

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Poročilo

Vaja 69 - Absorbcijska sevanja gama

Luka Orlič

9. april 2023

Kazalo

1	Teoretični uvod	2
2	Naloga	3
3	Potrebnosti	3
4	Skica	3
5	Meritve	4
6	Obdelava meritev	5
6.1	Efektivni odmik meritve gama sevanja	5
6.2	Razpolovna debelina svinca	6
6.3	Časovna porazdelitev intervalov pri zaporednih razpadih	6
7	Analiza rezultatov	9

1 Teoretični uvod

Pri radioaktivnem razpadu večina atomskih jeder oddaja tudi sevanje gama, to je seveda kratkovalovno rentgensko svetlobo. Valovna dolžina sevanja gama, ki ga sevajo radioaktivne snovi, je od okoli $1nm$ do okoli $10^{-3} nm$, kar ustreza energiji fotonov od nekaj keV do nekaj MeV . Če vzporeden curek sevanja gama s pretokom delcev K_0 pada pravokotno na zaslon z debelino d , se na drugi strani zaslona tok zmanjša. S povečanjem debeline zaslona, dobimo odvisnost pretoka delcev K od debelike zaslona, kot kaže slika (1). Vidimo, da pretok pojema eksponentno z debelino plasti. Debelino, pri kateri pade tok sevanja gama na polovico prvotne vrednosti, imenujemo razpolovna debelina. Če debelino zaslona povečamo za razpolovno debelino, se pretok zmanjša za polovico, tako velja enačba (1), kjer je K_0 pretok v vpadnem curku, d je debelina zaslona, μ je pa koeficient absorpcije. Ta je značilna za snov in je odvisen od energije sevanja gama.

Razpadanje radioaktivnih atomskih jeder je slučajni pojav, zato pri večkratnih merjenjih v enakih okoliščinah ne naštejemo natančno enakega števila sunkov. Poissonovo porazdelitev opisuje enačba (2). Ta porazdelitev opisuje njihovo raztresenost okoli povprečne vrednosti \overline{N} , ki jo zračunamo po znanem splošnem prepisu. Izkazuje se, da je pri tej porazdelitvi efektivni odmik od povprečja približno tak, kot opisuje enačba (5). Relativno število razpadov v časovnem intervalu dt določa verjetnost razpada λ kot enačba (3). Odtod sledi tudi formula za upadanje števila nerazpadlih jeder po eksponentnem zakonu z razpolovnim časom, kot ga določi enačba (4).

$$K = K_0 \cdot e^{-\mu d} \quad (1)$$

$$W_n = \frac{\overline{N}^N}{N!} \cdot e^{-\overline{N}} \quad (2)$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad (3)$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\overline{N}} \quad (5)$$

2 Naloga

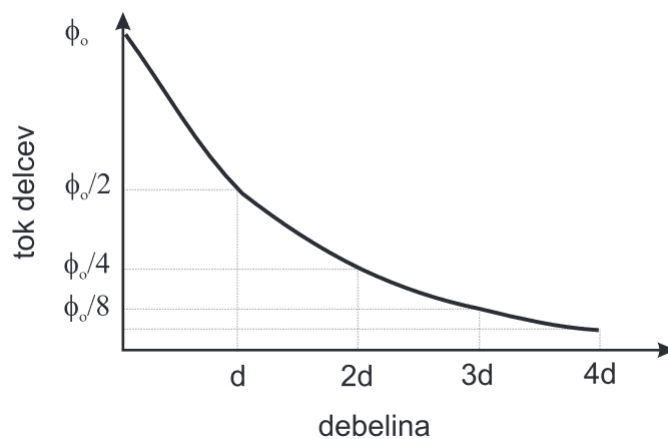
- i.) Preizkusi enačbo (5) z večkratnim štetjem razpadov v enakih časovnih intervalih.
- ii.) Izmeri razpolovno debelino svinca za sevanje gama, ki jih pri radioaktivnem razpadu seva Co-60 izvor!
- iii.) Določi porazdelitev časovnih intervalov med zaporednimi razpadi.

3 Potrebščine

- Varnierjev detektor - GM števec,
- Vmesnik,
- Radioaktivni preparat (Co-60),
- svinčene plošče.

4 Skica

Skica (1) je skica poskusa.



Slika 1: Pojemanje toka delcev skozi snov

5 Meritve

Meritve	
Čas [min]	pojavnost
Ozdaje - 0 plošč	
1	11
Ozdaje - 1 plošč	
1	9
Ozdaje - 2 plošč	
1	7
Ozdaje - 3 plošč	
1	15
Ozdaje - 4 plošč	
1	21

Meritve	
Čas [min]	pojavnost
0 plošč (σ)	
1	149
2	145
3	151
4	169
5	153
6	174
7	154
8	154
9	151
10	152

Meritve	
Čas [min]	pojavnost
<i>d = 2,3 mm 1.</i>	
1	129
<i>d = 2,3 mm 2.</i>	
1	129
<i>d = 3,7 mm 1.</i>	
1	107
<i>d = 3,7 mm 2.</i>	
1	131
<i>d = 5,7 mm 1.</i>	
1	90
<i>d = 5,7 mm 2.</i>	
1	101
<i>d = 7,7 mm 1.</i>	
1	86
<i>d = 7,7 mm 2.</i>	
1	100

