

В основу расчета были положены параметры гамма-спектрометра с кристаллом NaI(Tl) размером 140×140 мм. Данные по фотоэффективностям, сечениям реакций, выходу на распад взяты из работ [6—8].

В таблице приведены данные для радиоактивных изотопов с $E_\gamma > 1,5$ Мэв, причем для величины t_1 , t_2 , B_k , A_{kk} верхние значения соответствуют условию измерений для более экономичной методики измерений при данных начальных условиях, а нижние значения — оптимальным условиям. Значения s_{\min} и f_{\min} получены для минимальных концентраций, которые могут быть определены при плотности потока нейтронов 10^9 нейтр/см²·сек, и минимальных нейтронных потоках, при которых определение примеси с данным содержанием возможно.

Для некоторых элементов приводится несколько благоприятных реакций, иллюстрирующих возможности выбора аналитической методики.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность сотруднице вычислительного центра МИФИ В. В. Еломановой и другим товарищам за выполнение работы по составлению программы и вычислений, а также специалистам, оказавшим помощь в работе.

Поступило в Редакцию 22/IX 1968 г.
В окончательной редакции 2/VI 1969 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. T. Izenhour et al. Computer Programs to Optimize Times of Irradiation and Decay in Multi-element Activation Analysis. (1965 International Conference: Modern trends in activation analysis). College Station. Texas USA, 1969, p. 123.
2. T. Izenhour, G. Morrison. *Analyt. Chem.*, 36, No. 6, 1089 (1964).
3. R. Heath. *Scintillation spectrometry. Gamma-ray spectrum catalog*. 2nd edition. Atomic Energy Research and Development. Report IDO-16880, 1964.
4. Б. Г. Егiazаров, В. А. Зюбко, А. И. Новиков. «Атомная энергия», 24, 435 (1968).
5. Х. Э. Гунне, Л. Л. Пелекис. В сб. «Нейтронноактивационный анализ». Рига, «Зинатне», 1966, стр. 5.
6. Н. А. Варганов, П. С. Самойлов. *Практические методы сцинтилляционной γ-спектрометрии*. М., Атомиздат, 1964.
7. Н. Г. Гусев и др. *Радиоактивные изотопы как гамма-излучатели*. М., Атомиздат, 1964.
8. Б. С. Дзержепов, Л. К. Пекер. *Схема распада радиоактивных ядер*. М., «Наука», 1966.

Аналитическая аппроксимация энергетической зависимости сечений фотоэлектрического поглощения γ-квантов

О. С. МАРЕНКОВ

УДК 539.122.173

При статистическом моделировании переноса в веществе γ-квантов низких энергий методом Монте-Карло обычно рассматриваются два атомных процесса — комптоновское рассеяние и фотоэлектрическое поглощение. Зависимость интегральных сечений элементарных процессов взаимодействия от энергии квантов ε удобно задавать в виде формулы. В случае комптоновского рассеяния эта зависимость, как известно, выражается аналитически. Для вычисления сечений фотоэффекта в произвольной энергетической области и для любых атомных номеров Z нет точных теоретических или эмпирических формул. Многочисленные аналитические расчеты, опубликованные в литературе, имеют приближенный характер и ограниченную область применимости по ε и Z. При этом большая часть теоретических работ посвящена исследованию атомного фотоэффекта на K-оболочке, причем преимущественно в релятивистской области энергий.

В работах по коэффициентам ослабления γ-квантов сечения атомного фотоэффекта представлены в виде таблиц. В работе [1] на основе табличных данных предложена следующая аппроксимация зависимости τ(ε) в ограниченных интервалах изменения ε > ε_K:

$$\tau(\epsilon) = \sum_{i=0}^3 \tau_i \epsilon^{-i}.$$

Значения коэффициентов τ_i для вычисления сечений фотоэффекта (барн/атом)

Элемент	Энергетический интервал, Мэв	τ ₀	τ ₁	τ ₂	τ ₃	Ошибка, %
Алюминий	0,01—0,5	—0,0114	0,0126	—0,00426	0,00112	2,8
Кальций	0,02—1,5	—0,00515	0,0174	—0,00949	0,00668	3
Железо	0,03—3	—0,00277	0,0248	—0,0105	0,0196	3,7
Медь	0,03—3	—0,00361	0,0362	—0,0105	0,0306	3
Молибден	0,05—3	—	0,102	—0,0617	0,132	3,8
Серебро	0,06—3	—0,00250	0,171	0,121	0,208	2,5
Олово	0,06—3	—	0,206	0,194	0,261	2,4
Неодим	0,07—3	0,0414	0,255	0,724	0,500	3,1
Вольфрам	0,08—3	0,206	0,134	2,56	1,01	3,6
Платина	0,08—3	0,214	0,305	3,23	1,21	3,2
Золото	0,09—3	—	1,03	3,05	1,30	3,3
Свинец	0,09—3	—	1,14	3,80	1,44	3,4
Полоний	0,1—3	—	1,36	4,05	1,63	2,4
Уран	0,125	—	1,94	6,53	2,12	2,2

В настоящей заметке приведены значения τ_i для 14 элементов (см. таблицу), вычисленные по данным теоретической работы [2], в которой расчетные значения $\tau(\epsilon)$ достаточно хорошо согласуются с экспериментальными результатами. Коэффициенты τ_i вычислялись методом наименьших квадратов с использованием весовых функций степенного типа. Максимальная ошибка аппроксимации составила 3,8%.

