9 – Určení energie beta záření a koeficientu absorbce gama záření

Úkoly

1. Pomocí zařízení Cassy naměřte spektrum radionuklidů ^{137}Cs a ^{60}Co. Pomocí tabelovaných hodnot energie záření γ pro fotopeaky ocejchujte stupnici zařízení.

2. Určete lineární součinitel zeslabení μ gama záření pro hliník a plexisklo.

Kalibrace energiové osy měřícího zařízení

Prvně bylo nutno změřit energiové spektrum cesia ^{137}Cs, tabulková hodnota jeho fotopeaku, která je $E = 0,661MeV$, mi následně pomohla určit vrcholy peaků kobaltu ^{60}Co. Zjistila jsem, že kobalt má dva peaky. Jejich srovnání s tabelovanou hodnotou jsou uvedena v tabulce níže.

Číslo peaku	Tabelovaná hodnota	Určená hodnota
1	$1172keV$	$1031keV$
1	$1331keV$	$1180keV$

Určování zeslabení γ záření plexisklem a hliníkem

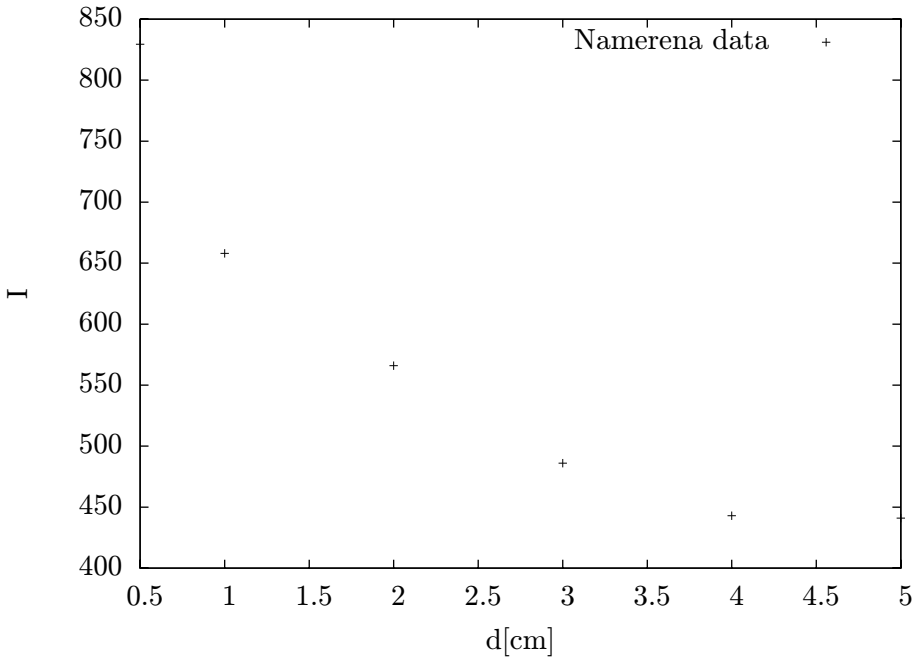
Ve druhé části úkolu jsem používala pouze jeden zářič, a to ^{137}Cs. Mezi něj a detektor jsem postupně vkládala destičky z plexiskla a později z hliníku. Pomocí programu Cassy jsem pak zjišťovala, jak se utlumuje intenzita záření. Hodnoty, které jsem naměřila jsou uvedeny v tabulkách, včetně hodnot pozadí pro jednotlivá měření. Celkovou intenzitu jsem označila I_c, intenzitu, kterou má na svědomí přirozené počasí jsem označila I_p. Výsledná intenzita je rozdílem těchto dvou hodnot. Je označen písmenem I. d je tloušťka vrstvy materálu. První tabulka je pro hliník, druhá pro plexisklo.

