

Fyzikální praktika 3
Určení energie β záření a koeficientu absorpce
záření γ

Petr Šafařík

Měřeno: 27. února 2007

Zkompilováno: 19. března 2007 v systému L^AT_EX 2_ε

1 Zadání

- Pomocí zařízení Cassy naměřit energiové spektrum radionuklidu ^{137}Cs . Pomocí známé tabelované hodnoty energie záření γ pro fotopeak ocejchovat energiovou osu měřícího zařízení.
- Naměřit energiové spektrum ^{60}Co a určit energie záření γ pro fotopeaky tohoto radionulidu a porovnat s tabelovými hodnotami.
- Určit lineární součinitel zeslabení μ záření γ pro hliník, olovo a plexisklo.

2 Kalibrace energiové osy měřícího zařízení

Nejdříve jsem změřil energiové spektrum ^{137}Cs . Tabulová hodnota pro fotopeak je rovna $E = 0,661\text{MeV}$. S takto nakalibrovanou stupnicí jsem byl schopen určit vrcholy peaků. ^{60}Co má dva peaky, přičemž výsledky a srovnání jsou shrnuty v tabulce (1).

Tabulka 1: Srovnání určených a tabelových hodnot peaků ^{60}Co

Peak	Určená	Tabelová
1	$E_1 = 2002\text{keV}$	$E_{1,Tab} = 1172\text{keV}$
2	$E_2 = 1385\text{keV}$	$E_{2,Tab} = 1331\text{keV}$

3 Určení počtu dopadajících γ částic v závislosti na stínění

Abych nemusel každou hodnotu počítat ručně, vytvořil jsem snadný script v Originu [1] pro odečtení vlivu pozadí a určení dalších hodnot z měření, které jsem provedl 27. února 2007. Záříčem bylo vždy ^{60}Co . Jako stínění byly použity materiály olovo, hliník a plexisklo.

Samotný script tedy neuvádím, ovšem naměřené hodnoty jsou k nahlédnutí v části (7) pod body (7.1, 7.2 a 7.3) na stranách 5, 5 a 5.

4 Lineární součinitel zeslabení μ

4.1 Fotopeak 1 — $E_1 = 2002\text{keV}$

Lineární součinitel zeslabení μ je definován jako směrnice fitovaných přímk v 'logaritmických' grafech (grafy 2, 4 a 6 na stranách 6, 7 a 8) a vyšel následovně

- Olovo: $\mu = (40 \pm 6) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 15\%$
- Hliník: $\mu = (19 \pm 9) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 47\%$
- Plexisklo: $\mu = (10 \pm 0, 2) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 2\%$

4.2 Fotopeak 2 — $E_2 = 1385\text{keV}$

Lineární součinitel zeslabení μ je definován jako směrnice fitovaných přímk v 'logaritmických' grafech (grafy 8, 10 a 12 na stranách 9, 10 a 11) a vyšel následovně

- Olovo: $\mu = (49,8 \pm 0,6) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 1,2\%$
- Hliník: $\mu = (11,6 \pm 0,8) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 6,8\%$
- Plexisklo: $\mu = (8,6 \pm 0,2) m^{-1}$ s relativní chybou $\delta_\mu = 2,3\%$

5 Hmotnostní součinitel zeslabení

Určíme z rovnice 1.

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad (1)$$

Pro hustotu použijeme tabelované hodnoty:

- Olovo: $\rho = 11340 kg \cdot m^{-3}$
- Hliník: $\rho = 2700 kg \cdot m^{-3}$
- Plexisklo: $\rho = 1180 kg \cdot m^{-3}$

Po dosazení do vzorce 1 získáme výsledky:

5.1 Fotopeak 1 — $E_1 = 2002 keV$

- Olovo: $\mu_m = (3,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$
- Hliník: $\mu_m = (7,1 \pm 3) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$
- Plexisklo: $\mu_m = (8,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$

5.2 Fotopeak 2 — $E_2 = 1385 keV$

- Olovo: $\mu_m = (4,4 \pm 0,5) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$
- Hliník: $\mu_m = (4,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$
- Plexisklo: $\mu_m = (7,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} m^2 \cdot kg^{-2}$

