



Fizikalni praktikum III

Poročilo

Vaja: Sevanje gama in beta

Simon Bukovšek

Datum vaje: 29. november 2022

Datum oddaje poročila: 6. december 2022

1 Teoretični uvod

Žarki gama se v snovi sipljejo in absorbirajo. Številski tok žarkov, ki prodrejo skozi debelino x materiala podaja enačba:

$$\Phi(x) = \Phi_0 2^{x/l_{1/2}},$$

kjer je Φ_0 številski tok, ki vstopa v material, in $l_{1/2}$ razpolovna debelina, odvisna od materiala. Pri žarkih beta je zgodba nekoliko manj preprosta. Način, kako se sipljejo, je odvisen od njihove energije, ki je lahko zelo različna. Velja pa, da noben elektron ne bo imel energije večje od neke količine, zato nobeden ne bo prišel dlje kot do neke fiksne razdalje v posameznem materialu.

2 Pripomočki

- Radioaktiven izvor $^{137}_{55}\text{Ce}$.
- Geiger-Müllerjeva cev na stojalu.
- Svinčene in aluminijaste ploščice različnih debelin.

3 Meritve

Najprej smo izmerili tok delcev v odvisnosti od oddaljenosti vira, da smo preverili, da tok res pada s kvadratom razdalje. Nato smo za različne debeline aluminijastih ploščic merili tok beta delce in za različno gostoto svinca tok gama delcev. Nazadnje smo izmerili še sevanje ozadja.

4 Izmerjeni podatki

Predalčkov je bilo deset, razdalja med prvim in zadnjim je bila $9d = (9,3 \pm 0,1)$ cm. Radioaktivni vir ima dve strani, modro in rumeno. Z modro stranjo navzgor smo v tretjem predalčku brez ovir izmerili

$N_m = 770$ delcev v 30 s, z rumeno stranjo navzgor pa $N_r = 57$. Vse nadaljnje poskuse smo delali z modro stranjo navzgor. Napake meritev števila delcev so vedno enake korenu števila izmerjenih delcev. Naslednja tabela podaja odvisnost števila izmerkov od oddaljenosti vira pri merjenem času 20 s.

predalček	razdalja do 1. predalčka [mm] (± 0.1 mm)	N	σ_N
1	0.0	1356	37
2	10.3	811	28
3	20.7	514	23
4	31.0	359	19
5	41.3	270	16
6	51.7	191	14
7	62.0	143	12
8	72.3	103	10
9	82.7	88	9
10	93.0	74	9

Meritve toka beta delcev v odvisnosti od debeline aluminija podaja naslednja tabela. Čas merjenja je bil 40 s.

d_{Al} [mm]	N	σ_N
0.00	1088	33
0.02	928	30
0.03	897	30
0.05	791	28
0.07	764	28
0.10	688	26
0.15	618	25
0.24	516	23
0.33	365	19
0.51	91	10
0.64	50	7
0.80	56	7
1.00	43	7
1.30	44	7

Naslednje meritve predstavljajo odvisnost količine gama žarkov od debeline svinčene ploščice. Čas merjenja je bil 400 s. Nazadnje smo izmerili še sevanje ozadja, pri času 15 min smo našli $N_o = 342$

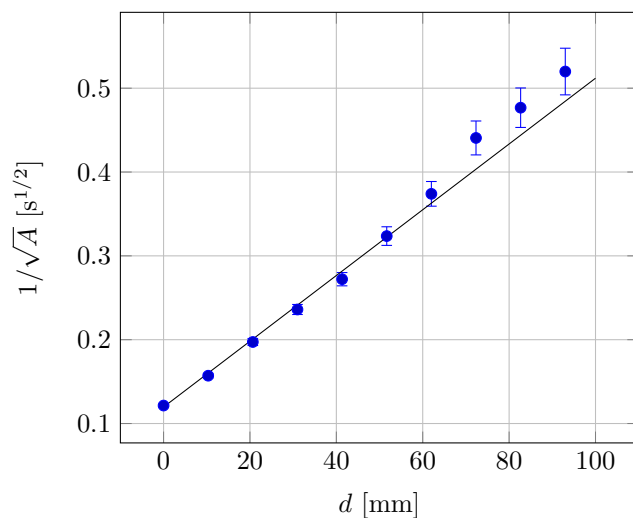
d_{Pb} [mm]	N	σ_N
0	433	21
0.8	400	20
1.6	402	20
3.2	333	18
4.8	298	17
6.4	286	17
9.6	238	15
12	221	15

delcev.

