

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №51

DATE

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОСЛАБЛЕНИЯ ПОТОКА  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ В В-ВЕ И  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ЭНЕРГИИ.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** С ПОМОЩЬЮ СЦИНТИЛЯЦИОННОГО СЧЕТЧИКА ИЗМЕРИТЬ  
ЛИНЕЙНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОТОКА  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ  
В ВЕЩЕСТВЕ И ОПРЕДЕЛИТЬ ЭНЕРГИЮ  $\gamma$ -КВАНТОВ.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** СЦИНТИЛЯЦИОННЫЙ ДАТЧИК, ИЗЛУЧАТЕЛЬ  $\gamma$ -КВАНТОВ,  
ОБРАЗЦЫ ИЗ Pb, Fe и Al.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

ОСЛАБЛЕНИЕ ПРОИЗОИДТ ПО ЭКСПОНЕНЦ. ЗАКОНУ:

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad \text{или} \quad I = I_0 e^{-\mu_m m}, \quad (1)$$

ГДЕ  $I$  - ИНТ. ПРОВЕД. ЛУЧА,  $I_0$  - ПАРАМЕТР,  $x$  -  
ДУЖКА В-ВА,  $m$  - МАССА,  $\mu, \mu_m$  - К-ТЫ, ЗАВ. ОТ В-ВА

ОСЛАБЛЕНИЕ ПОТОКА  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ  $\rightarrow$  ФОТОЭ. ПОГЛОЩЕНИЕ  
 $\rightarrow$  КОМПОН. РАССЯЯНИЕ  
 $\rightarrow$  ГЕНЕР.  $e^-$ ,  $e^+$  ПАР.

КОМПОН. ЭФФ.:  $G_K = \pi r^2 \frac{mc^2}{h\nu} \left( \ln \frac{2h\nu}{mc^2} + \frac{1}{2} \right)$

$r \approx 2.8 \cdot 10^{-13}$  см - КЛАС. РАД. ЭЛ-НА;  $m$  - ЕТО МАССА.

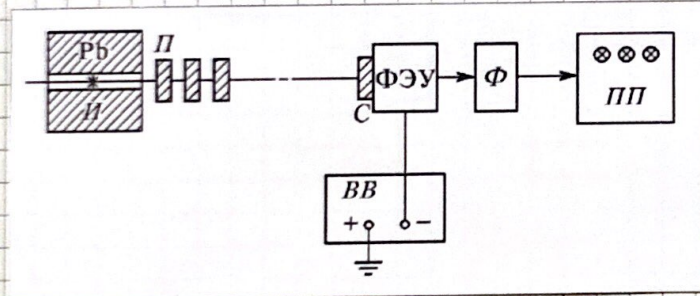
ПРИ  $E > 2mc^2 = 1.02$  МэВ ВОЗМ. ПРОЦЕСС СОЗ.  $e^-e^+$  ПАР.

$N = N_0 e^{-\mu x} \Rightarrow$

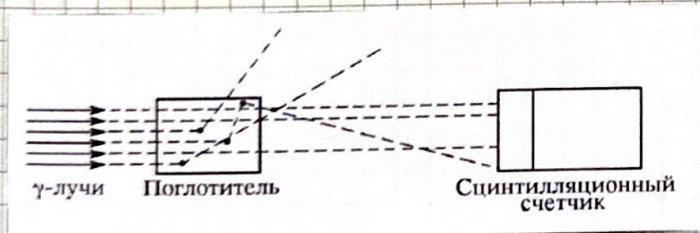
$\mu = \frac{1}{x} \ln \frac{N_0}{N}$

ГДЕ  $N, N_0$  - ЧИСЛО ГЛД. И ЧИСЛО ПРОШ. ЧАСТИЦ.

СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.



а)



б)

Рис. 3. - СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
УСТАНОВКИ.