6 Závěr

Celé měření je zatíženo vysokou chybou (více třeba relativní chyba 47% u měření lineárního součinitele zeslabení u hliníku). Tato chyba byla z části statistického charakteru (jaderný rozpad je přeci jen 'pouze' záležitostí statistiky a vnějšími vlivy neovlivnitelné), z části nepřímo programem a z části programem přímo. Nepřímo tak, že špatným ovládním méně trpělivé lidi 'naváděl' k nepřesnému měření. Přímo způsobil nedostatek dat právě u hliníku, kdy kvůli jeho 'pádu' v polovině měření a z důvodu nedostatku času a dalších okolností nebylo možné pokračovat ani měření opakovat.

Chyby byly převzaty z programu Origin při fitování lineární regrese.

Jinak celé měření bylo prováděno podle script [2] a návodů tam uvedených.

Srovnání naměřených a tabelových hodnot [2] vychází překvapivě přesně. Výsledky ostatních měření jsou uvedeny o kousek výše a připadá mi zbytečné je zde opakovat.

7 Poznámky

Reference

- [1] Origin 7.0 SR0 v7.0220(B220) — <http://www.OriginLab.com>
- [2] C.Tesař, D.Trunec, Z.Ondráček: Fyzikální praktikum III., KFE PřF MU, Brno, 2002
<ftp://ftp.muni.cz/pub/muni.cz/physics/education/textbook/praktikum3.pdf>

7.1 Soubor olovo.dat

Peak1:Stineni N1 X1 Y1 X2 Y2 Peak2:N2 X1 Y1 X2 Y2

```
0.00 1688 181 34 207 17 1099 208 14 228 10
1.95 1156 186 50 200 30 942 209 28 227 6
4.13 1272 182 34 204 12 886 204 12 224 15
6.23 1024 185 34 200 14 830 200 14 223 14
9.43 972 180 23 203 10 627 207 21 224 10
13.21 754 181 25 198 23 414 209 23 221 15
16.81 601 182 21 201 4 381 201 4 225 6
24.21 303 186 25 196 21 228 207 15 220 14
```

7.2 Soubor hlinik.dat

Peak1:Stineni N1 X1 Y1 X2 Y2 Peak2:N2 X1 Y1 X2 Y2

```
0.00 1688 181 34 207 17 1099 208 14 228 10
0.81 1370 182 36 198 25 1024 205 21 221 6
1.56 1311 181 47 200 23 1004 203 25 221 14
2.41 1481 181 47 199 25 1027 205 34 221 10
3.41 1215 186 47 198 25 1006 204 23 221 17
4.26 1282 181 47 198 19 1013 203 21 222 21
7.36 1215 183 45 200 19 1037 200 19 224 8
```

7.3 Soubor plexisklo.dat

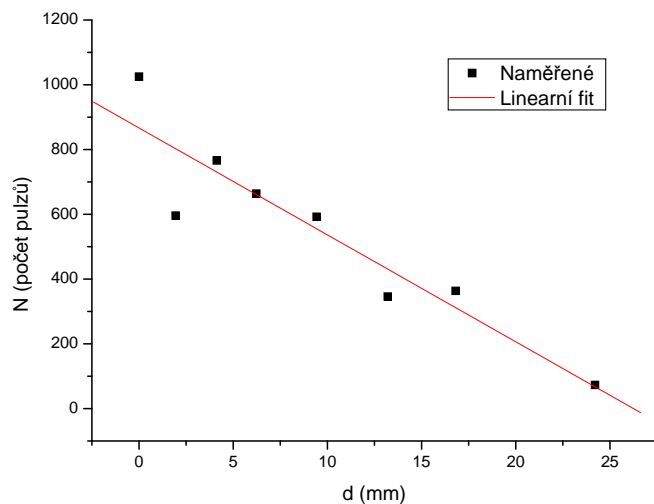
Peak1:Stineni N1 X1 Y1 X2 Y2 Peak2:N2 X1 Y1 X2 Y2

```
0.00 1688 181 34 207 17 1099 208 14 228 10
5.90 1324 181 34 198 16 1024 198 16 221 4
11.45 1226 181 47 200 17 984 200 17 224 4
17.00 1067 181 40 199 22 899 203 31 221 9
26.30 1164 181 36 200 17 861 203 17 220 12
35.55 1070 181 47 200 23 792 200 23 221 14
```