Tabulka 1: Hodnoty pro hliník

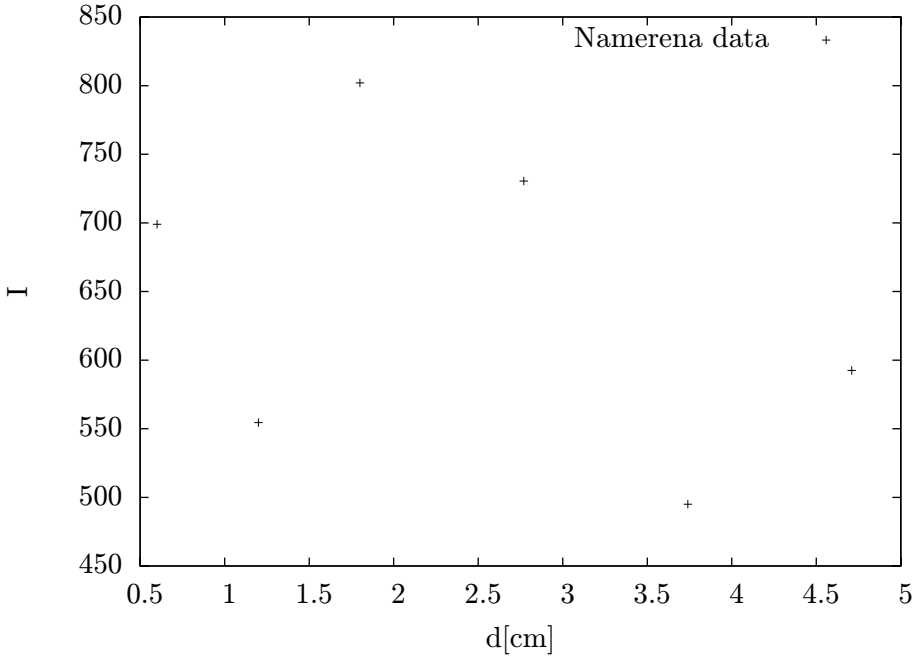
$d[cm]$	I_p	I_c	I
$0,5$	$256,5$	1086	$829,5$
1	375	1033	658
2	273	839	566
3	264	750	486
4	250	693	443
5	168	609	441

Pro intenzitu obecně platí

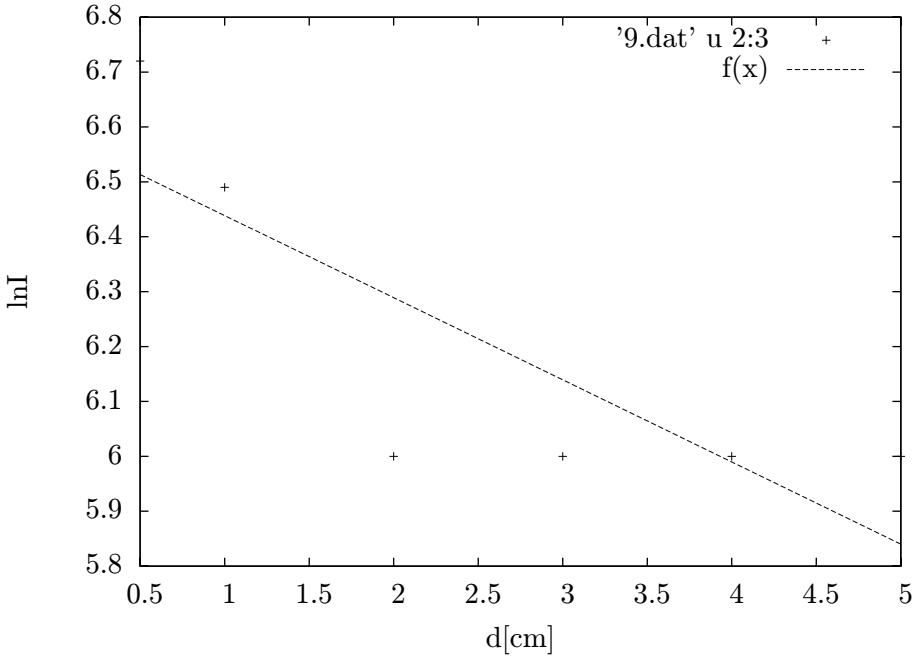
$$\begin{aligned} I &= I_0 \cdot e^{-\mu d} \\ lnI - lnI_0 &= -\mu d, \end{aligned} \tag{1}$$



