

## 5.5.1. Измерение коэффициента ослабления потока $\gamma$ -лучей в веществе и определение их энергии

Стренадко Виктория

**Цель работы:** Измерить с помощью сцинтилляционного счетчика линейные коэффициенты ослабления потока  $\gamma$ -лучей в свинце, железе и алюминии; определить по их величине энергию  $\gamma$ -квантов.

### Теоретическая часть

Проходя через вещество, пучок  $\gamma$ -квантов постепенно ослабляется. Ослабление происходит по экспоненциальному закону, который может быть записан в двух эквивалентных формах:

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

$$I = I_0 e^{-\mu' m_1} \quad (2)$$

**Фотоэлектрическое поглощение.** Вероятность  $dP_\Phi$  фотоэлектрического поглощения  $\gamma$ -квантов пропорциональна длине пути  $dl$  и плотности электронов в среде:

$$dP_\Phi = \sigma_\Phi n_1 dl \quad (3)$$

Коэффициент поглощения для фотоэффекта  $\mu_\Phi$ :

$$\mu_\Phi = \sigma_\Phi n_1 \quad (4)$$

$W_i$  — энергия связи электрона на  $i$  оболочке атома. После вылета из атома электрон приобретает кинетическую энергию.

$$T_i = \hbar\omega - W_i \quad (5)$$

$$\sigma_\Phi \propto \frac{Z^5}{(\hbar\omega)^{3.5}} \quad (6)$$

**Комптоновское рассеяние.** Сечение комптон-эффекта:

$$\sigma_\Phi = \pi r^2 \frac{mc^2}{\hbar\omega} \left( \ln \frac{2\hbar\omega}{mc^2} + \frac{1}{2} \right) \quad (7)$$

Комптоновский коэффициент линейного ослабления  $\mu_\Phi$  связан с сечением формулой, аналогичной формуле (4).

**Образование пар.** При энергиях  $\gamma$ -лучей, превышающих  $2mc^2 = 1.02$  МэВ, становится возможен процесс поглощения  $\gamma$ -лучей, связанный с образованием электрон-позитронных пар.

**Полный эффект ослабления потока  $\gamma$ -лучей.** Полный линейный коэффициент  $\mu$  ослабления пучка  $\gamma$ -квантов при прохождении равен сумме коэффициентов для всех трёх рассмотренных процессов.

$$\mu = \frac{1}{l} \ln \frac{N_0}{N} \quad (8)$$

## Экспериментальная установка

### Экспериментальная установка

Схема установки, используемой в работе, показана на рис. 3. Свинцовый коллиматор выделяет узкий почти параллельный пучок  $\gamma$ -квантов,

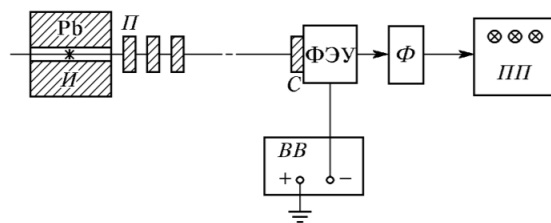


Рис. 3. Блок-схема установки, используемой для измерения коэффициентов ослабления потока  $\gamma$ -лучей: И — источник  $\gamma$ -лучей; Рб — свинцовый контейнер с коллиматорным каналом; П — набор поглотителей; С — сцинтиллятор — кристалл NaI(Tl); Ф — формирователь-выпрямитель