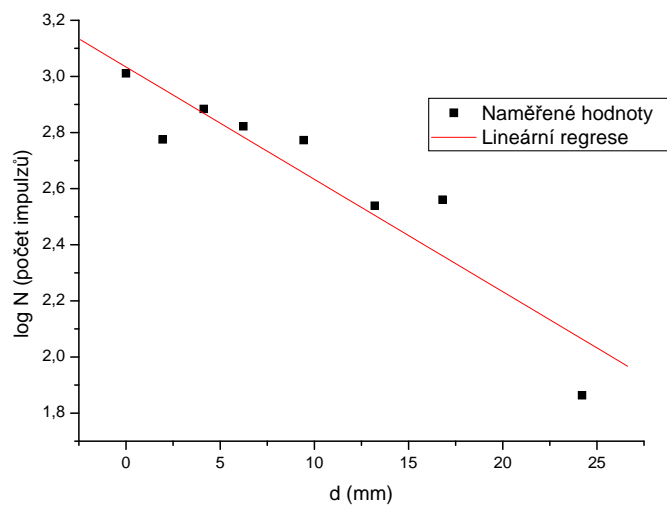
7.4 Grafy pro fotopeak 1 — $E_1 = 2002\text{keV}$

7.4.1 Olovo

Obrázek 1: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

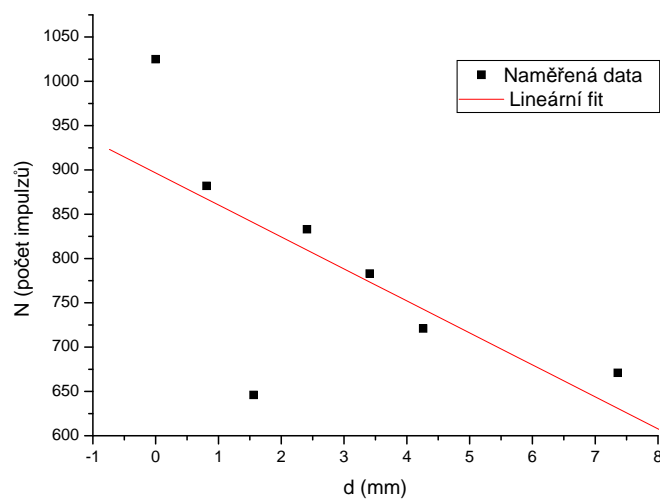


Obrázek 2: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

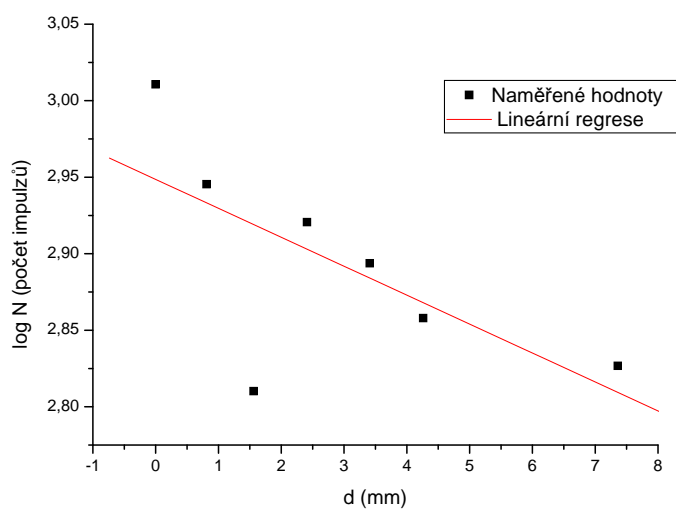


7.4.2 Hliník

Obrázek 3: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