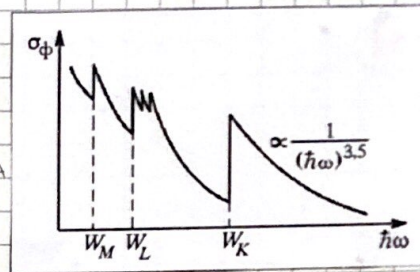


Рис. 1. - ЗАВ-ТЬ СЕЧЕНИЯ  $\Phi$ З  
ОТ ЭНЕРГИИ  $\gamma$ -КВАНТА

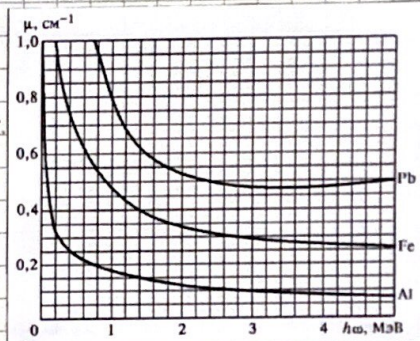


Рис. 2. - ПОЛНЫЕ К-ТЫ ОСЛ.  
ПОТОКА  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ В-ВЕ.

И - ИСТОЧНИК  $\gamma$ -ЛУЧЕЙ  
Pb - СВИНЦОВЫЙ КОЛЛЕКТОР  
С КОММУТАТОРНЫМ  
КАНАЛОМ

П - НАКОН. ПОГЛОЩАТЕЛЬ

С - СЦИНТИЛЯТОР - КРИСТАЛЛ  
NAI(Tl)

Ф - ФОРМИРОВАТЕЛЬ - РАЙТИ-  
МЕТЕР.



## ИЗМЕРЕНИЯ.

Монитор

1) Проверка пона: 40 с, 692 ч.

2) Основные измерения:

 $N_0 = 209\ 632$  (30 с).

Аномалии	КОН-БО ПРОБКА	1	2	3	4	5	6
$t, c$		10,0	10,0	9,9	10,0	9,9	10,1
$N, \text{шт}$		46268	30507	20118	13514	9085	6226

ТОЛЩИНА ОБРАЗЦОВ:

$l_1 = 2,01 \text{ см}$   
 $l_2 = 1,98 \text{ см}$   
 $l_3 = 2,01 \text{ см}$   
 $l_4 = 2,01 \text{ см}$   
 $l_5 = 2,02 \text{ см}$   
 $l_6 = 2,01 \text{ см}$

 $\langle l \rangle = 2,002 \text{ см}$ 

СТАБ	КОН-БО ПРОБКА	1	2	3	4	5	6
$t, c$		10,0	10,1	10,2	10,0	9,9	10,2
$N, \text{шт}$		39272	22375	12835	7101	3896	2416

ТОЛЩИНА ОБРАЗЦОВ:

$l_1 = 1,01 \text{ см}$   
 $l_2 = 1,02 \text{ см}$   
 $l_3 = 1,01 \text{ см}$   
 $l_4 = 1,02 \text{ см}$   
 $l_5 = 1,02 \text{ см}$   
 $l_6 = 1,03 \text{ см}$

 $\langle l \rangle = 1,015 \text{ см}$ 

ОБРАЗЦЫ	КОН-БО ПРОБКА	1	2	3	4	5	6
$t, c$		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
$N, \text{шт}$		39347	22288	12657	7268	4234	2614

ТОЛЩИНА ОБРАЗЦОВ:

$l_1 = 5,03 \text{ мм}$   
 $l_2 = 5,00 \text{ мм}$   
 $l_3 = 4,97 \text{ мм}$   
 $l_4 = 4,99 \text{ мм}$   
 $l_5 = 4,98 \text{ мм}$   
 $l_6 = 4,94 \text{ мм}$

 $\langle l \rangle = 4,985 \text{ мм}$ 

Аномалии:

1)	2)	3)	4)	5)	6)
1. 46354	1. 30404	1. 20606	1. 13408	1. 8807	1. 6076
2. 45495	2. 30243	2. 20321	2. 13715	2. 8738	2. 6141
3. 45060	3. 30397	3. 20670	3. 13786	3. 8828	3. 6021
4. 45053	4. 30129	4. 20558	4. 13402	4. 8937	4. 6059
5. 45017	5. 30407	5. 20456	5. 13582	5. 8834	5. 5994
6. 45539	6. 30545	6. 20505	6. 13515	6. 9040	6. 6017
7. 45715	7. 30516	7. 20233	7. 13453	7. 9170	7. 6011
8. 45051	8. 30511	8. 20302	8. 13685	8. 8958	8. 6186
9. 45463	9. 30569	9. 20117	9. 13427	9. 8872	9. 6057
10. 45612	10. 30629	10. 20546	10. 13599	10. 9001	10. 6165

СТАБ.

