

## 6. ZPĚTNÝ ROZPTYL ZÁŘENÍ BETA

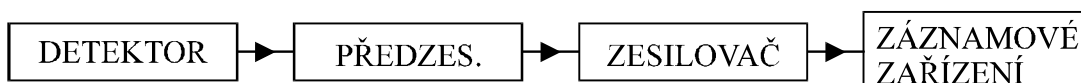
### 1. Zadání.

- A) Změřte závislost koeficientu odrazu záření beta  $q = q(Z, d)$  na tloušťce odrážející vrstvy hliníku (protonové číslo  $Z = 13$ ).
- B) Změřte závislost koeficientu odrazu pro nasycené četnosti  $q(Z, d_n)$  na protonovém čísle  $Z$  odrážejících materiálů

### 2. Přístroje a zařízení

Zdroj záření beta, sada fólií Al různých tlouštěk, fólie z kovů (Ag, Cu, Ti, Fe, Pb), detektor záření beta, elektronická aparatura (zdroj VN, zesilovač, diskriminátor, čítač, viz obr. 1), mikrometr.

Obr.1 Blokové schéma detekční aparatury



### 3. Definice veličin

- **Koeficient odrazu** záření beta  $q(Z, d)$  od podložky s protonovým číslem  $Z$  a tloušťce  $d$  definujeme jako podíl hustoty toku částic  $\Phi(Z, d)$ , které dopadnou na detektor v případě, že zářič leží na podložce z materiálu s protonovým číslem  $Z$  a tloušťky  $d$ , a hustotou toku částic  $\Phi(0, \infty)$ , které dopadnou na detektor, pokud je pod zářičem vakuum nekonečné tloušťky

$$q(Z, d) = \frac{\Phi(Z, d)}{\Phi(0, \infty)}. \quad (1)$$

- **Hustota toku**  $\Phi = \frac{dN}{da \cdot dt}$  charakterizuje vícesměrové pole záření. V definici  $dN$  má význam počtu částic, které ze všech směrů padají na hlavní řez koule o obsahu hlavního řezu  $da$  za dobu  $dt$ . Jednotkou hustoty toku je  $m^{-2} \cdot s^{-1}$ . Ne zcela přesně řečeno se hustota toku číselně rovná počtu částic, které za jednotku času projdou ze všech možných stran koulí o jednotkovém průřezu.

### 4. Metoda měření

Z definice (1) vyplývá, že  $q(Z, d)$  je číslo větší než 1, protože je-li pod zářičem odrážející materiál, dopadají do detektoru částice beta nejen přímo, ale také po zpětném rozptylu. Největší hodnoty dosahuje koeficient odrazu pro nasycenou tloušťku  $d_n$  odrážejícího materiálu.

Odraz resp. zpětný rozptyl záření beta je důsledek jeho interakcí záření s látkou. Při průchodu částic beta látkou se jednak zmenšuje jejich energie a jednak se v elektrickém poli atomů odchyľují od původního směru. Po rozptylu, který je zpravidla mnohonásobný, se částice beta pohybují různými směry a u jejich jisté části dochází ke změně směru pohybu o úhel větší než  $90^\circ$  - dojde ke zpětnému rozptylu.

Tento jev vykazuje některé zákonitosti:

- Počet rozptýlených částic beta dosahuje maxima pro úhel rozptylu  $180$  stupňů (s výjimkou materiálů s nízkým protonovým číslem).
- Počet odražených částic beta roste s tloušťkou odrážejícího materiálu, až při určité tloušťce dosahuje nasycení a dále se nemění.
- Zpětný rozptyl se zvyšuje s protonovým číslem  $Z$  odrážejícího materiálu.

Měření koeficientu  $q(Z,d)$  provedeme na základě definičního vztahu (1). Protože platí úměrnost mezi hustotou toku částic  $\Phi$  a naměřenou četností impulzů  $n$ , vyjádříme koeficient odrazu  $q(Z,d)$  pomocí četností impulzů

$$q(Z,d) = \frac{n(Z,d)}{n(0,\infty)} \quad (2)$$

## 5. Pokyny pro měření

a) Četnost  $n(Z,d)$  měříme tak, že zářič vložíme pod detektor, do polohy označené na stojánku, pod zářič vložíme příslušnou vrstvu materiálu viz obr.3.

b) V případě úkolu **A**) postupně zvětšujeme tloušťku hliníkových plechů. Umisťovaných pod zářič až do nasycené tloušťky, kdy četnost  $n(Z,d)$  již neroste.

c) V případě úkolu **B**) vkládáme materiály o různém  $Z$ , jejichž tloušťka je nejméně nasycená.

