

**Petr Novotný**

Úloha č. 9

### Určení energie záření gama

Záření gama je emitováno při přechodech atomového jádra mezi různými energiovými hladinami. Spektrum záření gama je čarové a energie bývá v rozsahu 0,05 až 3MeV. Při průchodu záření hmotou dochází k jeho absorpci. Je-li  $I_0$  hustota proudu částic gama, pak po průchodu látkou o tloušťce  $d$  dochází k zeslabení

$$I=I_0\exp(-\mu d)$$

kde  $\mu$  je lineární součinitel zeslabení, pro nějž lze u gama záření psát

$$\mu=\mu_f+\mu_C+\mu_p$$

kde  $\mu_f$  je lineární součinitel zeslabení pro fotoefekt,  $\mu_C$  pro Comptonův jev a  $\mu_p$  pro tvorbu elektron-pozitronových párů.

Lineární součinitel zeslabení je funkcí energie záření gama. Známe-li hodnotu lineárního součinitele zeslabení pro danou absorbující látku, můžeme přibližně určit hodnotu energie záření gama. Pro tento účel je definován hmotnostní součinitel zeslabení  $\mu_m=\mu/\rho$ , kde  $\rho$  je hustota absorbující látky.

Pomocí známé tabelované hodnoty energie záření gama pro fotopík radionuklidu ocejchujeme energiovou osu měřicího zařízení.

Tabelované hodnoty jsou pro:

$^{137}\text{Cs}$   $E=661\text{keV}$

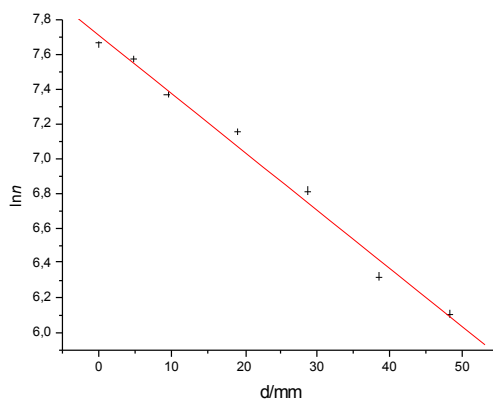
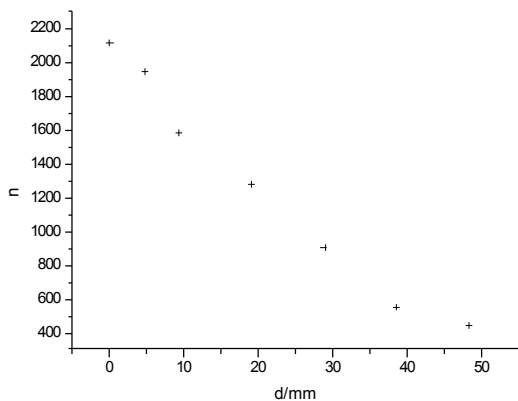
$^{60}\text{Co}$  energie 1. fotopíku  $E_I=1,172\text{MeV}$ , energie 2. fotopíku  $E_{II}=1,331\text{MeV}$

Naměřené hodnoty pro  $^{60}\text{Co}$  byly  $E_I=1143,1\text{keV}$  a  $E_{II}=1279,4\text{keV}$

Při vlastním měření mezi zářič a scintilační detektor Cassy vkládáme postupně desky z hliníku, olova a z plexiskla. Určujeme počet pulsů ve fotopíku, od níž odečteme pozadí.

Zářič:  $^{137}\text{Cs}$ , materiál: hliník

$d/\text{mm}$	$n_1$	$n_{\text{pozadí}}$	$n$
0	2501	384	2117
4,8	2398	450	1948
9,35	2230	644	1586
19,1	1828	546	1282
28,75	1538	630	908
38,55	1290	735	555
48,3	1009	561	448

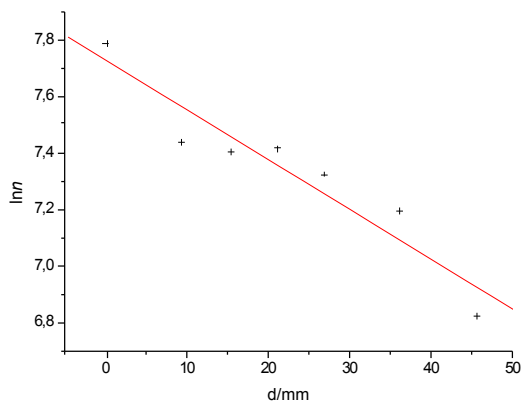
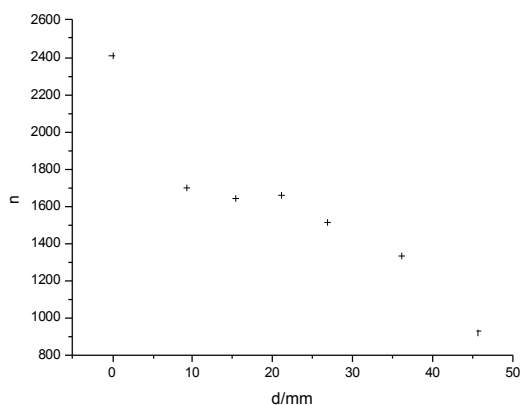


Závislost počtu pulsů na tloušťce pro hliník  
 Směrnice logaritmické přímky udává  $-\mu$  (v jednotkách  $10^3\text{m}^{-1}$ ) a má hodnotu  $-0,0335$ , tedy  $\mu=33,5\text{m}^{-1}$