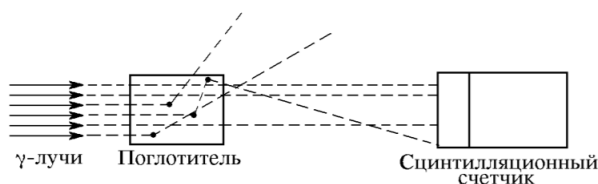


Рис. 4. Схема рассеяния  $\gamma$ -квантов в поглотителе

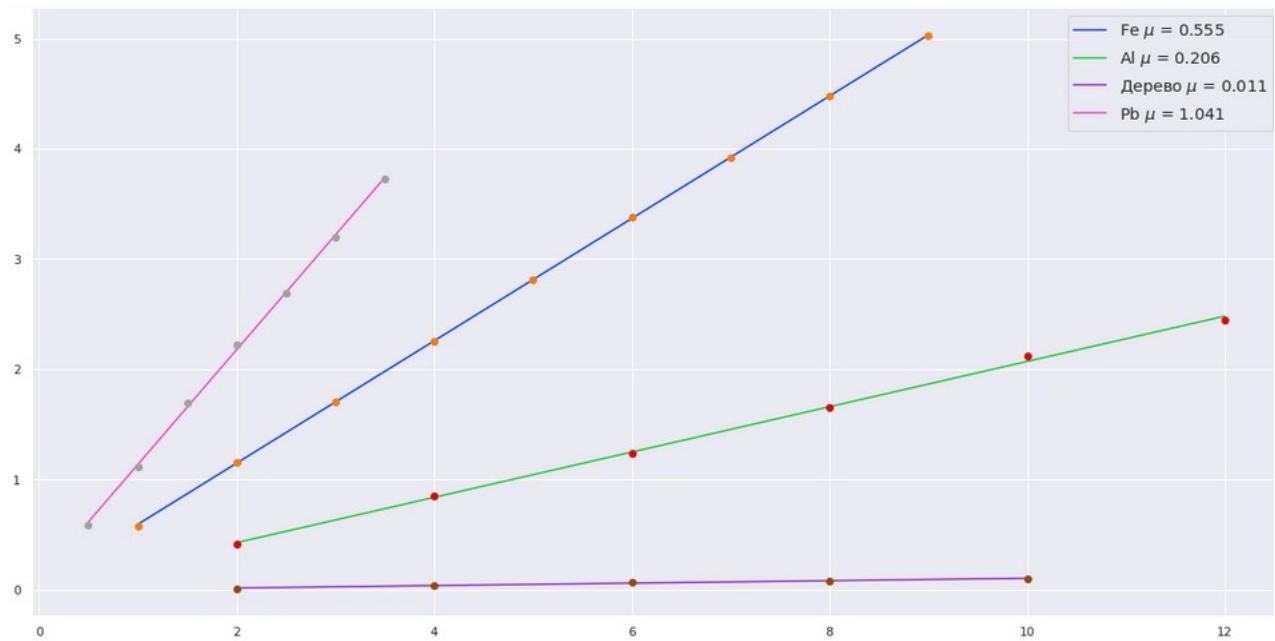
## Ход работы

1.  $N_0 = 110598$  — число частиц попадающих в счётчик за 10 секунд.
2. Измерим число частиц попадающих в счетчик за 10 секунд в присутствии поглотителя.

Fe		l=1 см						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
62195	35182	20273	12108	6974	4083	2411	1554	1004
62174	35192	20351	11701	6898	4000	2515	1507	998
Al		l=2 см						
1	2	3	4	5	6			
73022	47896	32305	21385	14586	9853			
73479	47599	32365	21374	12596	9849			
Дерево		l=2 см						
1	2	3	4	5				
109570	106778	103704	102119	100447				
109822	106833	104260	102322	100416				

Свинец		0,5 см				
1	2	3	4	5	6	7
61924	36580	20488	12397	7792	4805	2935
61634	36763	20595	12123	7770	4815	2931
-1,1599884	-1,1064004	-1,1240418	-1,0942237	-1,0611218	-1,045415	-1,0369127

3. Построим графики:



4. Средняя энергия  $E_\gamma$ , эВ:

Substance	$E_\gamma$	$\mu, cm^{-1}$
Pb	0.7	1.041
Fe	0.7	0.555
Al	0.4	0.206

### Вывод:

С помощью сцинтилляционного счетчика мы измерили коэффициенты ослабления потока  $\gamma$ -лучей в свинце, алюминии, железе, и убедились в линейной зависимости коэффициентов ослабления от толщины образцов. Также нашли среднюю энергию  $E_\gamma$  для всех 3 элементов.