

К. ГРОМОВ, Б. ДЖЕЛЕПОВ, Н. ЖУКОВСКИЙ, А. СИЛАНТЬЕВ и Ю. ХОЛЬНОВ

γ -ИЗЛУЧЕНИЕ Sb^{124}

(Представлено академиком П. И. Лукирским 2 VII 1952)

При помощи гамма-спектрометра, использующего комптоновские электроны, нами было исследовано γ -излучение Sb^{124} . Условия измерений были аналогичны тем, в каких было произведено исследование γ -спектров Co^{60} и Ag^{110} (^{1,2}). Источником γ -лучей служила активированная металлическая сурьма в количестве 0,7 г.

На рис. 1 изображена экспериментальная кривая: по оси абсцисс отложена сила тока в электромагните, по оси ординат — число совпадений в единицу времени.

На рис. 2 изображен γ -спектр Sb^{124} в обработанном виде: учтен фон, спектр приведен к равным интервалам энергии γ -лучей, учтена зависимость спектральной чувствительности прибора от энергии γ -лучей (¹). Поправки на поглощение γ -лучей в источнике и на эффективность счетчиков для электронов разных энергий в условиях этих опытов меньше 0,1 %.

Энергия и относительное число различных γ -квантов приведены в табл. 1. Число квантов с энергией ~ 1700 кэв принято за единицу.

Дискуссия. γ -излучение Sb^{124} излучалось много раз (³⁻¹⁴), но недостатки экспериментальной техники не позволяли сделать большего, чем констатировать наличие двух интенсивных γ -линий с энергиями около 0,6 и 1,7 мэв. В 1948 г. одновременно появились три работы (¹⁵⁻¹⁷) из одной лаборатории, в которых были сняты спектры β -частиц, фотоэлектронов и электронов отдачи на линзовом спектрометре и спектрометре с улучшенной поперечной фокусировкой. Результаты этих измерений приведены в табл. 1.

Величины энергии γ -квантов согласуются с нашими со средним отклонением 1,3%; систематических отклонений не наблюдается. Относительные числа γ -квантов указаны только в работе (¹⁵) на рис. 7; они приведены в табл. 1. Эти числа основаны на анализе сплошного комптоновского спектра и двух фотоэлектронных линий и могут рас-

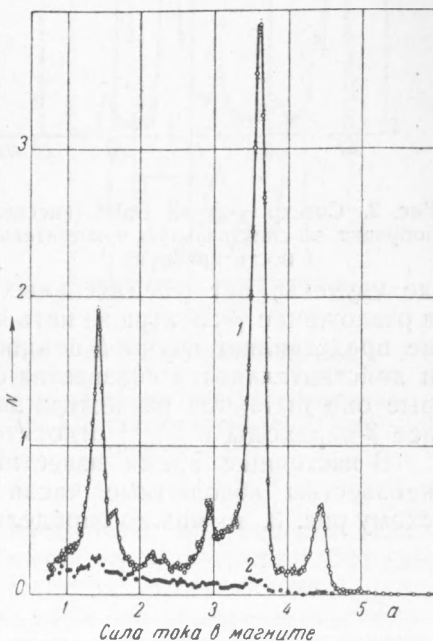


Рис. 1. 1 — экспериментальная кривая при исследовании спектра Sb^{124} , 2 — фон (мишень выведена из пучка)

смаиваться только как ориентировочные. Все же они довольно хорошо совпадают с нашими результатами. Исключение составляет линия 711 кэв, которая у нас получилась почти вдвое более слабой.