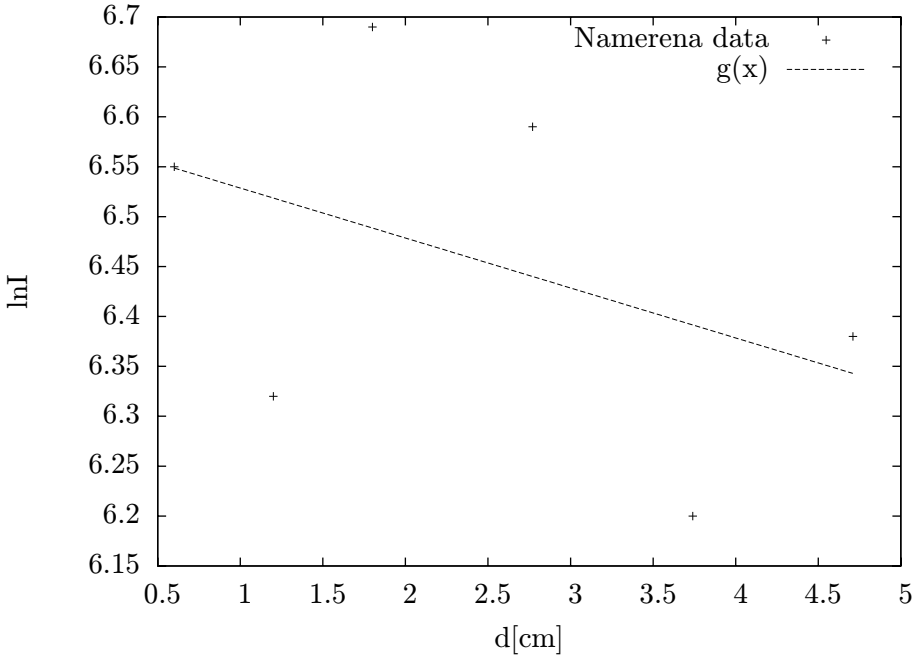
Obrázek 1: Závislost intenzity na vrstně hliníku



Obrázek 2: Závislost intenzity na vrstně plexiskla



Obrázek 3: Logaritmovaná závislost pro hliník



Obrázek 4: Logaritmovaná závislost pro plexisklo

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že pokud logaritmovanými závislostmi proložím přímku, její směrnice mi bude určovat součinitel zeslabení. Po provedení v programu GNUplot mi vyšly hodnoty $\mu_{Al} = (8,56 \pm 1,3)m^{-1}$ a $\mu_{plex} = (6,57 \pm 0,1)m^{-1}$. Dále můžeme se znalostí hustoty jednotlivých materiálů, $\rho_{plex} = 1180kgm^{-3}$, $\rho_{Al} = 2700kgm^{-3}$ určit i hmotnostní součinitel zeslabení. Platí pro něj jednoduchý vztah

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}, \tag{2}$$

Po dosazení do výše uvedeného vzorce mi vyšly hodnoty $\mu_{mAl} = (3,1 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}m^2kg^{-1}$ a $\mu_{mplex} = (5,5 \pm 0,6) \cdot 10^{-3}m^2kg^{-1}$.

Závěr

V první úloze jsem měla za úkol prvně zkalibrovat přístroj a následně ověřit hodnoty fotopeaků a porovnat je s tabelovanými hodnotami. Jistý rozdíl jsem sice zjistila, nicméně nebyl příliš velký (pohyboval se okolo 10%).
Následující úkol bylo určení hmotnostních součinitelů absorbce. Zpracování tohoto měření bylo vcelku obtížné, protože zejména u plexiskla se projevilo nepřesné určení hranice peaku a hodnoty tudíž nečekaně oscilují. Z tabulky uvedené ve popisu této úlohy je patrné, že pro moji naměřenou hodnotu hmotnostního součinitele absorbce hliníku (plexisklo zde bohužel uvedeno není) by peak, který jsem proměřovala, musel mít mnohem větší energii, než jsem určila na začátku úlohy (pokubovala by se kolem 3keV). Předpokládám, že se zde mohla výrazněji projevit chyba, vzniklá nedokonalou kalibrací a také již dříve zmíněná chyba v určování hranice peaku.

Tabulka 2: Hodnoty pro plexisklo

$d[cm]$	I_p	I_c	I
$0,6$	432	1131	699
$1,2$	$387,5$	942	$554,5$
$1,8$	351	1153	802
$2,77$	$294,5$	1025	$730,5$
$3,74$	378	873	495
$4,71$	$256,5$	849	$592,5$