

Wydział WFiIS	Imię i nazwisko 1. Kotłowska Karolina 2. Such Katarzyna	Rok 2021	Grupa 2	Zespół 2
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat: Dozymetria promieniowania γ			Nr ćwiczenia 96
Data wykonania 20.03.2021	Data oddania 22.03.2021	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia
				OCENA

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia było zapoznanie się z dozymetrią promieniowania jonizującego, wyznaczenie zależności mocy równoważnika dawki od odległości źródła, oraz wyznaczenie średniego tła promieniowania naturalnego.

2 Wykonanie ćwiczenia

2.1 Opis problemu

Do wykonania doświadczenia użyliśmy następujących przedmiotów:

- komora pomiarowa
- źródło promieniowania
- stoper
- linijka
- dozymetr Geigera-Mullera

2.2 Wyznaczanie tła promieniowania

Na początku wykonaliśmy 10 pomiarów tła promieniowania na stanowisku pomiarowym. Pomiary z miernika czytywałyśmy co 40s.

2.3 Pomiar mocy dawki skutecznej dla źródła

Następnie prowadzący umieścił źródło promieniowania w komorze pomiarowej. Źródło promieniowania, które otrzymaliśmy to Cs-137. Wykonaliśmy pomiary zależności równoważnika mocy dawki skutecznej od odległości źródła do dozymetru. Dla każdej, ze zmienianych przez nas odległości, dokonano 5 pomiarów. Pomiary z miernika czytywałyśmy co 30s.

2.4 Pomiar mocy dawki skutecznej dla absorbentu

Następnie wybrałyśmy płytki miedziane jako absorbent, których grubości kolejno mierzyłyśmy. Wykonaliśmy pomiary mocy dawki skutecznej dla absorbentu, dokładając kolejne płytki po wykonaniu pomiaru. Pomiary z miernika czytywałyśmy co 20s.

3 Wyniki

3.1 Pomiar tła promieniowania

0,200	0,070	0,110	0,100	0,100	0,110	0,160	0,120	0,070	0,110
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Rysunek 1: Tabela 1. Pomiary tła promieniowania. Moc skuteczną mierzyliśmy w $\mu Sv/h$

3.2 Pomiar mocy skutecznej dla źródła Cs-137

Odległość na linijce	Odległość rzeczywista	1	2	3	4	5
0	1,800	4,890	4,830	4,120	6,410	4,890
0,5	2,300	4,540	4,110	3,990	4,140	3,880
1	2,800	3,110	3,410	3,720	3,090	3,090
1,5	3,300	2,920	2,120	2,760	2,220	2,540
2	3,800	2,050	2,300	1,700	1,750	2,230
2,5	4,300	2,480	2,140	1,700	1,950	1,910
3	4,800	1,520	1,770	1,630	1,480	1,470
4	5,800	1,130	1,070	1,180	1,310	1,040
5	6,800	1,050	1,040	0,970	0,890	0,960

Rysunek 2: Tabela 2. Pomiary dawki skutecznej, dla różnych odległości. Odległości mierzyliśmy w [cm]. Moc skuteczną w $\mu Sv/h$.

3.3 Pomiar grubości płytek

Grubość	1	2	3	Średnia
d1	1,500	1,500	1,400	1,467
d2	1,600	1,700	1,600	1,633
d3	1,500	1,600	1,600	1,567
d4	3,700	3,900	3,900	3,833
d5	2,300	2,100	2,100	2,167

Rysunek 3: Tabela 3. Pomiar grubości płytek. Grubość absorbentu mierzyliśmy w [mm].

3.4 Pomiar mocy dawki skutecznej dla absorbentu

Grubość absorbentu [mm]	Numer pomiaru				
	1	2	3	4	5
d1=1,467	0,510	0,570	0,460	0,670	0,540
d1+d2=3,100	0,820	0,550	0,420	0,630	0,590
d1+d2+d3=4,667	0,590	0,560	0,530	0,750	0,410
d1+d2+d3+d4=8,500	0,470	0,460	0,570	0,430	0,400
d1+d2+d3+d4+d5=10,667	0,440	0,370	0,480	0,450	0,410

Rysunek 4: Tabela 4. Pomiar mocy dawki skutecznej dla absorbentu. Moc skuteczną mierzyliśmy $\mu Sv/h$.

4 Opracowanie wyników pomiarów

Wartość średnią tła naturalnego promieniowania obliczyliśmy:

$$\overline{x_{sr}} = \frac{1}{n} \sum_i^n x_i = \frac{1,150 \mu Sv/h}{10} = 0,115 \mu Sv/h, \quad (1)$$

Średnie tło promieniowania na stanowisku pomiarowym wynosiło $0,115 \mu Sv/h$.

