

Б. ДЖЕЛЕПОВ, Н. ЖУКОВСКИЙ и Ю. ХОЛЬНОВ

$\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЕ  $\text{Co}^{60}$

(Представлено академиком П. И. Лукирским 15 I 1951)

$\gamma$ -излучение  $\text{Co}^{60}$  было исследовано во многих работах (1-7). Мы предприняли исследование этого излучения при помощи нашего  $\gamma$ -спектрометра, в котором измеряются энергии комптоновских электронов, выбитых из тонкой целлофановой пленки (8).

В отличие от предыдущей работы, перед обоями счетчиками стояли щели шириной 2 мм; счетчики были изготовлены из целлофановой пленки толщиной 17  $\mu$ . Для уменьшения рассеяния электронов в газе прибор был наполнен не воздухом, как раньше, а гелием при давлении 32 см. Источником служил цилиндр из металлического кобальта длиной 8 мм и диаметром 4 мм.

Результаты измерений представлены на рис. 1. По оси абсцисс отложена сила тока в электромагните  $A$ , по оси ординат — число совпадений в единицу времени  $N$ . 1 — число совпадений в том случае, когда целлофановая мишень находится на пучке; 2 — число совпадений при выведенной из пучка мишени, т. е. фон. В точках, близких к максимумам основной кривой, зарегистрировано более чем по 10 000 совпадений на точку; статистические квадратичные погрешности указаны на рисунке вертикальными отрезками.

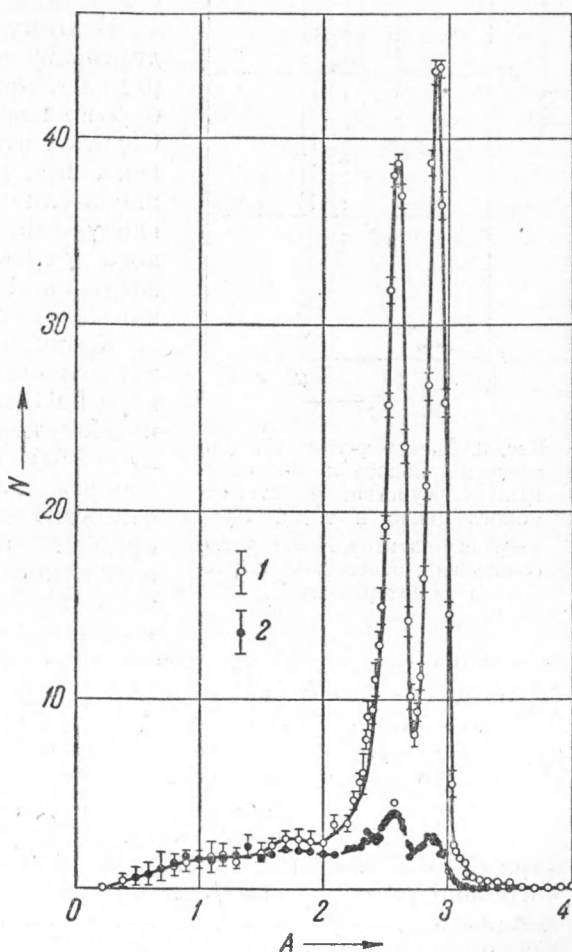


Рис. 1. 1 — экспериментальная кривая при исследовании спектра  $\text{Co}^{60}$ ; 2 — фон (мишень опущена)

На рис. 2 приведены основные максимумы в обработанном виде: исключен фон, ординаты разделены на  $H\rho \frac{dE_\gamma}{d(H\rho)}$  для приведения к равным интервалам энергии, абсциссы переведены в энергию  $\gamma$ -квантов; при этом условно принимается, что в приборе регистрируются электроны, выбитые точно вперед.

Рис. 1 и 2 показывают, что  $\gamma$ -спектр  $\text{Co}^{60}$  состоит из двух близких линий приблизительно равной интенсивности. В интервале от 200 до 1800 кэв нет других  $\gamma$ -линий с интенсивностью более 5% от основных.