1)	2)	3)	4)	5)	6)
1. 39256	1. 22143	1. 12605	1. 7304	1. 4122	1. 2488
2. 39416	2. 22169	2. 12754	2. 7309	2. 4006	2. 2464
3. 39514	3. 22007	3. 12604	3. 7197	3. 4093	3. 2537
4. 39402	4. 21987	4. 12330	4. 7090	4. 4399	4. 2480
5. 39574	5. 22395	5. 12702	5. 7417	5. 4275	5. 2473
6. 39185	6. 22367	6. 12813	6. 7063	6. 4374	6. 2329
7. 38968	7. 22186	7. 12704	7. 7170	7. 4177	7. 2433
8. 38998	8. 22512	8. 12623	8. 7328	8. 4212	8. 2522
9. 39104	9. 22131	9. 12967	9. 7257	9. 4232	9. 2422
10. 39206	10. 22110	10. 12734	10. 7196	10. 4208	10. 2474

 $\mu = (0,0009 \pm 0,0001) \text{ см}^2$  $\mu = (0,5512 \pm 0,0010) \text{ см}^2$



1) 1. 41067	2) 1. 22416	3) 1. 12958	4) 1. 7242	5) 1. 4259	6) 1. 2573
2. 41585	2. 22949	2. 12998	2. 7183	2. 4286	2. 2566
3. 40762	3. 22546	3. 12947	3. 7323	3. 4287	3. 2699
4. 41228	4. 22536	4. 12860	4. 7501	4. 4183	4. 2570
5. 40713	5. 22401	5. 12900	5. 7403	5. 4167	5. 2736
6. 40239	6. 22385	6. 12349	6. 7292	6. 4334	6. 2593
7. 41315	7. 22817	7. 12877	7. 7362	7. 4269	7. 2723
8. 41067	8. 22293	8. 12719	8. 7429	8. 4337	8. 2508
9. 41248	9. 22348	9. 12697	9. 7177	9. 4330	9. 2623
10. 40542	10. 22482	10. 12978	10. 7345	10. 4101	10. 2678

 $\mu = (1,1639 \pm 0,0022) \text{ cm}^{-1}$ 

13.08.19

97

## ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.

- 1) По полученным данным вычислим значения для погрешности длины; вычислим также  $\ln(N_0/N)$  и погрешность для данных величины. Полученные значения занеся в таблицу 1.

Таблица 1 - Вычисл. значения и погр-ти

	l, cm	$\sigma_l$ , cm	$\ln(N_0/N)$	$\sigma_{\ln(N_0/N)}$
Al	2,01	0,01	0,43	0,0031
	3,99	0,07	0,83	0,0015
	6,00	0,09	1,23	0,0029
	8,01	0,10	1,64	0,0030
	10,03	0,11	2,13	0,0736
	12,04	0,12	2,44	0,0041
Fe	1,01	0,01	0,58	0,0015
	2,03	0,07	1,15	0,0023
	3,04	0,09	1,71	0,0039
	4,06	0,10	2,27	0,0048
	5,08	0,11	2,82	0,0108
	6,11	0,12	3,35	0,0074
Pb	0,53	0,01	0,54	0,0045
	1,03	0,07	1,13	0,0028
	1,50	0,09	1,70	0,0046
	1,99	0,10	2,26	0,0043
	2,47	0,11	2,80	0,0056
	2,91	0,12	3,29	0,0088

$$G_{L_k} = \sum_{k=1}^n \sigma_{L_k} \cdot \sqrt{k}$$

$$G_{\ln(N_0/N)} = \frac{1}{2} \left( \ln \frac{N_0}{\langle N \rangle - G_N} + \ln \frac{N_0}{\langle N \rangle + G_N} \right)$$

- 2) По данным таблицы 1 построим в Excel график зависимости  $\ln(N_0/N) = f(l)$ , с погрешностями для каждой точки из таблицы 1. (см. рис 4).