Dla każdego pomiaru, obliczyliśmy, korzystając ze wzorów wartość średnią:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad (2)$$

oraz niepewność pomiarową (typu A):

$$u(x) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

gdzie:

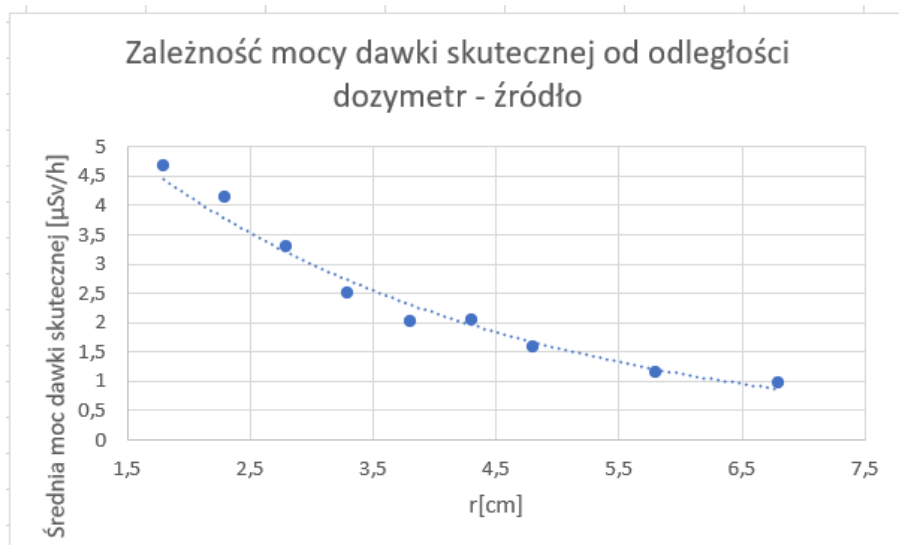
n-ilość pomiarów

x- kolejne wyniki

Następnie liczyliśmy średnią moc dawki skutecznej po odjęciu tła oraz niepewność tych wartości. Wyniki zostały wstawione do tabeli poniżej:

Odległość na linijce [cm]	Odległość rzeczywista [cm]	Średnia moc dawki skutecznej [$\mu\text{Sv/h}$]	Niepewność standardowa [$\mu\text{Sv/h}$]	Średnia moc dawki skutecznej po odjęciu tła [$\mu\text{Sv/h}$]	Niepewność standardowa 2 [$\mu\text{Sv/h}$]
0	1,800	4,683	0,188	4,568	0,188
0,5	2,300	4,132	0,112	4,017	0,112
1	2,800	3,284	0,125	3,169	0,125
1,5	3,300	2,512	0,153	2,397	0,153
2	3,800	2,006	0,122	1,891	0,122
2,5	4,300	2,036	0,128	1,921	0,131
3	4,800	1,574	0,057	1,459	0,057
4	5,800	1,146	0,048	1,031	0,048
5	6,800	0,982	0,029	0,867	0,029

Rysunek 5: Tabela 5. Zależność mocy dawki skutecznej od odległości źródło - dozymetr, obliczenia.



Rysunek 6: Wykres 1. Zależności mocy dawki skutecznej od odległości dozymetr - źródło.

Do wykresu punktowego zależności mocy dawki skutecznej od odległości dozymetr - źródło, dopasowaliśmy krzywą:

$$y = 7,985 \cdot e^{-0,326x} \quad (4)$$

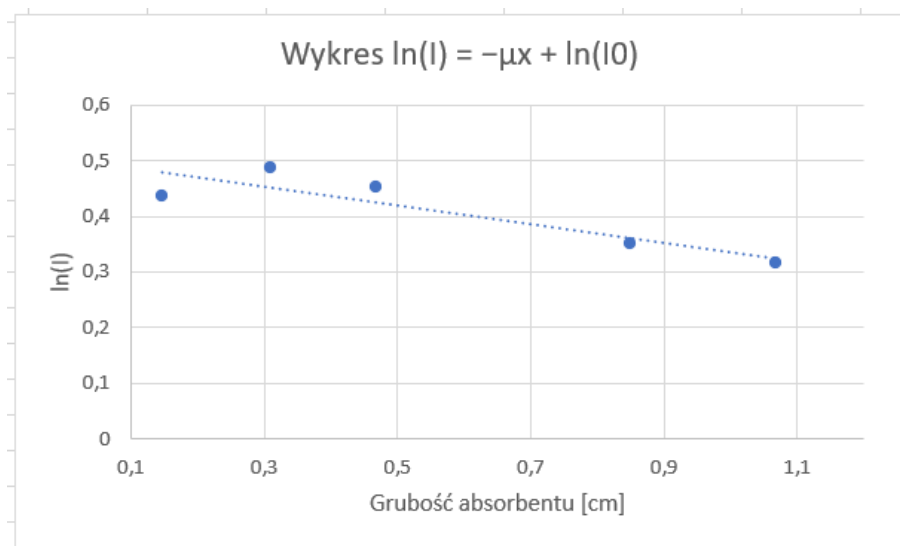
Następnie wyznaczyliśmy średnie mocy dawki, oraz niepewności pomiarowe (typu A) w zależności od grubości absorbentu.

