

8. MĚŘENÍ RADIONUKLIDU ^{40}K

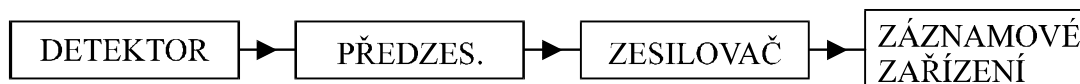
1. Zadání

- Sestrojte graf závislosti vypočítané aktivity A vzorků KCl na hmotnosti a tloušťce vzorků
- Stanovte účinnost měření aktivity zářiče beta ^{40}K v závislosti na tloušťce vzorku
- Stanovte koeficient samoabsorpce záření beta nuklidu ^{40}K v KCl

2. Přístroje a zařízení

Detekční aparatura pro záření beta, vzorky KCl v měřicích miskách s definovanou hmotností KCl

Obr.1 Blokové schéma detekční aparatury



3. Definice veličin

- **Aktivita zářiče** $A = \frac{dN}{dt}$ je střední hodnota podílu diferenciálního počtu radioaktivních přeměn dN , které nastaly v zářiči a doby dt , za kterou k přeměnám došlo.

- **Měrná aktivita** $a = \frac{A}{m}$ je podíl aktivity A a hmotnosti zářiče m . (1)

- **Účinnost měření aparatury** $\eta = \frac{n}{A}$ je podíl četnosti impulzů od daného zářiče a aktivity A příslušného zářiče. (2)

- **Koeficient samoabsorpce** definujeme $f_s = \frac{A_z(d)}{A(d)}$, $A(d)$ je aktivita téhož vzorku vypočítaná podle (4), $A_z(d)$ značí aktivitu získanou z měřené četnosti vzorku tloušťky d . (3)

4. Metoda měření

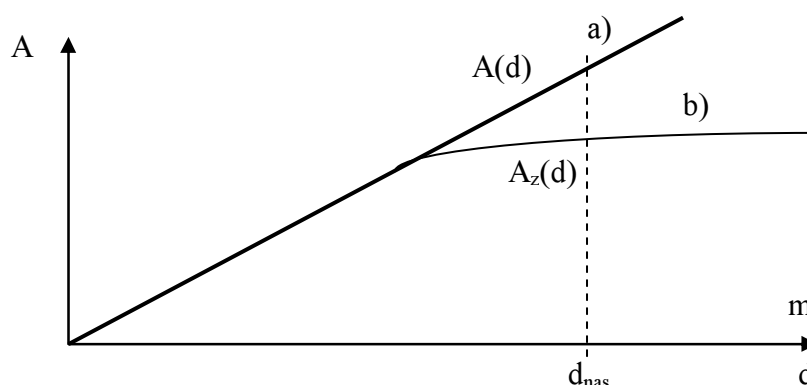
a) Přírodní draslík obsahuje 0,012 % hmotnostních procent izotopu ^{40}K , který je zářičem beta o maximální energii $E_\beta = 1,31$ MeV (pravděpodobnost emise částice beta na 1 přeměnu 89 %) a zářičem gama o energii fotonů $E_\gamma = 1,46$ MeV (11% na 1 přeměnu). Poločas přeměny je $1,26 \cdot 10^9$ roků. Z uvedených údajů lze vypočítat, že měrná aktivita KCl je 16 kBq/kg.

Graf závislosti aktivity A vzorků KCl na hmotnosti a tloušťce vzorků se sestojí ze znalosti hmotnosti vzorků m v měřicích miskách a měrné aktivity KCl (obr.2, křivka a) podle (4).

$$A = m \cdot a \quad (4)$$

Tloušťku d odpovídající hmotnosti m vzorku vypočítáme z předpokladu válcového tvaru vzorku a hustoty KCl.

Obr.2 Závislost aktivit a) $A(d)$ a b) $A_z(d)$ na m a d



b). Účinnost měření aparatury stanovíme ze vztahu (2), který upravíme na tvar

$$\eta = \frac{(n_c - n_p) \frac{h_{\max} - d}{h_{\max}}}{A} \quad (5)$$

Celkovou četnost registrovanou při měření vzorku n_c jsme opravili o četnost pozadí n_p a korigovali výrazem $\frac{h_{\max} - d}{h_{\max}}$, který bere ohled na přibližování povrchu vzorku k detektoru s rostoucí tloušťkou (hmotností) vzorku (viz obr.3).

