

## Fyzikální praktikum IV

Úloha č. A8

**Název. :** Absorpce beta záření. Určení energie beta-rozpadu měřením absorpce emitovaného záření.

**Měřil. :** Michal Švanda.....dne : ...30. října 2001.....

odevzdal dne:.....vráceno:.....

odevzdal dne:.....vráceno:.....

odevzdal dne:.....

---

**Posuzoval:**.....dne:.....

**Výsledek klasifikace:**.....

---

Připomínky:

# Pracovní úkol

1. V této úloze se používá zářič  $^{90}\text{Sr}$ , který se rozpadá podle schematu na obr.5. Vaším úkolem je určit hodnoty  $E_0(1)$  a  $E_0(2)$  z naměřené absorpční křivky, a to jak z absorpčních koeficientů, tak z maximálních doletů. K dispozici budete mít okénkový Geiger-Müllerův detektor, soupravu s čítačem a sadu hliníkových absorbátorů. Vnější pozadí bude redukováno olověným stíněním zářiče-absorbátoru-detektoru.

## Teoretický úvod

viz přiložený studijní text.

## Výsledky měření

1) Postupným přikládáním plíšků různé plošné hmotnosti jsem proměřil absorpční křivku beta rozpadu stroncia  $^{90}\text{Sr}$  a následného  $^{90}\text{Y}$  na hliníku (k hliníku jsem připočetl hodnotu  $2 \text{ mg/cm}^2$  absorpce v okénku detektoru; tato hodnota je přiložena u úlohy). Získaná absorpční křivka je vynesena v grafu [G1], měření je shrnuto v tabulce [T1]. Každé měření jsem prováděl do počtu 1000 částic, čímž jsem pro každé měření získal stejnou relativní chybu. Tyto chyby jsou vyneseny v grafu [G1], ale nadále s nimi nepočítám, protože jsem neprováděl váženou lineární regresi. Chyby jsem vynášel spíše z důvodu názornosti, že naměřené hodnoty jsou dostatečně přesné.

Pro oblast tlouštěk  $100 \div 800 \text{ mg/cm}^2$  jsem proložil lineární regresi závislosti  $\ln(N-N_B)$  na  $\rho.d$ . V této oblasti lze uvažovat pouze částice energetičtějšího rozpadu, což (dle studijního textu) usnadňuje zpracování a stanovení maximální energie vylétajících částic. Regrese je vynesena v grafu [G2] a shrnuta v tabulce [T2].

Poté jsem odečetl od naměřené absorpční křivky tvrdé záření (vypočítané podle regresního vztahu; viz tabulka [T1]) a provedl stejnou operaci v rozsahu tlouštěk  $0 \div 70 \text{ mg/cm}^2$ , ve kterém ještě zcela jistě dochází k průniku měkkého  $\beta$ -záření do detektoru. Výsledky regrese shrnuje graf [G3] a tabulka [T2].

Maximální energii  $E_0$  jsem vypočítal ze vztahu:

$$\frac{\mu}{\rho} = -B = 17.0E_0^{-1.43} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1},$$

který byl přiložen u úlohy. Počet vylétajících částic přímo vyplývá z logaritmování vztahu (1) ve studijním textu.

Metodou analýzy absorpční křivky jsem dospěl k následujícím hodnotám.

**Tvrdé  $\beta$ -záření:**

$$N_0 = 102 \text{ s}^{-1}$$

$$E_0 = 2,06 \text{ MeV}$$

**Měkké  $\beta$ -záření:**

$$N_0 = 111 \text{ s}^{-1}$$

$$E_0 = 0,55 \text{ MeV}$$

Poté jsem z naměřených dat odhadl, pro kterou tloušťku již dojde k úplnému pohlcení měkkých elektronů ( $R=0,08 \text{ g/cm}^2$ ) a pro kterou k úplnému pohlcení tvrdých elektronů ( $R=1 \text{ g/cm}^2$ ).

Pro zjištění maximální energie jsem použil Gleasonův vztah (1951) přiložený k úloze:

$$R = 0,543E_0 - 0,160 \text{ g.cm}^{-2}$$

Na základě toho jsem vypočítal maximální energie:

**Tvrdé  $\beta$ -záření:**

$$E_0 = 2,14 \text{ MeV}$$

**Měkké  $\beta$ -záření:**

$$E_0 = 0,44 \text{ MeV}$$

## Diskuse

Hodnoty maximálních energií získané oběma způsoby jsou si velmi blízké. S ohledem na fakt, že v případě stanovení této hodnoty z doletu částic jde o odhad, chyba takto vypočítané energie se bude pohybovat v řádu desítek procent. Pro přesnější určení by bylo zapotřebí s větší přesností stanovit tloušťku, ve které se již všechny vyletující elektrony zcela jistě odstíní (resp. počet registrovaných částic bude v úrovni pozadí). Toho lze jen obtížně dosáhnout v případě proměřovaného  $^{60}\text{Sr}$ , v něhož dceřinný prvek podléhá také  $\beta$ -rozpadu. Protože dolet byl v případě měkčí komponenty stanoven vlastně až po odečtení předpokládané absorpční křivky tvrdší komponenty od celkového počtu částic, je nepřesnost takto určené hodnoty o to větší.

V případě prvního postupu jsem postaveni před problém vážené lineární regrese, protože zlogaritmování vztahu (7) získáme nestejně absolutní chyby u jednotlivých hodnot. Běžnými prostředky nelze takovou lineární regresi provádět, proto jsem zvolil regresi bez vážení hodnot chybami. Ve studijním textu je uvedeno, že vztah (1), podle nějž výpočet provádíme, platí jen přibližně, proto se domnívám, že přesné stanovení chyby není možné. Lze ji jen kvantitativně odhadnout - odhaduji chybu cca 10÷20%.

## Závěr

Změřil jsem absorpční křivku rozpadu  $^{60}\text{Sr}$  v hliníku a z ní stanovil dvěma způsoby maximální energii rozpadových částic.