- 3) С помощью МНК вычислим значения для  $\mu$  для Al, Fe и Pb; они будут разными:

$$\mu_{Al} = (0,2009 \pm 0,0004) \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_{Fe} = (0,5512 \pm 0,0010) \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_{Pb} = (1,1639 \pm 0,0022) \text{ cm}^{-1}$$



### График зависимости логарифма числа сосчитанных частиц от толщины образца

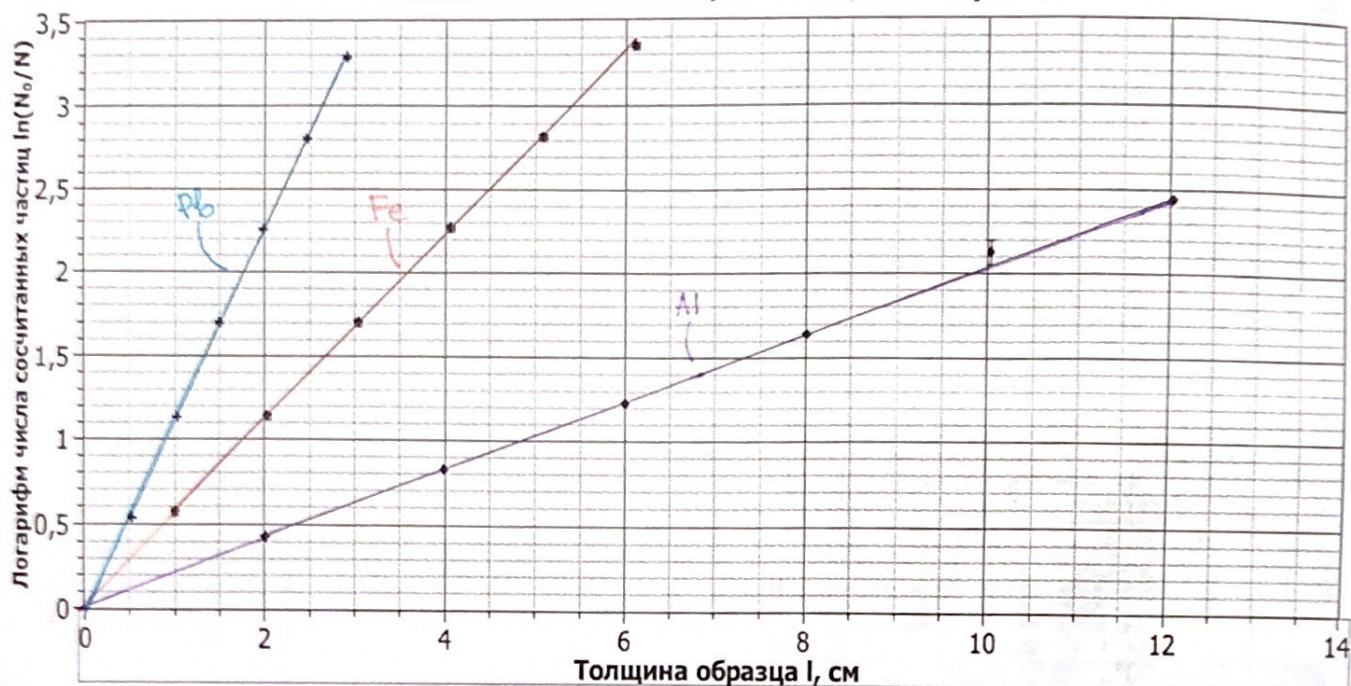


Рис 4. - Графики 3-тей  $\ln(N_0/N) = f(l)$  для Al, Fe и Pb.

4). По значениям  $\mu$  для Al и Fe можно с помощью графика на рис 2 вычислить значение энергии  $\gamma$ -квантов для обоих материалов

$E_\gamma \approx 0,8$  МэВ. (Для Pb, к сожалению значения находится вне рисунка)

#### Выводы.

1). Были измерены и получены коэффициенты линейного ослабления потока  $\gamma$ -квантов для Al, Fe и Pb:

$$\mu_{Al} = (0,2009 \pm 0,0004) \text{ см}^{-1}$$

$$\mu_{Fe} = (0,5512 \pm 0,0010) \text{ см}^{-1}$$

$$\mu_{Pb} = (1,1639 \pm 0,0027) \text{ см}^{-1}$$

2). С использованием полученных значений и таблицы 7 из приложения можно оценить энергию  $\gamma$ -квантов источника:

$$E_\gamma \approx 0,7 \text{ МэВ для всех источников.}$$

апрел 9

апрел 9