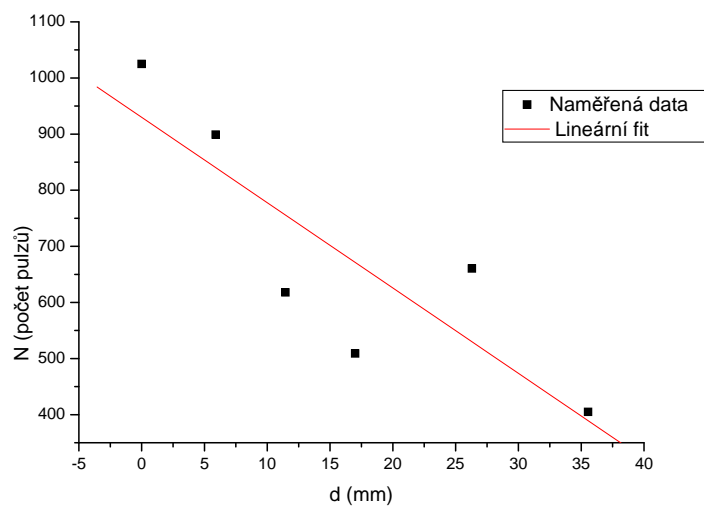


Obrázek 4: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

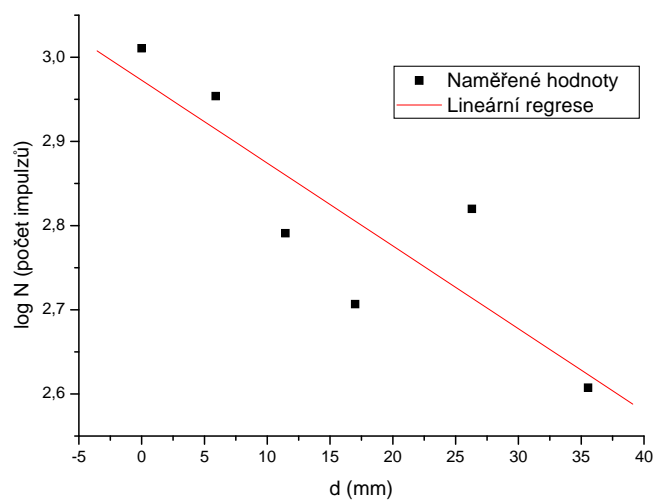


7.4.3 Plexisklo

Obrázek 5: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d



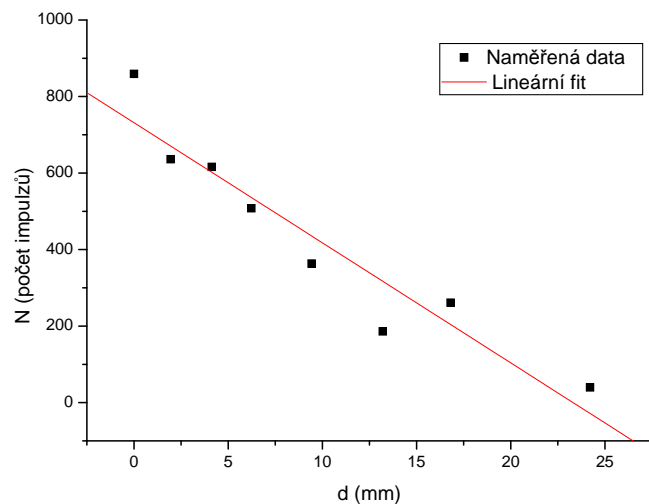
Obrázek 6: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d



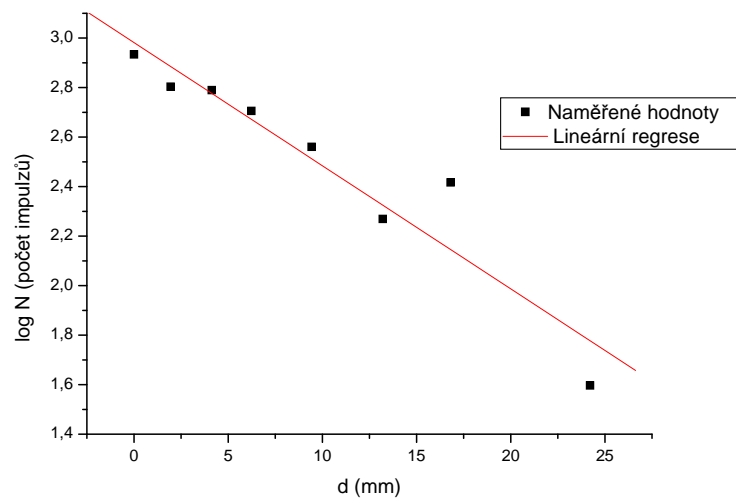
7.5 Grafy pro fotopeak 2 — $E_1 = 1385\text{keV}$