Meritve	
Histogram	
Bin	hist
0	194
1	270
2	127
3	70
4	40
5	30
6	10
7	4
8	3
9	1
10	0
11	1
12	1

6 Obdelava meritev

6.1 Efektivni odmik meritve gama sevanja

Iz podatkov izračunamo:

$$\begin{aligned}\overline{N} &= 2,4 /s \pm 0,24 /s \\ \sigma &= \sqrt{\overline{N}} = 0,20 /s\end{aligned}\tag{6}$$

Sigma iz podatkov in sigma izračunana po enačbi sta približno enaka ($\Delta\sigma = 0,25$)

6.2 Razpolovna debelina svinca

Iz enačbe (1) izpeljemo:

$$\begin{aligned}\frac{K}{K_0} &= e^{-\mu d} \\ \ln\left(\frac{K}{K_0}\right) &= -\mu d \\ \mu &= d \cdot \ln\left(\frac{K_0}{K}\right)\end{aligned}\tag{7}$$

$$f(d) = k * d; \quad k = \mu$$

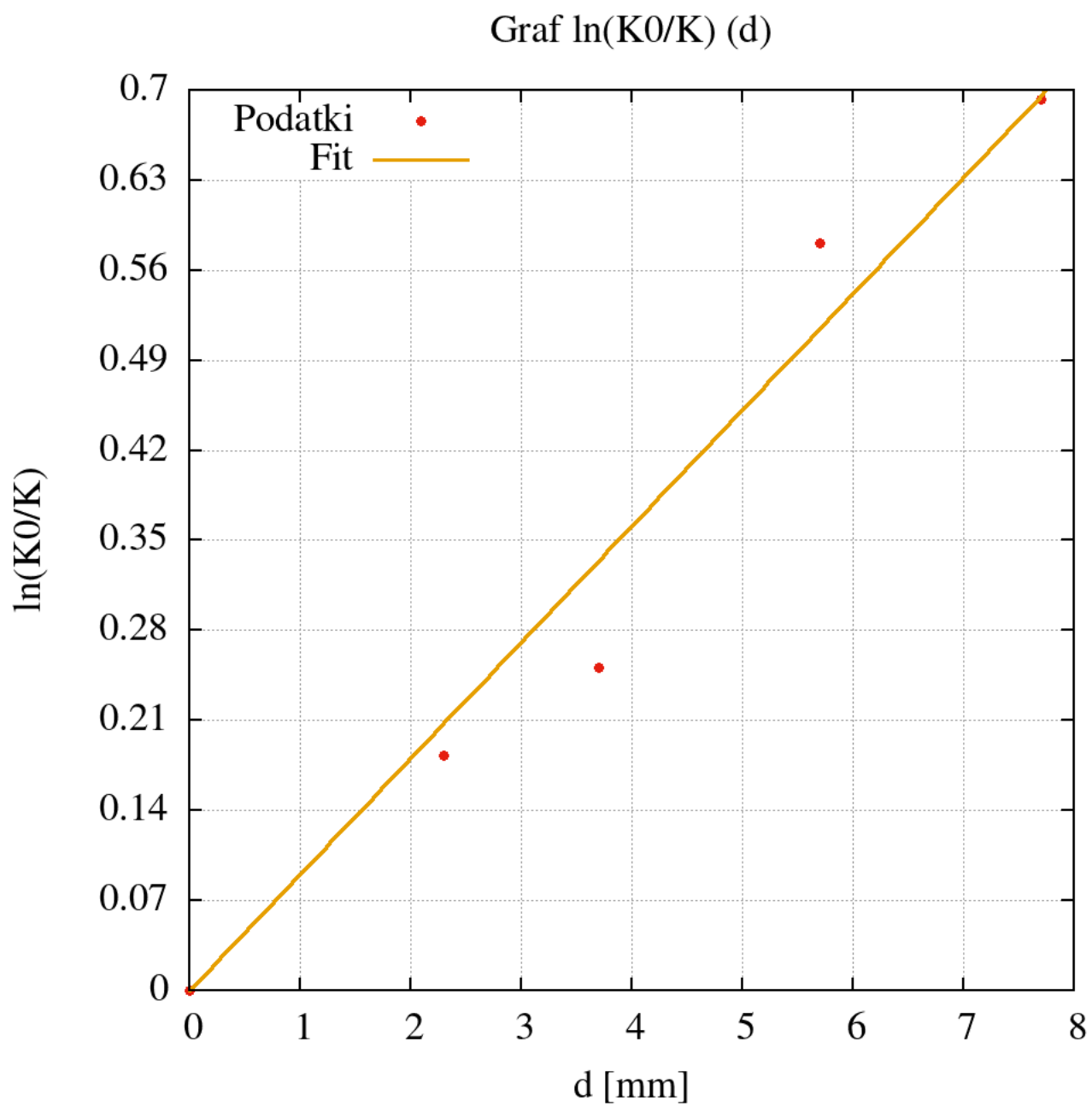
Po takem procesiramo zgornje podatke v $\ln(K_0/K)$ ter jih grafiramo v odvisnosti od debeline d . To je graf (2).

