

Таблица 1

Сечения выведения и минимальные расстояния от исследуемого образца до детектора, на которых спектр нейтронов можно считать установившимся

Элемент	Атомный вес	$\sigma_r \cdot 10^{24}, \text{см}^2$	$\Sigma r / s \cdot 10^2, \text{см}^2/\text{г}$	Расстояние от среды до детектора, см
B	10,8	$1,38 \pm 0,13$	$7,7 \pm 0,7$	20
C	12,01	$1,58 \pm 0,02$	$7,91 \pm 0,07$	42
Al	27,0	$1,68 \pm 0,07$	$3,74 \pm 0,15$	47
Fe	55,86	$1,96 \pm 0,04$	$2,12 \pm 0,04$	45
Ni	58,77	$1,90 \pm 0,03$	$1,94 \pm 0,03$	57
Cu	63,62	$2,34 \pm 0,13$	$2,22 \pm 0,13$	66
Nb	93,00	$2,93 \pm 0,52$	$1,90 \pm 0,34$	20
Pb	207,24	$3,72 \pm 0,13$	$1,08 \pm 0,04$	65

Концепция сечения выведения дает основание полагать, что σ_r и Σr должны быть близки по величине. Табл. 2 не подтверждает этого. Существующие расхождения в настоящее время трудно объяснить ввиду малочисленности экспериментальных данных.

Авторы благодарят доктора физ.-мат. наук И. И. Бондаренко за обсуждение результатов и канд. техн. наук А. Н. Сербинова и И. А. Воронцова за помощь в работе.

Поступило в редакцию 25 VI 1958 г.

Относительная эффективность ионизационных камер из различных материалов

К. К. Аглинцев, В. В. Митрофанов, В. В. Смирнов

Как было показано ранее [1], измерение пространственного и энергетического распределений вторичных электронов, выбиваемых γ -квантами в эффективный объем ионизационных камер, позволяет вычислить их эффективность.

Для определения относительной эффективности наперстковых ионизационных камер, изготовленных из плексигласа, алюминия, меди, кадмия и свинца, нами было экспериментально исследовано угловое распределение и энергетические спектры вторичных электронов, выбитых γ -лучами Cs^{137} ($h\nu = 0,662 \text{ Мэв}$) и Co^{60} ($h\nu$ равно 1,17 и 1,33 Мэв) из этих материалов.

Для решения этой задачи был использован 270-градусный магнитный спектрометр с однородным магнитным полем [1].

Специальное поворотное устройство и система свинцовых коллиматоров позволяли исследовать спектры электронов, выбитых γ -лучами из мишени под углами 0, 15, 30, 45, 60, 80, 105, 130, 150, 165 и 180°.

На рис. 1 и 2 представлены спектры электронов, выбитых γ -лучами Cs^{137} и Co^{60} из свинца,

Таблица 2

Сечения выведения и переноса для углерода, алюминия, железа, меди, свинца (в барнах)

Элемент	C	Al	Fe	Cu	Pb
σ_r	1,58	1,68	1,96	2,34	3,72
σ_{tr}	1,7	1,4	2,2	2,4	4,5

ЛИТЕРАТУРА

1. E. P. Blizard. Annual Rev. of Nucl. Sci. 5, 73 (1955).
2. Ядерные реакторы. Т. I. Физика ядерных реакторов. Изд. ИЛ, 1956.
3. Т. Роквелл. Защита ядерных реакторов. Изд. ИЛ, 1958.
4. B. T. Price, C. C. Horton, K. T. Spiney. Radiation Shielding, Atomic Energy Research Establishment, 1957.
5. В. И. Попов. Атомная энергия III, 12, 498 (1957).
6. H. H. Barschall, M. E. Battat, W. C. Bright, E. R. Graves, T. Jorgensen, J. H. Manley. Phys. Rev. 72, 881 (1947).

соответствующие равным значениям телесного угла. Толщина мишеней была выбрана равной максимальному пробегу электронов, образующихся при поглощении γ -лучей Co^{60} в веществе. По мере увеличения углов от 0 до 90° наблюдается спад интенсивности электронного излучения и размывание линий за счет большого числа медленных электронов. В области больших углов (150—180°) у свинца снова увеличивается число испускаемых электронов. На рис. 3 и 4 приведены полные энергетические спектры электронов, выбитых γ -лучами Cs^{137} и Co^{60} из плексигласовой и свинцовой мишеней.

