

Fyzikální praktikum 3 - úloha 9

Určení koeficientu absorpce γ záření

Teorie: γ záření je emitováno při přechodech jádra atomu mezi různými energetickými hladinami. Odtud plyne, že záření je čárové. Navíc je velmi pronikavé. Při průchodu γ záření látkou dochází k jeho absorpci v látce a zeslabí se podle vztahu

$$I = I_0 e^{-\mu d},$$

kde μ je lineární součinitel zeslabení a d tloušťka látky.

Lineární součinitel zeslabení je funkcí energie záření. Aby bylo možné porovnávat různé látky, zavádí se hmotnostní součinitel zeslabení $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$, kde ρ je hustota látky.

Popis měření: Pomocí počítače a scintilačního detektoru Cassy naměříme energiové spektrum pro různé látky, v tomto praktiku pro olovo, hliník a plexisklo, a různé tloušťky. Desky z těchto materiálů postupně vkládáme na detektor. Doba měření je vždy 1 minuta.

Z naměřeného spektra určíme hustotu proudu γ záření pomocí integrace příslušného píku a odečtení vlivu pozadí. Ze získaných údajů můžeme zjistit lineární koeficient absorpce ze vztahu

$$\ln \frac{I}{I_0} = -\mu d.$$

Odtud pak získáme pomocí lineární interpolace hmotnostní koeficient absorpce. Ten pak vyneseme do grafu a můžeme zjistit odchylku od tabelovaných hodnot.

Vlastní měření: Byl použit zářič ^{137}Cs .

Al, $\rho = 2700 \text{kgm}^{-3}$			
d [mm]	N	Pozadí	\bar{N}
0	2743	372	2371
5	2448	340	2108
10	2295	387	1908
15	2153	360	1793
25	1853	420	1433
35	1596	350	1246
50	1214	370	844

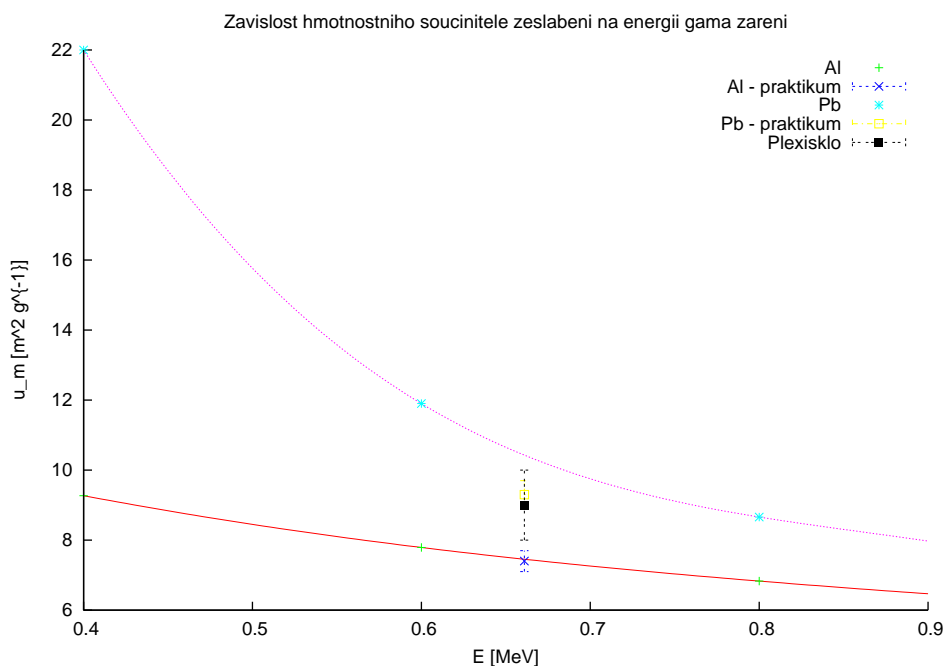
$$\mu_m = (0,0074 \pm 0,0003) \text{m}^2 \text{kg}^{-1}$$

Plexisklo, $\rho = 1180 \text{kgm}^{-3}$			
d [mm]	N	Pozadí	\bar{N}
0	2743	372	2371
10	2572	400	2172
20	2250	490	1760
30	2195	410	1785
36	2035	400	1635
42	1922	490	1432
48	1885	420	1465

$$\mu_m = (0,009 \pm 0,001) \text{m}^2 \text{kg}^{-1}$$

Pb, $\rho = 11340 \text{kgm}^{-3}$			
d [mm]	N	Pozdí	\bar{N}
0	5891	540	5351
1,8	4955	637	4318
3,7	3899	517	3382
5,6	3477	600	2877
9,2	2386	367	2019
12,7	1625	352	1273
16,3	1136	313	823
22,3	807	262	545

$$\mu_m = (0,0093 \pm 0,0004) \text{m}^2 \text{kg}^{-1}$$



Cejchování a ověření stupnice detektoru:

Stupnice cejchována pomocí ^{137}Cs : kanál 102 $\approx 0,661 \text{MeV}$.

^{60}Co : 1. maximum (tabelovaná hodnota 1,172 MeV): kanál 175 $\approx 1,134 \text{MeV}$

2. maximum (tabelovaná hodnota 1,331 MeV): kanál 197 $\approx 1,277 \text{MeV}$.

Závěr: Cílem bylo zjistit hmotnostní součinitel zeslabení pro 3 látky a pro 2 z nich, hliník a olovo, ověřit, zda odpovídají tabelovaným hodnotám. Z grafu můžeme odečíst, že hmotnostní součinitel pro hliník vyšel celkem přesně podle předpokladů, zatímco pro olovo vyšel mimo křivku sestavenou z tabelovaných hodnot. Jedním z důvodů je nepravidelná tloušťka destiček. Pro plexisklo zase vyšla velká chyba, kterou si ale nedokážu vysvětlit. Už z údajů v tabulce je vidět, že toto měření bude mít relativně velkou chybu, protože ve dvou případech pro větší tloušťku materiálu prošlo více částic. Jedním z možných vysvětlení by mohlo být špatné označení mezí pro zjištění počtu částic. Anebo to byly jen dvě náhodné chyby.

Dalším úkolem bylo ověření stupnice scintilačního detektoru. Po ocejchování pomocí ^{137}Cs byla zjišťována energie záření pro ^{60}Co . Energie obou maxim kobaltu vyšla nižší než je uvedeno v tabulkách. Je to způsobeno pravděpodobně tím, že používaný detektor je určen spíše jako demonstrační zařízení než pro „opravdové“ měření.