Do účinnosti měření jsou zahrnuty následující vlivy:

- Vzorek určité aktivity emituje částice beta do celého prostorového úhlu, kdežto detektor zasahuje menší prostorový úhel.
- Přibližování povrchu vzorku k detektoru pro silnější vzorky.
- Na 1 přeměnu se průměrně vyzáří 0,89 částic.

Vyjádríme nyní experimentální aktivity všech vzorků $A_z(d)$ ze vztahu

$$A_z(d) = \frac{n_z(d)}{\eta} \quad (6)$$

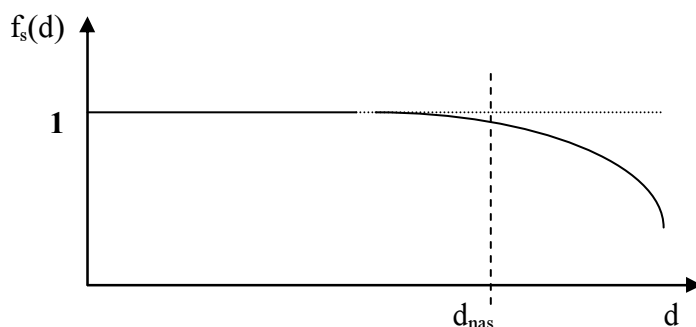
a zakreslíme jako křivku b) do obr.2.

c) Z obr.2 je vidět, že pro tenké vzorky se experimentálně zjištěné aktivity $A_z(d)$ a vypočítané aktivity $A(d)$ shodují. Pro tlustší vzorky je $A_z(d)$ menší než $A(d)$ vlivem samoabsorpce částic beta ve vzorku. Pro určitou tloušťku vzorku d_{nas} dosahuje aktivita $A_z(d)$ nasycení, neboť tloušťka d_{nas} je taková, že částice ze spodních částí vzorku se absorbují a nedostanou do detektoru.

Z hodnot $A_z(d)$ a $A(d)$, které jsme použili pro sestavení obr.2 sestojíme na obr.3 graf závislosti koeficientu samoabsorpce f_s na tloušťce vzorku.

Známe-li koeficienty samoabsorpce pro některé tloušťky d_{nas} můžeme interpolovat opravné koeficienty samoabsorpce a počítat aktivitu $A(d)$ podle (4).

Obr.3 Závislost koef. samoabsorpce na tloušťce vzorku



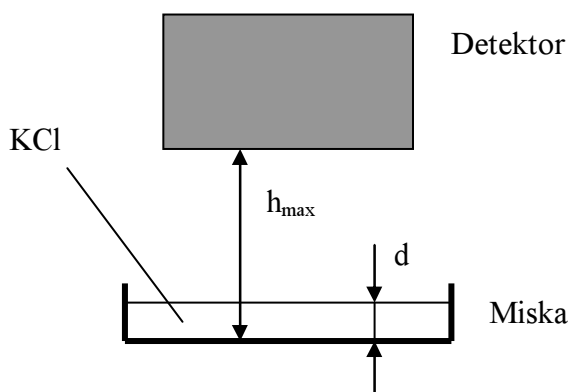
5. Pokyny pro měření

a) Nejprve změříme pečlivě četnost pozadí, neboť jí budeme korigovat všechny četnosti vzorků.

b) Dále měříme četnosti všech vzorků tak, aby výběrové směrodatné odchylky jednotlivých měření byly přibližně stejné.

c) Změříme vzdálenost h_{max} (viz obr.4) a vnitřní průměr misky Φ .

Obr.4 Geometrie uspořádání detektor - miska



6. Pokyny pro zpracování

- a) Podle (4) vypočítáme aktivity $A(\mathbf{d})$ a sestojíme graf na obr.2, křivka a). Tloušťky vzorků \mathbf{d} vyjádříme z hmotnosti a hustoty vzorků za předpokladu jejich válcového tvaru.
- b) Podle (5) stanovíme závislost účinnosti měření aktivity $^{40}\mathbf{K}$ na tloušťce vzorku.
- c) Z naměřených četností vzorků (opravených o četnost pozadí) vyjádříme podle (6) aktivity $A_z(\mathbf{d})$ a z jejich hodnot sestavíme graf křivky b) na obr.2.
- d) Z hodnot $A_z(\mathbf{d})$ a $A(\mathbf{d})$ sestavíme graf závislosti $f_s(\mathbf{d})$ (obr.3).
- e) Naměřené a vypočítané veličiny uspořádejte do tabulek.