

Megoldás. a) Az elektron töltésének nagysága $1,602 \cdot 10^{-19}$ C, innen adódik, hogy 1 MeV energia $1,602 \cdot 10^{-13}$ J-nak felel meg.

A protonok mozgási energiája az ütközés előtt

$$E_0 = 5,00 \text{ MeV} = 8,01 \cdot 10^{-13} \text{ J},$$

a derékszögben eltérülő protonok energiája pedig

$$E_1 = 4,23 \text{ MeV} = 6,78 \cdot 10^{-13} \text{ J}.$$

(A megadott szám adatok pontosságát figyelembe véve 3 számjegy pontossággal érdemes számolnunk.)

A rugalmas szóródásoknál érvényes energiamegmaradás törvénye alapján a meglökött atommagok mozgási energiája

$$E_{\text{mag}} = E_0 - E_1 = 1,23 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

kell legyen.

Az $E = \frac{1}{2}mv^2$ és $p = mv$ képletekből kiszámíthatjuk, hogy egy m tömegű, E mozgási energiájú részecske impulzusa

$$p = \sqrt{2mE}.$$

(A proton mozgási energiája sokkal kisebb, mint a 938 MeV-nyi nyugalmi energiája, emiatt a klasszikus, nemrelativisztikus fizikai összefüggéseket alkalmazhatjuk.) A proton tömege:

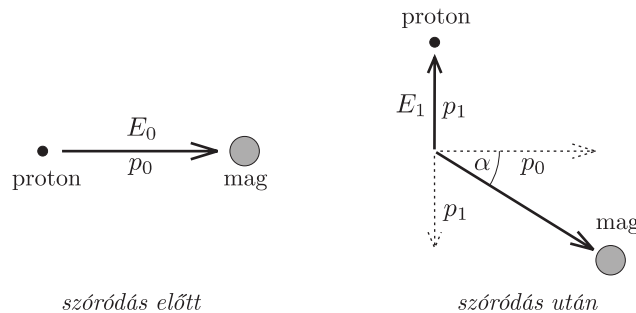
$$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg},$$

impulzusa tehát a szóródás előtt:

$$p_0 = \sqrt{2m_p E_0},$$

a szóródás után pedig (az eredeti mozgásirányára merőlegesen):

$$p_1 = \sqrt{2m_p E_1}.$$



Az impulzusmegmaradás törvénye szerint a meglökött atommag impulzusának két egymásra merőleges komponense ugyancsak p_0 és p_1 kell legyen (lásd az ábrát!), a mag impulzusának nagysága tehát:

$$p_{\text{mag}} = \sqrt{p_0^2 + p_1^2} = \sqrt{2m_p(E_0 + E_1)}.$$

Összevetve ezt a képletet a meglökött mag energiájából számolható

$$p_{\text{mag}} = \sqrt{2m_{\text{mag}} E_{\text{mag}}} = \sqrt{2m_{\text{mag}}(E_0 - E_1)}$$

formulával, a mag tömegét kifejezhetjük:

$$m_{\text{mag}} = m_p \frac{E_0 + E_1}{E_0 - E_1} = 11,99 m_p \approx 12 m_p = 2,01 \cdot 10^{-26} \text{ kg}.$$

Látható, hogy az atommag tömegszáma: $A = 12$, a kérdéses elem pl. a $^{12}_6\text{C}$ lehet.

b) Az ábráról az is leolvasható, hogy a meglökött atommag impulzusa és a beeső proton impulzusa által bezárt szög

$$\alpha = \arccos \frac{p_0}{p_{\text{mag}}} = \arccos \sqrt{\frac{m_p}{m_{\text{mag}}} \cdot \frac{E_0}{E_0 - E_1}} = 42,6^\circ.$$