Ионизационный ток J в плоской целевой камере

$$J \sim \int_0^{Em} \int_0^\pi \frac{1}{\cos \theta} \frac{dE}{dx} N(E, \theta) \sin \theta d\theta dE,$$

где $N(E, \theta)$ — число электронов с энергией от E до $E+dE$ в интервале углов $\theta - \theta + d\theta$; $\frac{dE}{dx}$ — ионизационные потери электронов в газе камеры.

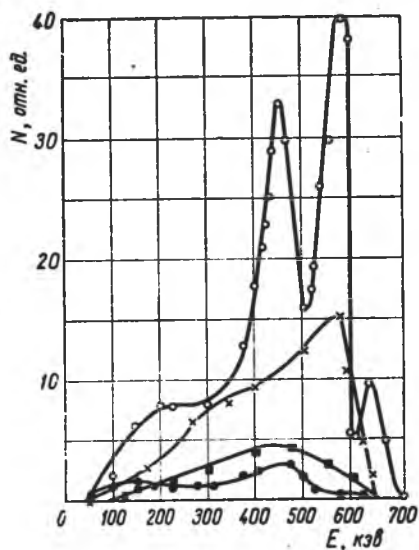


Рис. 1. Спектры электронов, выбитых γ -лучами из свинцовой мишени под углами:

○—0°; ×—60°; ●—150°; ■—180°.

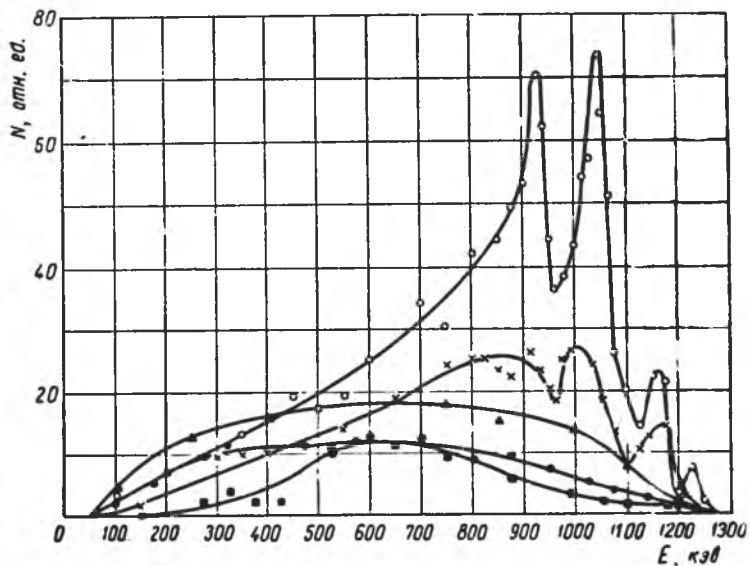
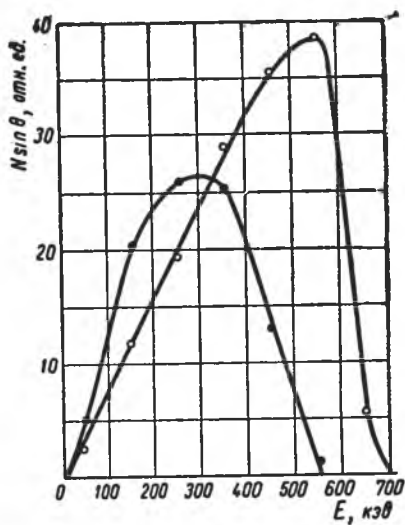
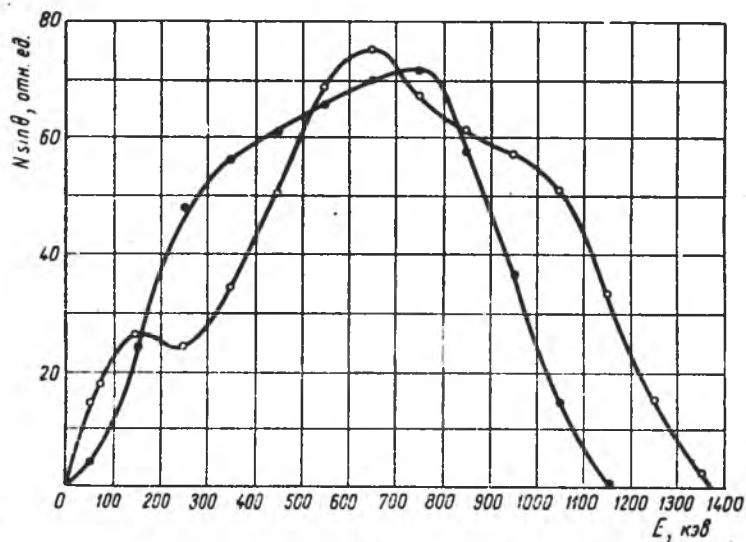


Рис. 2. Спектры электронов, выбитых γ -лучами Co^{60} из свинцовой мишени под углами:

○—0°; ×—30°; ▲—60°; ■—150°; ●—180°.