5 Analiza podatkov

Odvisnost obratne vrednosti korena števila izmerjenih delcev od oddaljenosti od zgornjega predala prikazuje spodnji graf. Iz grafa je razvidno, da se dobro drži samo prvih nekaj točk, potem pa je sistematično pod izmerjenimi podatki. To je zaradi tega, ker imajo podatki bližje ničli manjše relativne napake, zato

Odvisnost $1/\sqrt{A}$ od oddaljenosti vira od prvega predalčka



jih algoritem za iskanje najboljše prilaganje premice vzame z večjo zanesljivostjo. Koeficient ima vrednost

$$k = (3,922 \pm 0,089) \cdot 10^{-3} \text{ s}^{1/2} \text{ mm}^{-1},$$

začetna vrednost pa

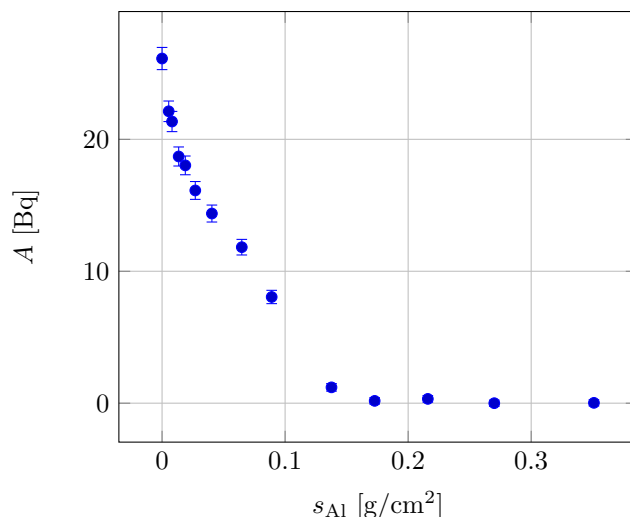
$$a = (0,1197 \pm 0,0015) \text{ s}^{1/2}.$$

Oddaljenost Geiger-Müllerjeve cevi od zgornjega predalčka izračunamo kot

$$d_0 = \frac{a}{k} = (30,5 \pm 1,1) \text{ mm}.$$

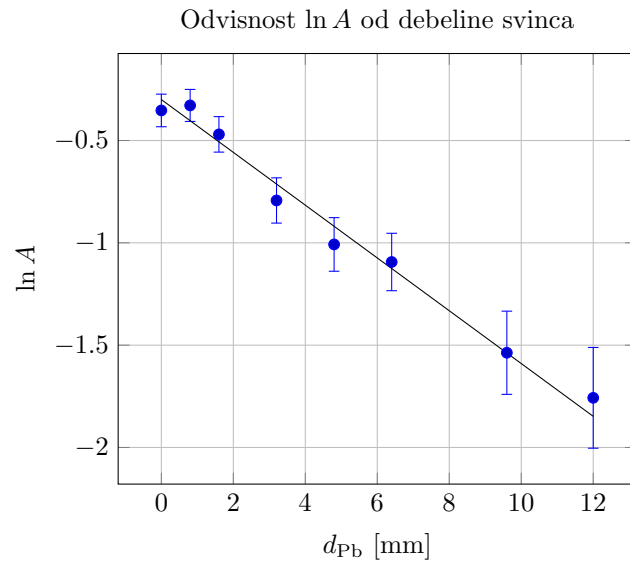
Poglejmo si sedaj prepustnost aluminija za delce beta, ki jo prikazuje spodnji graf. Pri tem smo odšteli vrednost, pri kateri se število izmerkov ne spreminja več z debelino. Vsaka meritev je trajala 40 s. Doseg

Odvisnost izmerjenega števila beta delcev od površinske gostote aluminijaste pregrade



R_0 je približno $0,17 \text{ g}/\text{cm}^2$, ekstrapolirana dolžina pa okoli $R_p = 0,15 \text{ g}/\text{cm}^2$. Če pogledamo na graf v navodilih lahko ocenimo, da gre v včini za elektrone z energijo okoli 450 keV , kar je zelo blizu resnice (94% elektronov ima energijo 514 keV).

Nazadnje pa izračunajmo odvisnost absorpcije gama žarkov v svincu od debeline svinca in njegovo razpolovno debelino.



Naklonski koeficient premice je

$$k = (-0,129 \pm 0,014) \text{ mm}^{-1},$$

iz česar sledi, da je razpolovna dolžina enaka

$$l_{1/2} = -\frac{\ln 2}{k} = (5,4 \pm 0,6) \text{ mm}.$$