Logaritmická závislost

Zářič:  $^{137}\text{Cs}$ , materiál: plexisklo

<i>d/mm</i>	<i>n<sub>1</sub></i>	<i>n<sub>pozadí</sub></i>	<i>n</i>
0	2500	88	2412
9,35	2251	550	1701
15,45	2190	546	1644
21,15	2211	550	1661
26,9	2067	552	1515
36,15	1978	644	1334
45,65	1655	735	920

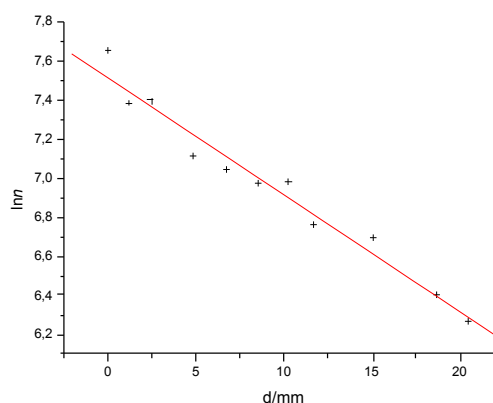
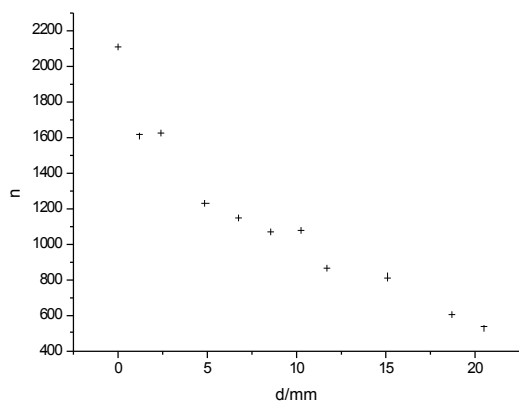


Závislost počtu pulsů na tloušťce pro plexisklo  
 Podobně jako v předchozím případě určíme ze směrnice proložené přímky hodnotu  $\mu=17,6\text{m}^{-1}$

Logaritmická závislost

Zářič:  $^{60}\text{Co}$  (II. fotopík), materiál: olovo

$d/\text{mm}$	$n_1$	$n_{\text{pozadí}}$	$n$
0	2460	350	2110
1,2	2311	702	1609
2,4	2044	418	1626
4,85	1735	504	1231
6,75	1611	462	1149
8,55	1555	484	1071
10,25	1309	230	1079
11,7	1187	320	867
15,1	937	126	811
18,7	816	210	606
20,5	727	198	529



Závislost počtu pulsů na tloušťce pro olovo  
Opět ze směrnice určíme hodnotu  $\mu=59,7\text{m}^{-1}$

Logaritmická závislost

Nyní z naměřených hodnot lineárního součinitele zeslabení  $\mu$  určíme hmotnostní součinitel zeslabení  $\mu_m$ .

Tabelované hustoty jednotlivých materiálů jsou  $\rho_{Al}=2700\text{kgm}^{-3}$ ,  $\rho_{Pb}=11340\text{kgm}^{-3}$  a  $\rho_{plex}=1180\text{kgm}^{-3}$ .

Odtud získáme:

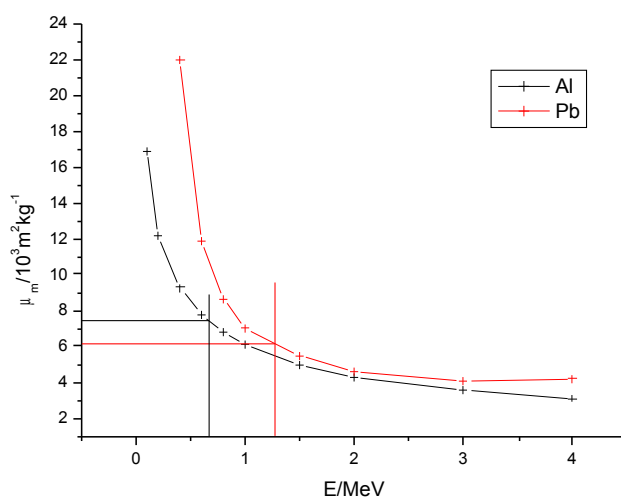
pro hliník  $\mu_m=12,4 \cdot 10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}$  (zářič  $^{137}\text{Cs}$ )  
 pro plexisklo  $\mu_m=14,9 \cdot 10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}$  (zářič  $^{137}\text{Cs}$ )  
 pro olovo  $\mu_m=5,3 \cdot 10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}$  (zářič  $^{60}\text{Co}$  - II. fotopík)

Tabelované hodnoty z následující tabulky vyneseme do grafu a porovnáme s naměřenými hodnotami

$E/\text{MeV}$	$\mu_{m(Al)} [10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}]$	$\mu_{m(Pb)} [10^{-3}\text{m}^2\text{kg}^{-1}]$
0,1	16,9	546
0,2	12,2	94,2

$E/\text{MeV}$	$\mu_{m(\text{Al})} [10^{-3} \text{m}^2 \text{kg}^{-1}]$	$\mu_{m(\text{Pb})} [10^{-3} \text{m}^2 \text{kg}^{-1}]$
0,4	9,27	22,0
0,6	7,79	11,9
0,8	6,83	8,66
1,0	6,14	7,03
1,5	5,00	5,50
2,0	4,31	4,63
3,0	3,60	4,10
4,0	3,10	4,21

Tabulková závislost  $\mu_m$  na energii gama záření



Odtud získáme tabulkové hodnoty

pro hliník  $\mu_m = 7,281 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \text{kg}^{-1}$

pro olovo  $\mu_m = 6,013 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \text{kg}^{-1}$