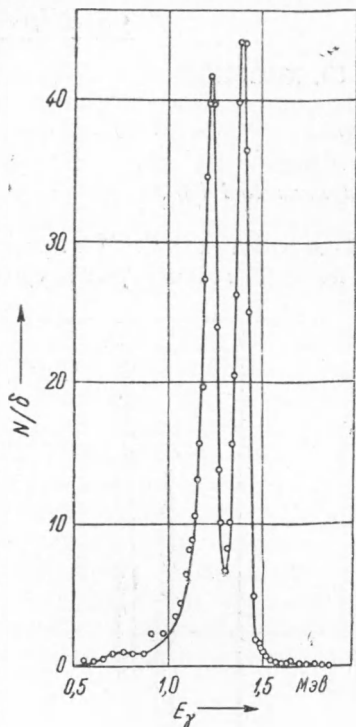


Рис. 2. Спектр  $\gamma$ -лучей  $\text{Co}^{60}$  (до внесения поправок на спектральную чувствительность, самопоглощение и т. д.).  $E_\gamma$  — энергия  $\gamma$ -квантов,  $N/\delta$  — число совпадений, отнесенное к равным интервалам  $E_\gamma$

Положение линий. В наших опытах максимумы линий  $\text{Co}^{60}$  оказались расположенными при энергии 1230 и 1390 кэв. Мы не можем, однако, сделать из этих чисел прямых заключений об энергии  $\gamma$ -квантов, так как пока недостаточно изучена форма линии и не установлено соотношение, которое связывает положение максимума экспериментальной линии с энергией  $\gamma$ -квантов.

Поэтому сейчас у нас имеется только другой путь: установить эту связь экспериментально, т. е. проградуировать прибор по известным  $\gamma$ -линиям. Излучение  $\text{Co}^{60}$  для этой цели особенно удобно, так как Линд, Броун и Дю-Монд<sup>(1)</sup> недавно произвели прецизионное измерение энергии  $\gamma$ -квантов при помощи кристаллического  $\gamma$ -спектрометра. Полученные ими значения  $1171,5 \pm 1,0$  кэв и  $1331,6 \pm 1,0$  кэв являются самыми точными.

Кроме  $\text{Co}^{60}$ , для градуировки прибора мы использовали основные линии  $\gamma$ -спектра  $\text{RaC}$   $h\nu = 606, 1210, 1520, 1760, 2200$  и  $2450$  кэв и жесткую  $\gamma$ -линию  $\text{ThC}''$   $h\nu = 2620$  кэв. Результаты измерений изображены на рис. 3; по оси абсцисс отложена энергия  $\gamma$ -квантов, а по оси ординат — отношение абсциссы экспериментального максимума к энергии  $\gamma$ -кванта по наиболее достоверным литературным данным. Из рис. 3 видно, что во всем

диапазоне 600 — 2600 кэв точки лежат около горизонтальной прямой, соответствующей отношению 1,05. Таким образом, для того чтобы определить энергию какой-либо  $\gamma$ -линии, нужно найти энергию, соответствующую вершине экспериментального пика, и разделить ее на 1,05. Разброс точек на рис. 3 показывает, что таким путем можно определить энергию  $\gamma$ -квантов с точностью  $\pm 1\%$ .

Интенсивности линий. Непосредственно из рис. 2 можно определить отношение площадей двух линий; при этом некоторая погрешность, порядка 4%, возникает из-за того, что максимумы разделены не до основания; основание их приходится делить, предполагая, что линии подобны по форме.

Отношение площадей  $S_1:S_2 = 0,92 \pm 0,04$ . Для того чтобы из этого числа получить отношение чисел  $\gamma$ -квантов на 1 распад, необходимо внести три поправки.

а) Вероятность комптон-эффекта зависит от энергии  $\gamma$ -квантов; при измерении нескольких линий с одинаковым числом квантов на распад

мы получили бы максимумы разной площади. Примем площадь  $\gamma$ -линии при 1 Мэв за единицу; тогда площадь других  $\gamma$ -линий будет функцией от энергии  $S(E_\gamma)$ , которую мы будем называть спектральной чувствительностью прибора. Вид этой функции зависит от геометрии прибора, от того, какие электроны отдачи в нем используются. Если геометрия задана, то функция  $S(E_\gamma)$  в принципе вычисляется по формуле Клейна и Нишины.

