

Лабораторная работа 5.1. Измерение ослабления потока γ лучей в веществе и определение их энергий

Батарин Егор Владиславович
Студент 3 курса ФРПК

(Московский физико-технический институт)
(Dated: 15 ноября 2021 г.)

Цель работы: используя сцинтилляционный счетчик, измерить линейные коэффициенты ослабления потока γ лучей в свинце, железе и алюминии; по их величине определить энергию γ квантов.

Оборудование: свинцовый коллиматор, источник лучей, свинцовый контейнер с коллиматорным каналом, набор поглотителей, сцинтиллятор (кристалл NaI), формирователь-выпрямитель.

I. Теоретическая часть.

При прохождении пучка гамма-квантов через вещество, энергия данного пучка уменьшается по экспоненциальному закону:

$$I = I_0 e^{-\mu l}$$

. Уменьшение связано с тремя главными эффектами: фотоэлектрическим поглощением, комптоновским рассеянием и образованием электрон-позитронных пар.

Для определения коэффициента μ будем использовать следующие рассуждения: при выбывании из пучка dN гамма-квантов на пути dl , имеем очевидное соотношение:

$$-dN = \mu N dl$$

Интегрируя данное уравнение от нулевой толщины до заданной, получаем:

$$N = N_0 e^{-\mu l}$$

И тогда для коэффициента μ имеем:

$$\mu = \frac{1}{l} \ln \frac{N_0}{N}$$

II. Результаты эксперимента

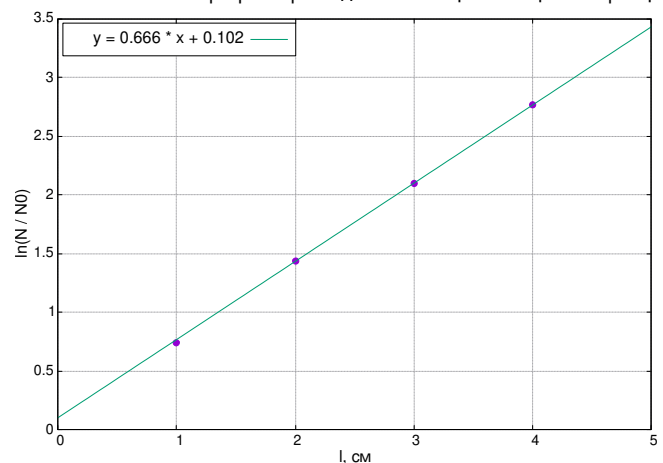
A. Результаты измерений

Все результаты измерений сведены в таблицу.

Оценивая погрешность, было учтено, что в суммарную погрешность вычисления коэффициента входит

погрешность вычисления толщины образца (0.005 сантиметров у штангенциркуля) и погрешность вычисления количества гамма-квантов, вылетающих из щели без образца. Погрешность измерения количества

Зависимость логарифма прошедших частиц от толщины образца



прошедших квантов была сведена к минимуму и в расчете погрешности она несравнимо мала с указанными выше погрешностями.

Итого получаем:

$$\mu_{Fe} = 0.666 \pm 0.005 \text{ см}^{-1}$$

$$\mu_{Al} = 0.244 \pm 0.005 \text{ см}^{-1}$$

$$\mu_{Pb} = 1.309 \pm 0.005 \text{ см}^{-1}$$

Сравнивая со значениями коэффициента ослабления из таблицы, получаем следующие значения энергии гамма-квантов:

$$E_{\gamma Fe} = 0.5 \text{ МэВ}$$

$$E_{\gamma AL} = 0.5 \text{ МэВ}$$

$$E_{\gamma Pb} = 0.6 \text{ МэВ}$$

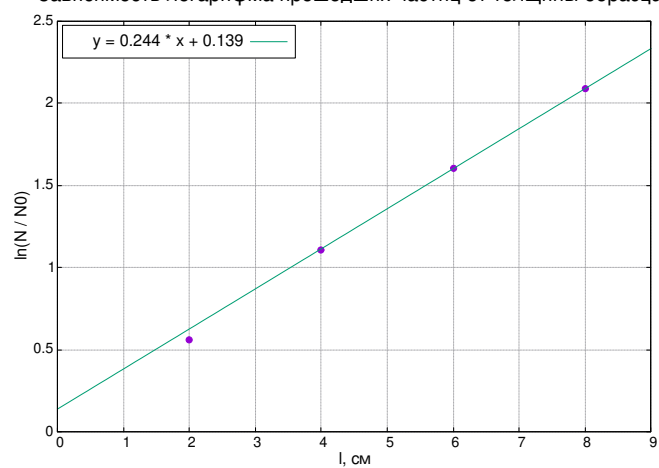
Немного не совпало значение для свинца.

III. Заключение

В результате данной работы были вычислены коэффициенты ослабления для трех веществ: железа, алюминия и свинца, а вычислены энергии гамма-квантов, использующихся в работе.

Фон (без образца)				
235835				
241980				
242480				
241583				
243039				
239366				
239191				
239316				
Фон (с заглушкой)	Среднее	Отклонение	Погрешность, %	
141	144.75	5.56027577253743	3.84129587049218	
142				
143				
153				
Fe (данные с вычетом фона)	Толщина образца, см			
	1	2	3	4
	114675	57198	29382	15050
	114164	57049	29591	15114
	114189	56799	29627	15305
	113795	56910	29451	15168
	114237	57011	29445	15235
		56857	29414	14956
		56810		15121
				15096
Al (данные с вычетом фона)	Толщина образца, см			
	2	4	6	8
	136560	79517	48126	29760
	136447	79032	48059	29628
	137340	78918	48427	29879
	136922	79229	48373	29796
	137297	79483	48090	29828
	137647	79555	48367	29848
	136994	79118	48369	29863
	136888		48399	29803
	136990		48346	
	137210		48186	
	Толщина образца, см			
Pb (данные с вычетом фона)	0.45	0.9	1.35	1.8
	115032	57292	30168	17129
	115356	56777	30121	17041
	114355	57026	30304	17100
	115241	57278	30127	17117
	115265	57319	30367	17185
	115461	57120	30161	17195
	114481	57327	30163	17087
	115281	57401	30426	17082
	115036	57114	30232	

Зависимость логарифма прошедших частиц от толщины образца



Зависимость логарифма прошедших частиц от толщины образца

