Megoldás. *a*) Az elektron töltésének nagysága $1{,}602\cdot10^{-19}$ C, innen adódik, hogy 1 MeV energia $1{,}602\cdot10^{-13}$ J-nak felel meg.

A protonok mozgási energiája az ütközés előtt

$$E_0 = 5{,}00 \text{ MeV} = 8{,}01\cdot10^{-13} \text{ J},$$

a derékszögben eltérülő protonok energiája pedig

$$E_1 = 4{,}23 \text{ MeV} = 6{,}78\cdot10^{-13} \text{ J}.$$

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

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

$$E_{\text{mag}} = E_0 - E_1 = 1{,}23\cdot10^{-13} \text{ J}$$

kell legyen.

Az $E=\dfrac{1}{2}mv^2$ 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:

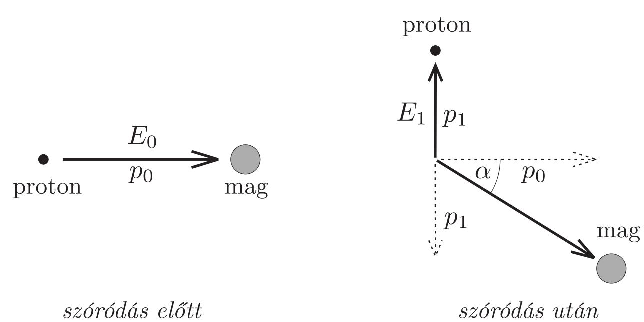
$$m_{\text{p}} = 1{,}672\cdot10^{-27} \text{ kg},$$

impulzusa tehát a szóródás előtt:

$$p_0=\sqrt{2m_{\text{p}}E_0},$$

a szóródás után pedig (az eredeti mozgásirányára merőlegesen):

$$p_1=\sqrt{2m_{\text{p}}E_1}.$$



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:

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

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:

$$m_{\text{mag}}=m_{\text{p}}\frac{E_0+E_1}{E_0-E_1}=11{,}99\,m_{\text{p}}\approx12\,m_{\text{p}}=2{,}01\cdot10^{-26} \text{ kg}.$$

Látható, hogy az atommag tömegszáma: $A=12$, a kérdéses elem pl. a ${}^{12}_{6}$C lehet.

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

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