Поступило в Редакцию 12/XII 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. О. С. Маренков. «Атомная энергия», 21, 389 (1966).
2. R. Schmickley, R. Pratt. Phys. Rev., 164, 104 (1967).

Расчет методом Монте-Карло торможения электронного пучка в толстой мишени из свинца

Ю. Н. Книжников

УДК 621.039.51.17

При рассмотрении вопроса торможения монохроматического луча электронов в толстой мишени ускорителя необходимо учитывать одновременно большое число возможных элементарных взаимодействий электронов и образовавшихся вторичных частиц (квантов и позитронов) с атомами вещества. Хотя характеристики этих взаимодействий известны, аналитическое решение проблемы в целом достаточно сложно и требует введения упрощающих предположений, от которых в значительной степени будет зависеть конечный

результат. При расчетах по методу Монте-Карло можно более корректно подойти к решению проблемы, учтя все типы возможных взаимодействий и задав реальную геометрию мишени. Однако из-за ограниченности машинной памяти и времени счета приходится идти на некоторые упрощения, пренебрегая теми деталями, которые не существенно влияют на конечные результаты. При моделировании процесса формирования спектра тормозного излучения необходимо одновременно рассматривать процесс образования спектра электронов внутри мишени из первоначального монохроматического пучка. Кроме того, информация о спектре быстрых электронов представляет самостоятельный интерес для расчетов радиационных дефектов в материалах.

Во время расчетов вместо рассмотрения индивидуальных взаимодействий используются вероятности соответствующих процессов при прохождении частицей определенного участка. Мишень разбивается на слои Δt , достаточно тонкие, чтобы потери энергии электрона внутри слоя были невелики, при этом поперечные размеры мишени предполагаются существенно большими диаметра пучка. В настоящих расчетах использовались толщины слоев свинца $\Delta t \leq 0,05$ см, причем рассматривались истории электронов, проходящих по-

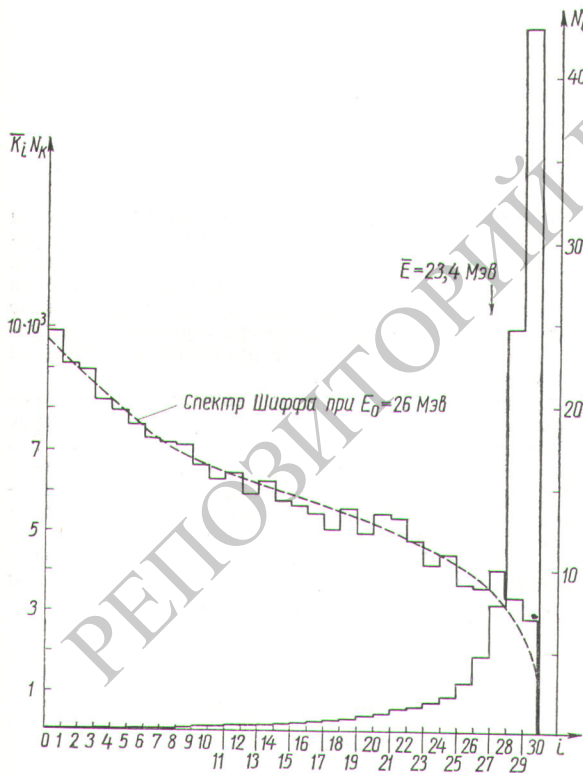


Рис. 1. Спектры квантов и электронов после прохождения 0,05 см свинца при $E_0 = 26$ Мэв ($\sum N_k = 37506$; $k = 5$ Мэв).

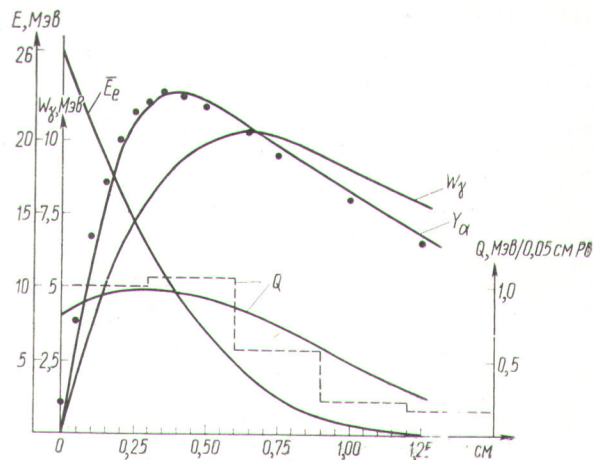


Рис. 2. Результаты расчетов для электронов при $E_0 = 26$ Мэв (сравнение с измерениями).