Korzystając z prawa absorpcji promieniowania γ : $I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$, po zlogarytmowaniu tego równania stronami, otrzymujemy równanie: $\ln(I) = -mx + \ln(I_0)$.

Grubość absorbentu wartość średnia [cm]	Średnia moc dawki skutecznej	Niewność standardowa [μSv/h]	Średnia moc dawki skutecznej po odjęciu tła [μSv/h]	Niepewność standardowe [μSv/h]
0,147	0,550	0,035	0,435	0,035
0,310	0,602	0,065	0,487	0,065
0,467	0,568	0,055	0,453	0,055
0,850	0,466	0,029	0,351	0,029
1,067	0,430	0,019	0,315	0,019

Rysunek 7: Tabela 6. Średnia moc dawki w zależności od grubości absorbentu.

Korzystając z regresji liniowej $y = ax + b$, gdzie: $a = -\mu$ i $b = \ln(I_0)$. Do wykresu punktowego średniej mocy dawki skutecznej (po odjęciu tła) od grubości absorbentu, dopasowaliśmy prostą:



Rysunek 8: Wykres 2. Zależności średniej mocy dawki, od grubości absorbentu.

$$y = -0,169x + 0,505 \quad (5)$$

Otrzymałyśmy współczynniki:

$$a = 0,169 \frac{1}{\text{cm}} = \mu, \text{ a błąd jego wyznaczenia } u(a) = 0,032 \frac{1}{\text{cm}} = u(\mu)$$

$$b = 0,505 = \ln(I_0), I_0 = 1.656 \mu\text{Sv/h}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{0,169}{8,96} = 0,019 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} \quad (6)$$

gdzie:

μ - to współczynnik osłabienia μ_m - to współczynnik masowy osłabienia

$$\text{a błąd jego wyznaczenia } u(\mu_m) = \frac{u(\mu)}{\rho} = 0,004 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

	Wartość zmierzona	Niepewność	Wartość tablicowa
μ [1/cm]	0,169	0,032	0,732
μ_m [cm ² /g]	0,019	0,004	0,820

Rysunek 9: Tabela 7. Wartość współczynników osłabienia.

5 Wnioski

5.1

Zmierzona przez nas na początku średnia wartość tła promieniowania wyniosła $0,115 \mu Sv/h$ i pochodzi ono z naturalnie występujących w przyrodzie izotopów.

5.2

Przeprowadzone doświadczenie pozwoliło sprawdzić promieniowanie Cs-137, moc dawki skutecznej zmieniała się w zależności odległości od źródła i wynosiła od $4,890 \mu Sv/h$ dla odległości 1,8 cm do $0,960 \mu Sv/h$ dla odległości 6,8 cm.

5.3

Doświadczalnie wyznaczony współczynnik absorpcji miedzi wyniósł $\mu = 0,169 \frac{1}{cm} \pm 0,032$ i nie jest zgodny z wartością tablicową, która wynosi $0,732 \frac{1}{cm}$.

5.4

Doświadczalnie wyznaczony współczynnik masowy absorpcji miedzi wyniósł $\mu = 0,019 \frac{cm^2}{g} \pm 0,004$ i nie jest zgodny z wartością tablicową, która wynosi $\mu = 0,820 \frac{cm^2}{g}$.

5.5

Wyniki, które otrzymaliśmy, pozwoliły nam na stwierdzenie, że moc dawki promieniowania maleje wraz ze zwiększeniem odległości od źródła. Metoda, którą wybrałyśmy do policzenia współczynników osłabienia - metoda regresji liniowej - nie pozwoliła nam na uzyskanie wyników bliskich wartościom tablicowym.

5.6

Nasze pomiary nie były przeprowadzane w równych odstępach czasowych - z powodu ograniczonego czasu na laboratorium. Mierzyłyśmy w odstępach czasu równych 20s, 30s, 40s. Miernik promieniowania zbierał wtedy dane o promieniowaniu z różnych przedziałów czasowych, co w znaczący sposób wpłynęło na wynik doświadczenia. Również źródło promieniowania, które otrzymaliśmy było bardzo słabe, o czym wspomniał prowadzący. Po naniesieniu danych na wykres, dostaliśmy słabomalejącą funkcję homograficzną (rysunek 6) - co pozwoliło nam stwierdzić, że źródło rzeczywiście było słabe. Innymi błędami mogły być: błędy odczytu mocy promieniowania, niedokładności w pomiarze grubości płytek, a także zaniedbanie istnienia szczelin między stosem płytek, wkładanych do komory pomiarowej.