7.5.1 Olovo

Obrázek 7: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

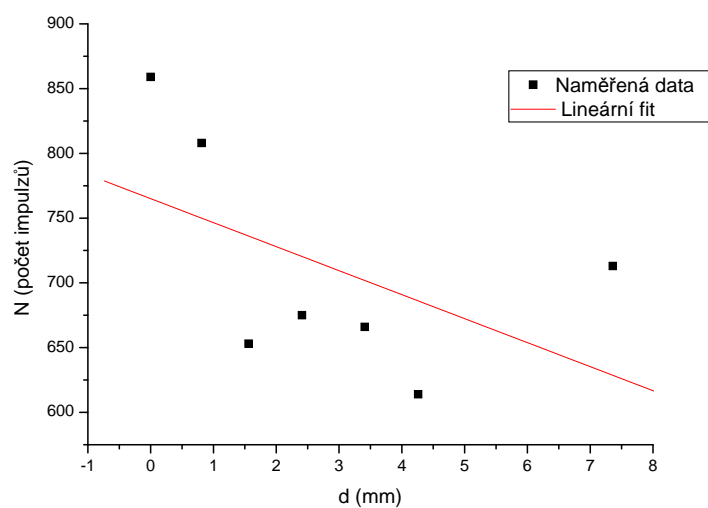


Obrázek 8: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

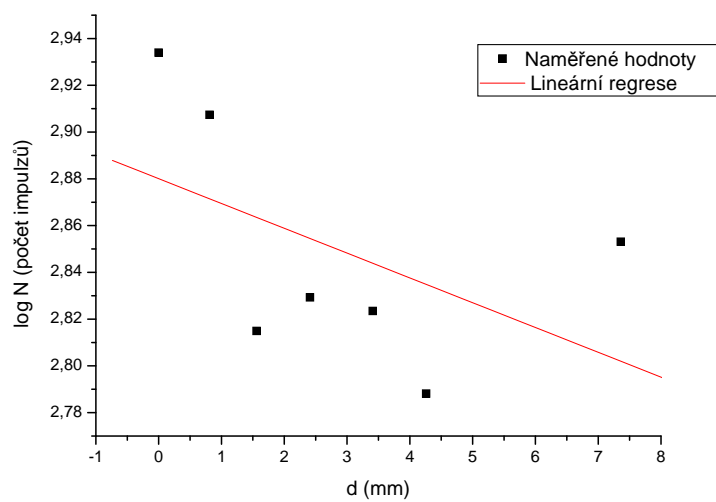


7.5.2 Hliník

Obrázek 9: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

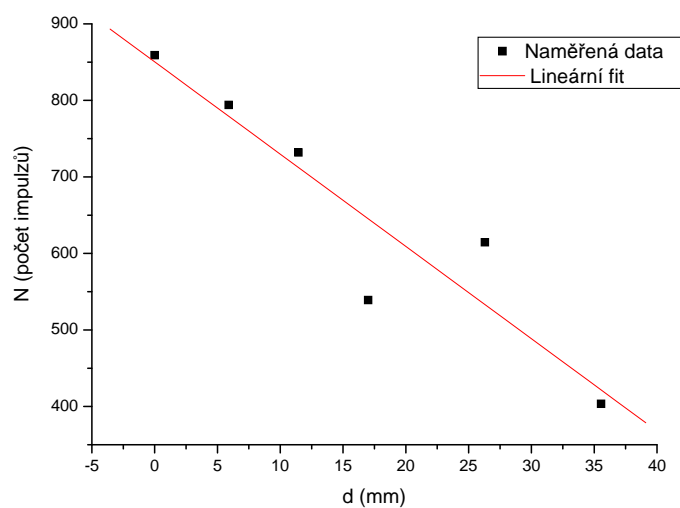


Obrázek 10: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d



7.5.3 Plexisklo

Obrázek 11: Graf lineární závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d



Obrázek 12: Graf logaritmické závislosti počtu impulzů na tloušťce stínění d