Кроме γ -линий, упоминавшихся в работе (15), нами обнаружены еще три слабых линии: 958, 1052 и 1347 кэв. Первые две практически

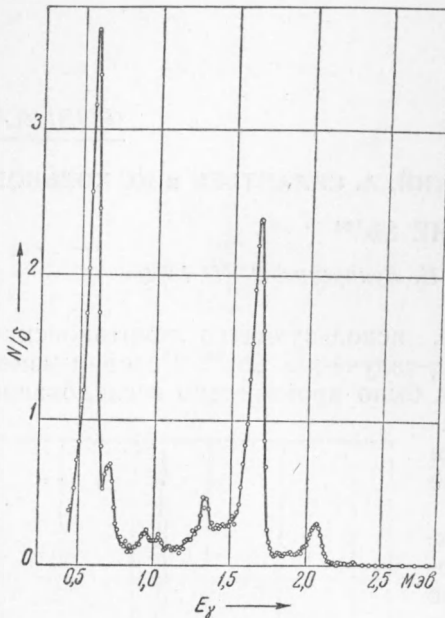


Рис. 2. Спектр γ -лучей Sb^{124} (внесена поправка на спектральную чувствительность прибора)

не разделены, третья выделяется вполне отчетливо. Повторное снятие γ -спектра спустя 2,5 месяца показало, что относительная высота этих линий и основных линий Sb^{124} не изменяется, что свидетельствует о том, что все они исчезают с периодом, близким к 60 дням. Однако, так как радиохимический анализ не произведен, то принадлежность их Sb^{124} , строго говоря, не доказана. Все три линии, повидимому, можно уложить в схему распада Sb^{124} , предположенную Керн и др. (15) и изображенную на рис. 3. На этом рисунке энергия и относительное число γ -квантов изображены в соответствии с нашими данными, β -компоненты Sb^{124} даны по работе (15), а β -компоненты J^{124} по работе (18).

Следует отметить, что для построения окончательной схемы распада Sb^{124} нет достаточных данных, так как мягкие γ -лучи практически не изучены, нет убедительных измерений β - γ - и γ - γ -совпадений, а разложение β -спектра на пять компонент, проведенное в работах (15, 16), не представляет научной ценности ввиду того, что авторам этих работ в действительности неизвестна форма элементарных спектров, на которые они пытаются разложить экспериментальные кривые: повидимому, все β -переходы в Sb^{124} относятся к категории запрещенных.

В настоящее время известны относительные числа γ -квантов, но неизвестны абсолютные числа γ -квантов на распад. Если принять схему рис. 3, то можно определить эти числа. Они приведены в табл. 1.

Таблица 1

Энергия и относительное число γ -квантов Sb^{124}

№ линии	Наши измерения		Измерения Керн и др. (*)		Измерения Кука и Ленджера (*)	Число квантов на распад по нашим данным и схеме рис. 3
	энергия γ -квантов в кэв	относит. число γ -квантов	энергия γ -квантов	относит. число γ -квантов	энергия γ -квантов	
1	597	1,54	603	1,31	608	0,840
1a	—	—	650	0,11	654	0,071
2	711	0,19	714	0,34	732	0,112
3	958	0,066	—	—	—	0,039
4	1052	0,044	—	—	—	0,026
5	1347	0,17	—	—	—	0,101
6	1691	1,00	1708	1,00	1708	0,592
7	2070	0,10	2062	0,086	2040	0,059

Мы попытались проверить эти числа, сравнивая площади, ограниченные линиями 597, 1691 и 2070 кэв и, соответственно, близкими линиями 606, 1760 и 2200 RaC, у препаратов RaC известной активности. Пользуясь числами квантов на распад для RaC (20), можно найти эти числа для Sb^{124} . По линиям 1691 и 2070 кэв мы получили удовлетворительное согласие с табл. 1 (в пределах 4%), но для линии 597 кэв получилось значительное превышение; мы опасаемся, что это происходит