На рис. 4 приведены три таких функции. Верхняя кривая относится к случаю, когда используются только электроны, выбитые точно вперед ( $\varphi = 0$ ); нижняя кривая — к случаю, когда используются только электроны, выбитые под углом  $10,5^\circ$ . В нашем приборе используются электроны, имеющие углы  $\varphi$  от 0 до  $10,5^\circ$ ; разумеется, электронов с разными  $\varphi$  возникает неодинаковое количество и используются они в неодинаковой степени. Поэтому для точного вычисления функции необходим расчет всех возможных траекторий с учетом рассеяния в исходной пленке. Такие расчеты пока не сделаны; в качестве первого приближения мож-

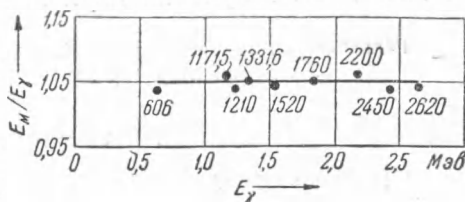


Рис. 3. Градуировочная кривая для вершин пиков. 1171 и 1331 — линии  $\text{Co}^{60}$ ; 606, 1210, 1520, 1760, 2200 и 2450 — линии  $\text{RaC}$ ; 2620 — линия  $\text{ThC}''$

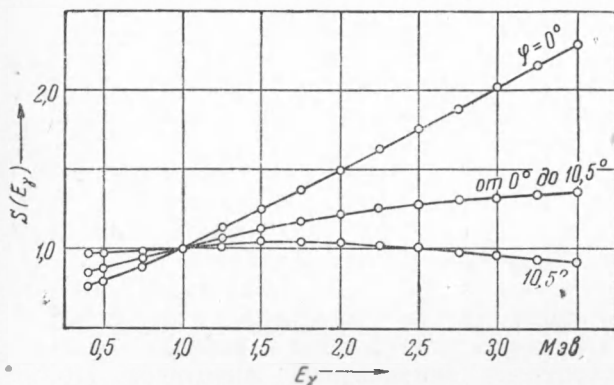


Рис. 4. Спектральная чувствительность при использовании различных пучков электронов отдачи

годно отличается от приборов, основанных на фотоэффекте.

Для  $\gamma$ -линии 1331,6 кэв чувствительность больше, чем для линии 1171,5 кэв, на 5%.

б) Поглощение  $\gamma$ -лучей в самом препарате и входной фольге прибора (латунь, 0,1 мм) также зависит от энергии  $\gamma$ -квантов. По коэффициентам поглощения можно найти, что соответствующая поправка должна увеличивать первый пик по отношению ко второму на 1,2%.

в) Эффективность счетчиков зависит от энергии электронов. Если считать, что первичная ионизация в гелии при атмосферном давлении для релятивистских электронов составляет 6 пар ионов на 1 см пути, то тогда наши счетчики обладают эффективностью 95%. Если у гелия зависимость ионизации от энергии такая же, как у воздуха, то для двух рассматриваемых линий эффективности совпадений не должны отличаться более, чем на 0,01%.

Таким образом, перечисленные поправки не превышают 4%. Неучтенные поправки на различие в многократном рассеянии в пленках и в гелии для столь близких  $\gamma$ -линий также очень малы.

Окончательное отношение чисел квантов на распад

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{S_1}{S_2} \cdot 1,05 \cdot 1,012 = 0,98 \pm 0,04.$$

Близость этого отношения к единице подтверждает предположение о каскадном излучении двух квантов в случае  $\text{Co}^{60}$ .

Радиевый институт им. В. Г. Хлопина  
Академии наук СССР

Поступило  
26 IX 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> D. A. Lind, J. R. Brown and J. W. M. Du Mond, *Phys. Rev.*, **76**, 1838 (1949). <sup>2</sup> E. N. Jensen, L. Laslett and W. W. Pratt, *ibid.*, **76**, 430 (1949). <sup>3</sup> E. N. Jensen, L. Laslett and W. W. Pratt, *ibid.*, **75**, 458 (1949). <sup>4</sup> E. N. Jensen, L. Laslett and W. W. Pratt, *ibid.*, **73**, 529 (1948). <sup>5</sup> J. A. McIntyre and R. Hofstadter, *ibid.*, **78**, 617 (1950). <sup>6</sup> M. Deutsch and L. G. Elliot, *ibid.*, **62**, 558 (A) (1942). <sup>7</sup> M. Deutsch and L. G. Elliot, **68**, 193 (1945). <sup>8</sup> Б. С. Желепов и М. Л. Орбели, *ДАН*, **62**, 615 (1948).