а



б

Рис. 3. Полные спектры электронов, выбитых γ -лучами Cs^{137} (а) и Co^{60} (б) из плексигласовой и свинцовой мишеней:

○—свинец; ●—плексиглас

Таблица 2

Множители $\frac{1}{\cos \theta}$ и $\sin \theta$ учитывают путь электронов в газе камеры под углом θ и величину телесного угла. Это соотношение было использовано для выяснения относительных эффективностей камер из исследовавшихся материалов.

При расчетах учитывалась поправка на ионизацию электронами, отраженными от противоположных стенок камеры. Для этого была измерена вероятность обратного рассеяния β -частиц, испускаемых источниками Y^{91} и Tl^{204} от используемых в работе мишеней. Радиоактивные изотопы Y^{91} и Tl^{204} были взяты в качестве источников электронов по тем соображениям, что форма их β -спектров не слишком отличается от формы полного спектра вторичных электронов, образующихся при облучении мишеней γ -лучами Co^{60} и Cs^{137} соответственно.

Таблица 1

Вклад (%) отраженных электронов
в ионизационный ток

Материал	Максимальная энергия электронов 0,783 Мэв	Максимальная энергия электронов 1,56 Мэв
Плексиглас . . .	5	13
Алюминий	14	20
Медь	26	25
Кадмий	31	28
Свинец	36	33

В табл. 1 приведена полученная таким способом величина доли, вносимой в ионизационный ток электронами, отраженными от стенок камеры из исследуемых материалов.

Относительные эффективности ионизационных камер из плексигласа, алюминия, меди, кадмия и свинца приведены в табл. 2. Для сравнения приведены также результаты прямого исследования зависимости ионизации в камере от атомного номера вещества стенок и энергии падающих γ -лучей [2].

Относительные эффективности ионизационных камер, изготовленных из разных материалов, для γ -квантов с энергией 1250 и 662 кэв

Энергия, кэв	Материал стенок камеры	Данные настоящей работы	По экспериментальным данным Эгикса и Вернье *)
1250	Плексиглас	$1,0 \pm 0,1$	1,0
	Алюминий	1,0	1,0
	Медь	$1,4 \pm 0,1$	1,2
	Кадмий	$1,3 \pm 0,2$	1,5
	Свинец	$1,6 \pm 0,2$	2,3
662	Плексиглас	$1,0 \pm 0,1$	0,9
	Алюминий	1,0	1,0
	Медь	$1,5 \pm 0,2$	1,2
	Кадмий	$1,9 \pm 0,3$	2,1
	Свинец	$2,7 \pm 0,4$	4,3

*) Для расчета ионизации данные [2] умножены на отношение коэффициентов поглощения γ -лучей.

Некоторое расхождение результатов можно объяснить приближенной оценкой роли электронов, отраженных от стенок камеры, а также некоторым различием геометрических условий сравниваемых опытов.

Поступило в редакцию 16 VII 1958 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. К. Аглинцев, В. В. Митрофанов, В. В. Смирнов. Атомная энергия II, 1, 66 (1957).
2. Л. Спенсер, Ф. Эттикс. Дозиметрия ионизирующих излучений. Доклады иностранных ученых на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Гостехиздат, М. 1956, стр. 78.

Абсолютная эффективность ионизационных камер для γ -лучей

В. В. Смирнов

Теоретические расчеты абсолютной эффективности ионизационных камер для γ -излучения, проведенные рядом авторов [1], [2], не позволяют получить достаточно точного значения из-за отсутствия надежных данных об энергетических спектрах и пространственном распределении электронов, возникающих в стенках камеры при облучении.

Произведенное нами экспериментальное исследование спектров и углового распределения вторичных электронов, выбитых γ -лучами из толстых мишеней [3], дало возможность определить абсолютную эффективность ионизационных камер выбранных размеров.

На рис. 1 приводится полный спектр всех вторичных электронов, выбитых γ -лучами Co^{60} ($h\nu$