Dobili smo (ter z enačbo (1) izračunali) :

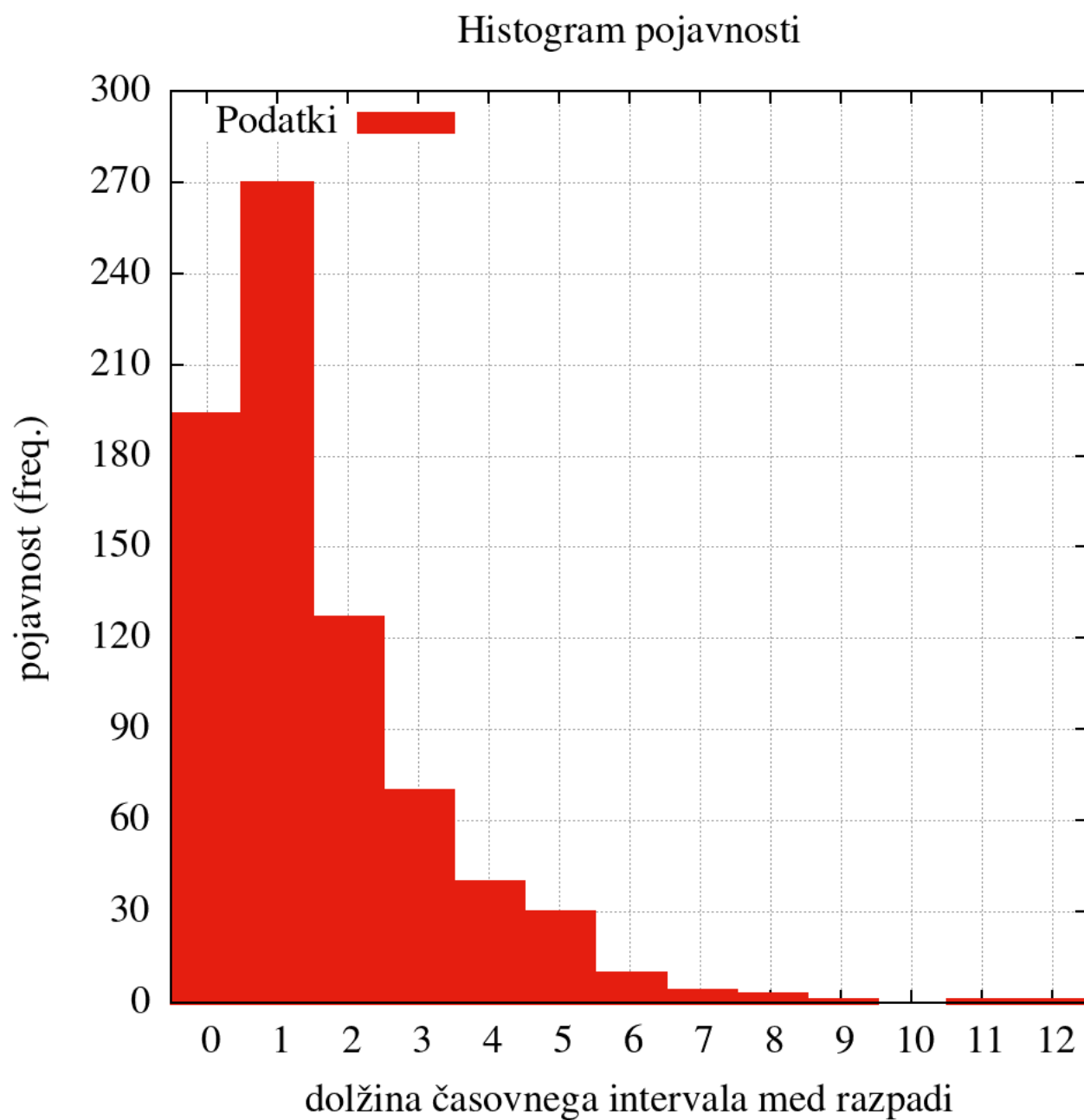
$$\begin{aligned}\mu = k &= 0,09 \pm 0,005 \text{ /mm} \\ d_{1/2} &= 7,7 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}\end{aligned}\tag{8}$$

6.3 Časovna porazdelitev intervalov pri zaporednih razpadih

Oblika grafa (3) nas spominja na Poissonovo porazdelitev, kar je po navodilih za pričakovat.



Slika 2: Graf logaritmusa naturalis K_0/K (d)



Slika 3: Histogram frekvence (časovni interval med dvema zaporednima razpadoma)

7 Analiza rezultatov

Uspešno smo določili vse kar je bilo zahtevano, napake so zadovoljivo majhne. Zanimivo je, da je radiacija ozadja pri treh in štirih ploščah večja kot pri eni, dveh ali nobeni plošči.