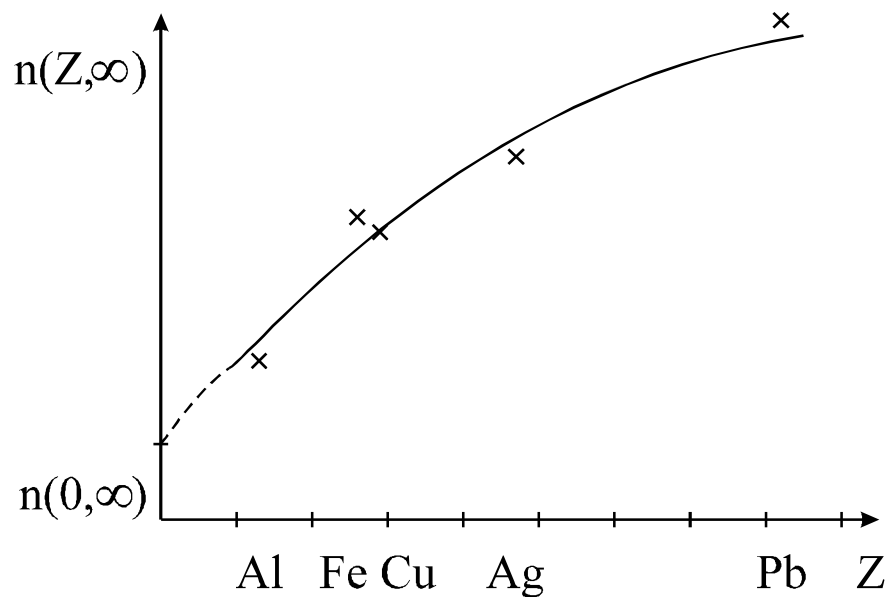
d) Četnost  $n(0,\infty)$  potřebnou pro vyjádření  $q(Z,d)$  přímo nezměříme. Určíme ji ze závislosti  $n(Z,d_n)$ , tj. z grafu měření četností při odrazu od podložky tloušťky  $d > d_n$  (nasycená tloušťka) materiálu s protonovým číslem  $Z$ . Závislost extrapolujeme pro  $Z=0$ .

e) Při manipulaci se zářičem dbejte na opatrnost, aby nedošlo k jeho poškození.

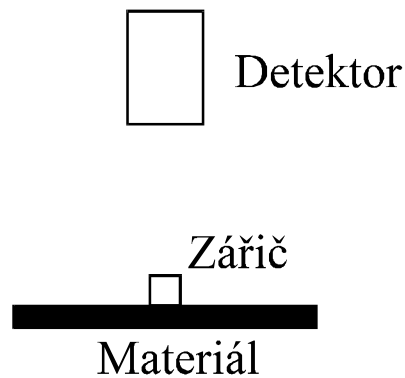
f) Pro kontrolu stability některé z měření občas zopakujeme. Opakovaná měření by se měla od sebe lišit v rámci předpokládaných statistikou.

g) Uvážíme nutnost opravy o četnost pozadí.

Obr.2 Závislost  $n(Z, d_n)$   
a její extrapolace



Obr.3 Uspořádání detektoru, zářiče  
a odrazového materiálu



## 6. Pokyny pro zpracování

a) Naměřenou závislost  $n(Z, d_n)$  pro různé materiály vyneseme do grafu. a extrapolujeme hodnotu  $n(0, \infty)$  jako průsečík prodloužené křivky se svislou osou  $n(Z, d_n)$  - viz obr.2.

b) Takto získanou hodnotu použijeme pro výpočty  $q(Z, d)$  dle vztahu (2). Výsledek graficky znázorníte.

c) Závislost  $q(Z=13, d)$  pro hliník vyneseme rovněž do grafu. Odhadněte a v grafu vyznačte chybu veličiny  $q(Z, d)$ .

d) Změřené a vypočítané veličiny zaznamenejte do vhodné tabulky.