

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Работа 5.1

Измерение коэффициента ослабления потока
 γ -лучей в веществе и определение их энергии

Работу выполнил:
Долгов Александр Алексеевич, группа Б01-109

Долгопрудный, 2023

Содержание

1	Аннотация	2
2	Теоретические сведения	2
2.1	Фотоэлектрическое поглощение	2
3	Измерения и обработка их результатов	2

1 Аннотация

В данной работе с помощью сцинтилляционного счётчика измеряются линейные коэффициенты ослабления потока γ -лучей в свинце, железе и алюминии. По величине этих коэффициентов определяются энергия γ -квантов.

2 Теоретические сведения

Гамма-излучение - излучение, возникающее при переходе атомных ядер в состояние с меньшей энергией.

При прохождении через вещество пучок γ -квантов ослабляется по закону, который можно записать в двух эквивалентных формах:

$$I = I_0 e^{-\mu l} \quad (1)$$

$$I = I_0 e^{-\mu' \sigma}, \quad (2)$$

где I , I_0 - интенсивности прошедшего и падающего излучений, l - длина пути, пройденного пучком в веществе, σ - масса пройденного вещества, приходящаяся на единицу площади, μ , μ' - константы, величина которых зависит от вещества, сквозь которое проходят лучи ($[\mu] = \frac{1}{\text{см}}$, $[\mu'] = \frac{\text{см}^2}{\text{г}}$).

Данное ослабление обусловлено тремя эффектами: фотоэлектрическим поглощением, комптоновским рассеянием и генерацией электрон-позитронных пар.

2.1 Фотоэлектрическое поглощение

γ -кванты не взаимодействуют с внешними электронами атомов, так как они слабо связаны с ядром, а потому могут считаться свободными (свободный электрон не может поглотить γ -квант). Однако взаимодействие с электронами внутренних оболочек возможно. При таком взаимодействии энергия γ -кванта передаётся электрону, а импульс делится между электроном и ионом, образовавшимся вследствие вылета электрона.

Имеет место соотношение для вероятности фотоэлектрического поглощения γ -квантов:

$$dP_{\text{ф}} = \sigma_{\text{ф}} n_{\text{ин}} dl, \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{ф}}$ - поперечное сечение фотоэлектрического поглощения, $n_{\text{ин}}$ - концентрация внутренних электронов, dl - путь, пройденный γ -квантами.

3 Измерения и обработка их результатов

Каждое измерение числа частиц проводилось в течение 60 секунд.

Сначала был измерен фон, то есть число зарегистрированных частиц при закрытом коллиматоре. На основании этих измерений найдём среднее значение фона и его дисперсию.

Таблица 1: Измерения фона

Номер измерения	Число прошедших частиц
1	1908
2	1746
3	1807

$$\overline{N_{\Phi}} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 N_i \approx 1820; \quad \sigma_{\Phi} = \sqrt{\frac{1}{3-1} \sum_{i=1}^3 (N_i - \overline{N_{\Phi}})^2} \approx 82$$

Таким образом, для фона имеем: $N_{\Phi} = 1820 \pm 82$

Далее было проведено измерение числа частиц, прошедших через образец при открытом коллиматоре, для разных материалов разной толщины. Последнего удалось добиться путём изменения числа поглотителей одинаковой толщины. Результаты измерения толщины одного бруска приведены в таблице 2:

Таблица 2: Толщины поглотителей

Материал	l_0 , мм
Алюминий	19.8
Железо	4.2
Свинец	10.1

Результаты измерений числа частиц, прошедших через поглотители, приведены в таблице 3. Также было измерено число частиц в отсутствие поглотителей: $N_0 = 550204$

Таблица 3: Основные измерения

Материал	Число брусков	N
Алюминий	10	16317
	9	23257
	8	33481
	7	45874
	6	67870
	5	95683
	4	141892
	3	192787
	2	287608
	1	387597
Железо	6	84341
	5	102483
	4	132110
	3	177644
	2	254763
	1	396703
Свинец	12	10396
	11	14694
	10	16564
	9	22190
	8	28473
	7	39070
	6	53637
	5	77888
	4	114470
	3	166156
	2	250826
	1	365055