

ATÓM VODÍKA - VÝCHODISKÁ ATÓMOVEJ FYZIKY

1. Detektor umiestnený pod uhlom 10° registruje každú sekundu 10^6 a častíc. Ak sa detektor pohybuje po kružnici okolo fólie, koľko a častíc bude registrovať pri uhloch 20° , 30° , 40° , ... 180° ?
2. Vypočítajte účinný prierez pre uhly rozptylu väčšie než 10° , 30° , 90° pri Rutherfordovom rozptyle a častíc s kinetickou energiou 12 MeV na atómovom jadre striebra ($Z = 47$).
Na to, aby sa častice rozptýlili na väčší uhol ako θ , musí ich parameter zrážky byť menší ako hraničná hodnota p daná vzťahom z prednášky
$$p = \frac{k}{2E_k} \cot \frac{\theta}{2}$$
Účinný prierez si v tomto prípade môžeme predstaviť ako plochu, do ktorej sa častice so svojimi parametrami zrážky musia trafiť, aby bola splnená predchádzajúca podmienka. Ešte pripomeňme, že parameter zrážky je vzdialenosť, v ktorej by preletela a častica okolo jadra, keby ju neodchýlila žiadna sila.
3. V experimente s rozptylom a častíc je použitá zlatá fólia s hrúbkou $2,0 \mu\text{m}$. Energia a častíc je $7,0 \text{ MeV}$. (a) Aká časť a častíc sa rozptýli pod uhlami väčšími ako 90° ? (b) Aká časť sa rozptýli do intervalu uhlov medzi 45° a 75° ? Vlastnosti zlata sú $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$ a $M = 197 \text{ g/mol}$.
Tu môžete použiť výsledky, alebo aspoň formuly a myšlienky, z predchádzajúcej úlohy. Ak sa častica „pozrie“ na fóliu, rozozná jednotlivé jadrá zlata a okolo každého bude nejaký „krúžok“ (účinný prierez) do ktorého sa musí trafiť, aby sa rozptýlila tak, ako chceme. Teraz ide o to, koľko takýchto krúžkov bude v tej fólii vidieť. Pri veľmi tenkej fólii môžeme predpokladať, že sa krúžky neprekrývajú. Plocha všetkých krúžkov predelená celkovou plochou miesta na fólii, kam dopadá zväzok a častíc, nám dá hľadanú časť spomedzi všetkých dopadajúcich častíc. Počet krúžkov je rovný počtu atómov a ten musíte vyjadriť zo zadanej molovej hmotnosti a hustoty ako aj rozmerov fólie.
4. Častica a sa pružne rozptyluje na atómovom jadre ^{208}Pb v klude. Pre akú počiatočnú hodnotu kinetickej energie možno očakávať odchýlky od Rutherfordovej formule? Polomer jadra je daný empirickou formulou $r = r_0 \cdot A^{1/3}$, kde $r_0 \approx 1,20 \text{ fm}$.
Odchýlky možno očakávať vtedy, keď sa a častica začne „dotýkať“ jadra. Najbližšie sa k jadru dostanú tie a častice, ktoré letia priamo na stred jadra, teda majú nulový parameter zrážky. V ich prípade môžeme počítať najmenšiu vzdialenosť priblíženia k jadru tak, že postavíme do rovnosti kinetickú energiu a častice na začiatku a potenciálnu energiu v okamihu najmenšieho priblíženia (keď je kinetická energia nulová). Pripomínam vzťah pre potenciálnu energiu silového pôsobenia dvoch bodových nábojov: $k \cdot q_1 \cdot q_2 / r$.
5. V žiarení vzorky, ktorá okrem iného obsahuje vodík, nachádzame štyri spektrálne čiary v infračervenej oblasti. Ich vlnové dĺžky sú: 7460 nm , 4654 nm , 4103 nm , 3741 nm . Ktorá z nich nepatrí k spektru vodíka?
6. Pomocou nastaviteľných laserov sa poradilo vytvoriť Rydbergove atómy sodíka s $n \approx 100$. Výsledný polomer atómu zodpovedá približne vodíku pri $n \approx 300$. (a) Aký by bol polomer vodíkového atómu s elektrónom v stave s $n \approx 300$? (b) Aká by bola podľa Bohrovho modelu rýchlosť elektrónu na tejto dráhe?