

ФИЗИКА

Б. ДЖЕЛЕПОВ, Н. ЖУКОВСКИЙ и Ю. ХОЛЬНОВ

γ -ИЗЛУЧЕНИЕ Co^{60}

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

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

В отличие от предыдущей работы, перед обоими счетчиками стояли щели шириной 2 мм; счетчики были изготовлены из целлофановой пленки толщиной 17 μ . 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.

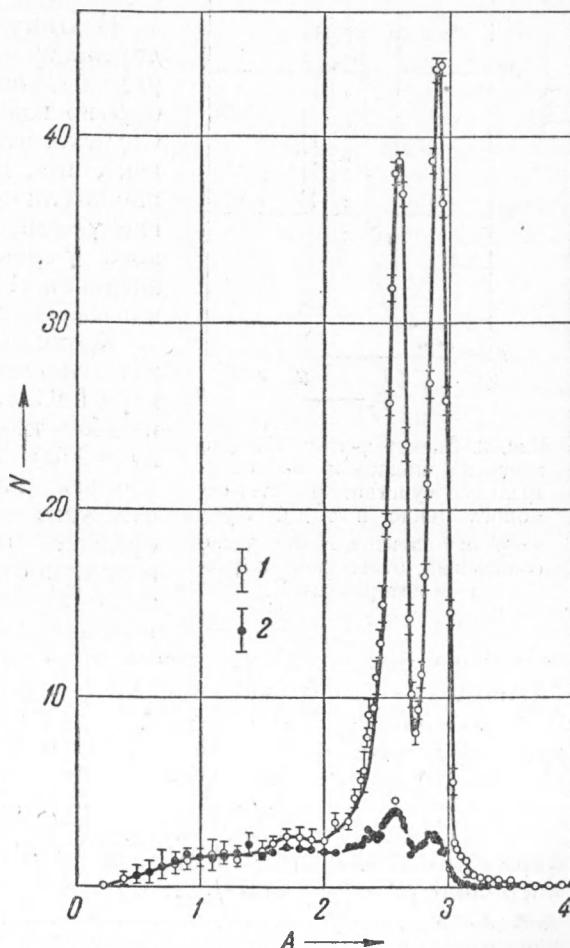


Рис. 1. 1 — экспериментальная кривая при исследовании спектра Co^{60} ; 2 — фон (мишень опущена)

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

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

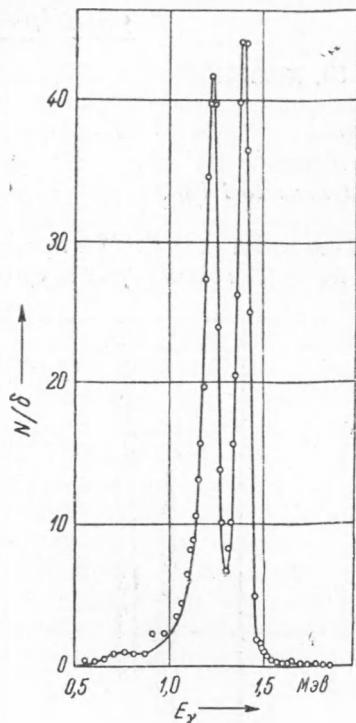


Рис. 2. Спектр γ -лучей Co^{60} (до внесения поправок на спектральную чувствительность, самопоглощение и т. д.). E_γ — энергия γ -квантов, N/δ — число совпадений, отнесенное к равным интервалам E_γ .

диапазоне 600 — 2600 кэв точки лежат около горизонтальной прямой, соответствующей отношению 1,05. Таким образом, для того чтобы определить энергию какой-либо γ -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 γ -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 делять, 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 γ -квантов на 1 распад, необходимо внести три поправки.

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

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

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

Кроме Co^{60} , для градуировки прибора мы использовали основные линии γ -спектра RaC $h\nu = 606, 1210, 1520, 1760, 2200$ и 2450 кэв и жесткую γ -линию ThC' $h\nu = 2620$ кэв. Результаты измерений изображены на рис. 3; по оси абсцисс отложена энергия γ -квантов, а по оси ординат — отношение абсциссы экспериментального максимума к энергии γ -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 γ -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 γ -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 делять, 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 γ -квантов на 1 распад, необходимо внести три поправки.

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

мы получили бы максимумы разной площади. Примем площадь γ -линий при 1 Мэв за единицу; тогда площадь других γ -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 отдача в нем используется. 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 ($\phi = 0$); нижняя кривая — к случаю, когда используются только электроны, выбитые под углом $10,5^\circ$. В нашем приборе используются электроны, имеющие углы ϕ от 0 до $10,5^\circ$; разумеется, электронов с разными ϕ 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 можно принять, что все электроны, выбитые в интервале ϕ от 0 до $10,5^\circ$, используются в равной степени; это дает среднюю кривую \bar{S} рис. 4.

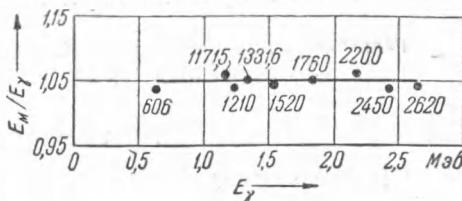


Рис. 3. Градуировочная кривая для вершин пиков. 1171 и 1331 — линии Co^{60} ; 606, 1210, 1520, 1760, 2200 и 2450 — линии RaC ; 2620 — линия ThC'

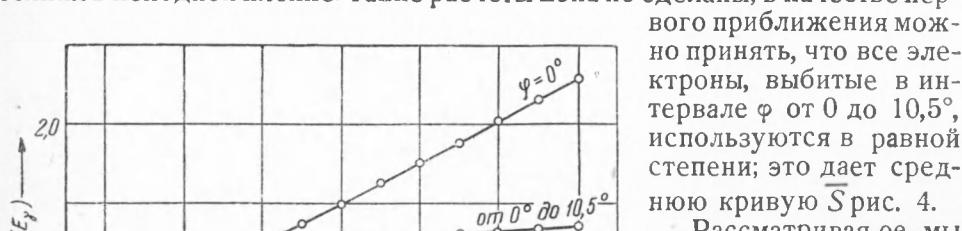


Рис. 4. Спектральная чувствительность при использовании различных пучков электронов отдачи

годно отличается от приборов, основанных на фотоэффекте.

Для γ -линий 1331,6 кэв чувствительность больше, чем для линии 1171,5 кэв, на 5%.

б) Поглощение γ -лучей в самом препарате и входной фольге прибора (латунь, 0,1 мм) также зависит от энергии γ -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 разницу в многократном рассеянии в пленках и в гелии для столь близких γ -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 Co^{60} .

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

Поступило
26 IX 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

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