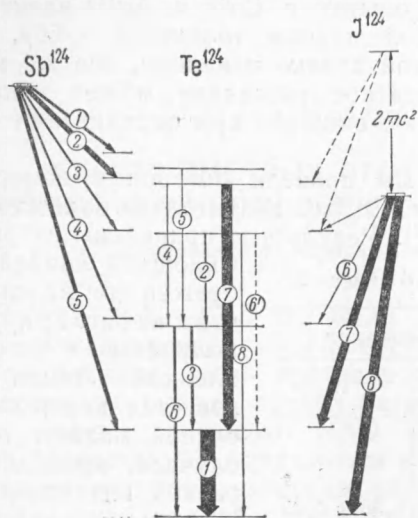


Рис. 3. β^- Sb^{124} (15): 1 — 480 кэв (18%), 2 — 650 кэв (44%), 3 — 1000 кэв (9%), 4 — 1620 кэв (8%), 5 — 2370 кэв (21%). γ Te^{124} по настоящей работе: 1 — 597 кэв (0,840), 2 — 650 кэв (15) (0,071), 3 — 711 кэв (0,112), 4 — 958 кэв (0,039), 5 — 1052 кэв (0,026), 6 и 6' — 1347 кэв (0,101), 7 — 1691 кэв (0,592), 8 — 2070 кэв (0,059). β^+ J^{124} (18): 6 — 670 кэв (5%), 7 — 1500 кэв (44%), 8 — 2200 кэв (51%)

Схема распада $Sb^{124} \rightarrow Te^{124}$ и $J^{124} \rightarrow Te^{124}$. В качестве исходной принята схема (15 , 18). Ширина стрелок пропорциональна интенсивности. Уровни энергии и интенсивности переходов в Te^{124} даны по настоящей работе с Sb^{124} (за исключением линии 650 кэв, энергия и интенсивность которой взяты из работы (15)). β^- -переходы Sb^{124} — по работе (15), β^+ -переходы J^{124} — по работе (18). Сумма всех β^- или β^+ -переходов равна по ширине сумме линий 603 + 1347 + 2070 кэв

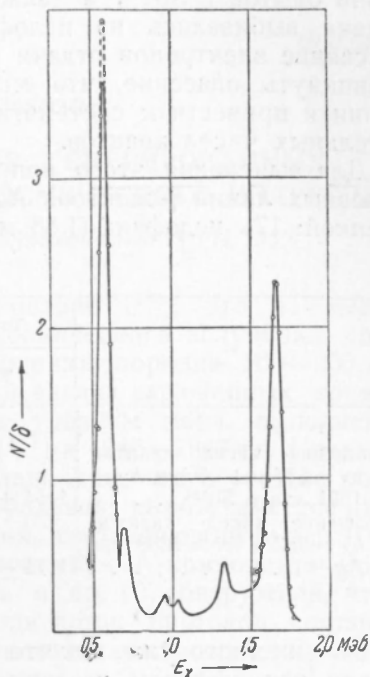


Рис. 4. Сплошная кривая — γ -спектр Sb^{124} , полученный при использовании мишени толщиной 50 μ . Кружки — γ -спектр Sb^{124} с мишенью в 17 μ

из-за того, что относительная интенсивность линии 606 кэв Эллисом преувеличена.

Мы внимательно исследовали участок спектра около 2350 кэв (сумма энергий наи-

более интенсивных линий 597 и 1691 кэв). Обнаружено очень небольшое превышение над фоном. Можно утверждать, что число таких квантов на распад меньше, чем $5 \cdot 10^{-3}$.

Уровни возбуждения Te^{124} . На тех же спектрометрах, на которых в работе (15) были изучены β^- и γ -спектры Sb^{124} , впоследствии было исследовано излучение J^{124} . Сопоставление данных о γ -спектрах Sb^{124} и J^{124} представляет особый интерес, так как оба эти ядра, распадаясь, превращаются в Te^{124} , и, следовательно, γ -спектры должны отражать одну и ту же систему уровней. Это в значительной степени подтвердилось: обнаруженные у J^{124} γ -кванты имели энергии 603 ± 2 ; 730 ± 10 ; 1720 ± 20 и 1950 ± 50 кэв, в пределах погрешностей совпадающие с приведенными в табл. 1 энергиями линий 1, 2, 6 и 7.

Относительные интенсивности линий в работе (18) не определялись. Недавно появилось сообщение об опытах Стефенсона (21), в которых изучались совпадения между γ -лучами и β -частицами заданной энергии. При этом было установлено, что жесткие позитроны J^{124} совсем не дают совпадений с γ -лучами. Это заставляет изменить схему распада J^{124} , приведенную в (18), и заменить ее изображенной на правой части рис. 3.

