

Megoldás. Jelöljük az α -részecske (hélium atommag) kezdeti mozgási energiáját (ez egyúttal a részecske teljes energiája) E -vel, töltését Q_α -val, a réz atommagjának töltését pedig Q_{Cu} -val! ($Q_\alpha = 2e$ és $Q_{\text{Cu}} = 29e$, ahol e az elemi töltés.)

Ha a réz atommagja rögzített lenne, akkor az α -részecske „frontális ütközés” esetén a céltárgy atommagjától valamekkora d távolságban meg tudna állni, így a kezdeti mozgási energiája teljes egészében a Coulomb-taszítás leküzdésére fordítódna. Az energiamegmaradás törvénye szerint

$$E = k \frac{Q_\alpha Q_{\text{Cu}}}{d},$$

ahonnan

$$d = k \frac{Q_\alpha Q_{\text{Cu}}}{E} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{V m}}{\text{A s}} \cdot \frac{2 \cdot 29 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ A s}}{5,3 \cdot 10^6 \text{ V}} = 1,58 \cdot 10^{-14} \text{ m}.$$

A valóságban a réz atommagok nincsenek elmozdíthatatlanul rögzítve; bizonyos erősségű kémiai kötések tartják őket a fém kristályrácsában. Mivel a bombázó α -részecske energiája sokkal nagyobb, mint a kémiai kötések energiája, az erősen meglökött réz atommagok könnyen kiszakadhatnak a kristályrácsból; az ütközés szempontjából tehát a céltárgy atommagjai *szabad* részecskéknek tekinthetők.

A külső erők hiánya (vagy elhanyagolható volta) miatt az α -részecske és a réz atommag ütközésekor igaz a lendületmegmaradás törvénye. Miközben a hélium atommag közeledik az ütközési ponthoz, sebessége egyre csökken, a céltárgy (réz) atommagja pedig felgyorsul. A két részecske között akkor lesz a legkisebb a távolság, amikor a pillanatnyi sebességük éppen megegyezik.

Legyen ez a közös sebesség u , a kérdéses távolság pedig d' . Az energia- és az impulzusmegmaradás törvényéből

$$E = \frac{1}{2} m_\alpha u^2 + \frac{1}{2} m_{\text{Cu}} u^2 + k \frac{Q_\alpha Q_{\text{Cu}}}{d'},$$

$$\sqrt{2m_\alpha E} = (m_\alpha + m_{\text{Cu}}) u.$$

(Feltételeztük, hogy a részecskék mozgása nemrelativisztikus, ezért a mozgási energiát és a lendületet a newtoni fizika képletei alapján számíthatjuk ki. Ennek jogosságát a kiszámított eredmények ismeretében utólag ellenőrizni kell!)

A fenti egyenletekből a két részecske legkisebb távolságára

$$d' = k \frac{Q_\alpha Q_{\text{Cu}}}{E} \cdot \frac{m_{\text{Cu}}}{m_\alpha + m_{\text{Cu}}} = 1,68 \cdot 10^{-14} \text{ m},$$

d -nél egy kicsit nagyobb érték adódik.

Az α -részecske kezdeti sebessége $1,6 \cdot 10^7$ m/s, a közös sebesség, valamint a meglökött réz atommag sebessége pedig még ennél is kisebb. Ezek lényegesen kisebbek a fénysebességnél, tehát valóban jogos volt a nemrelativisztikus számolás.