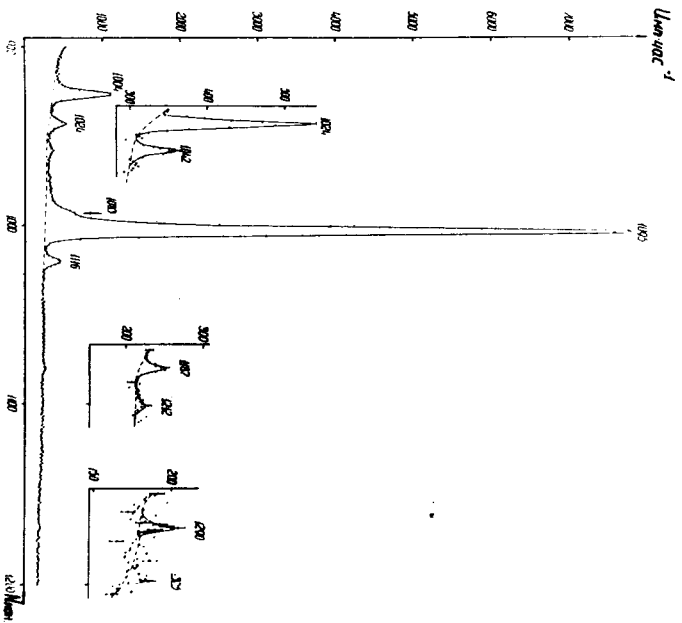


FIG. 5.



Pac. 8.

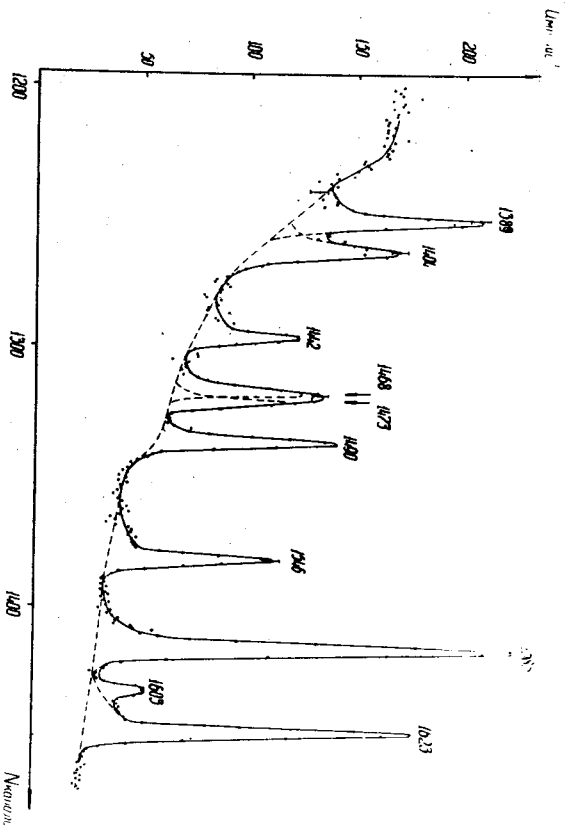


Fig. 7.

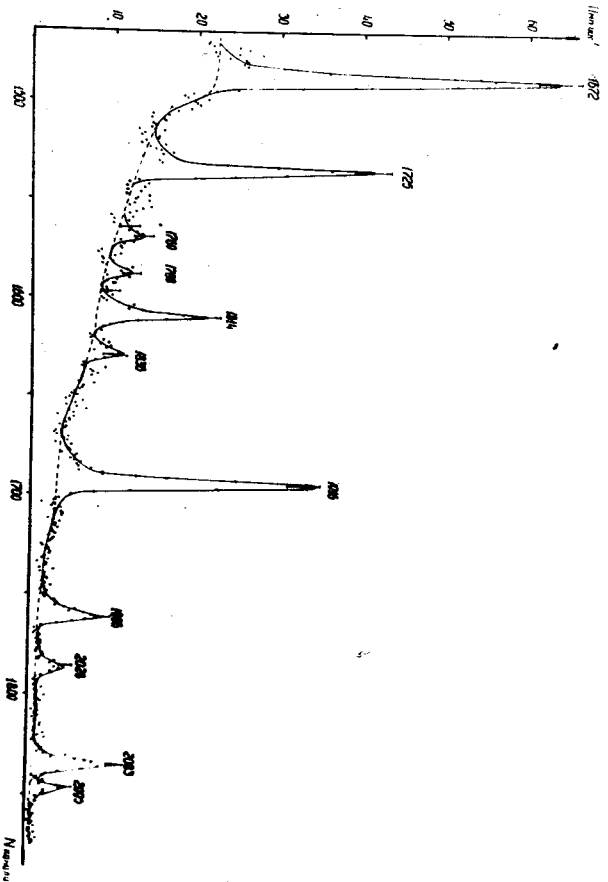


Fig. 8.