Контрольные опыты с тонкой мишенью. В основной серии опытов с Sb^{124} , а также в опытах с Co^{60} и Ag^{110} электроны отдачи выбивались из целлофановой пленки толщиной $\sim 50\mu$. Хотя рассеяние электронов отдачи в такой пленке невелико, все же могло возникнуть опасение, что многократное рассеяние может исказить линии и привести к систематическим ошибкам при определении относительных чисел квантов.

Для выяснения этого вопроса мы провели повторные измерения основных линий γ -спектров Ag^{110} и Sb^{124} со значительно более тонкой пленкой: 17μ целлофана ($1,88 \text{ мг/см}^2$). Результаты приведены на рис. 4.

Таблица 2

	Толщина мишени, μ	
	50	17
Отношение чисел квантов с $h\nu = 597 (+650)$ и $h\nu = 1691$ кэв в Sb^{124}	$1,54 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,05$
Отношение чисел квантов с $h\nu = 652$ и $h\nu = 1388$ кэв в Ag^{110}	$1,71 \pm 0,05$	$1,71 \pm 0,15$

Сплошной линией изображен тот же спектр, что и на рис. 2; кружки получены с тонкой пленкой. Линии 1691 кэв, для которых рассеяние мало в обоих случаях, приведены к равной интенсивности. Из рисунка видно, что линия 603 кэв при тонкой пленке становится несколько выше; но при этом она стано-

вится и немного уже, так что при определении интенсивности по площадям эти эффекты частично компенсируют друг друга. В табл. 2 приведено отношение чисел квантов основных линий Sb^{124} и Ag^{110} при двух мишенях (15 и 17μ).

Таким образом, установлено, что при энергиях выше 600 кэв многократное рассеяние в 50μ целлофана не играет роли при изучении γ -спектров.

Поступило
1 XII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Дзелепов, Н. Жуковский, Ю. А. Хольнов, ДАН, 77, 233 (1951).
² Б. Дзелепов, Н. Жуковский, Ю. Хольнов, ДАН, 77, 597 (1951).
³ A. Mitchell, L. Langer, P. McDaniel, Phys. Rev., 57, 1107 (1940). ⁴ G. Stanley Klaiber, G. Scharff-Goldhaber, *ibid.*, 61, 733 A (1942). ⁵ E. Habes, E. Jordan, *ibid.*, 64, 202 (1943). ⁶ P. Kruger, W. Ogle, *ibid.*, 67, 273 (1945).
⁷ L. Miller, L. Curtiss, *ibid.*, 70, 983 (1946). ⁸ W. Rall, R. Wilkinson, *ibid.*, 71, 321 (1947). ⁹ A. Wattenberg, *ibid.*, 71, 497 (1947). ¹⁰ W. Meyerhof, G. Scharff-Goldhaber, *ibid.*, 72, 273 (1947). ¹¹ D. Hughes, C. Egger, *ibid.*, 72, 902 (1947). ¹² S. Jnanananda, *ibid.*, 72, 1124 (1947). ¹³ M. Wiedenbeck, K. Chu, *ibid.*, 72, 1164 (1947). ¹⁴ E. Der Mateosian, M. Goldhaber et al., *ibid.*, 72, 1271 (1947). ¹⁵ B. Kern, D. Laffarano, A. Mitchell, *ibid.*, 73, 1142 (1948). ¹⁶ C. Cook, L. Langer, *ibid.*, 73, 1149 (1948). ¹⁷ E. Journey, A. Mitchell, *ibid.*, 73, 1153 (1948). ¹⁸ A. Mitchell, J. Mei, F. Maieschein, C. Peacock, *ibid.*, 76, 1450 (1949). ¹⁹ V. Myers, A. Wattenberg, *ibid.*, 75, 992 (1949). ²⁰ C. D. Ellis, G. H. Aston, Proc. Roy. Soc., A, 129, 190 (1930).
²¹ D. Stevenson, Phys. Rev., 82, 333 (1951).