

Tegyük fel, hogy a ${}^7_3\text{Li}$ atommag kezdetben nyugalomban volt. A proton mozgási energiája

$$E_p = \frac{1}{2} m_p v_p^2,$$

vagyis a proton sebessége (az ütközés előtt)

$$v_p = \sqrt{\frac{2E_p}{m_p}} = 6,19 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$

Az ütközés közben az impulzus megmarad, vagyis a proton mozgásmennyisége egyenlő a két α rész mozgásmennyiségének vektorösszegével:

$$m_p v_p = 2m_\alpha v_\alpha \cos \varphi.$$

Ebből az egyenletből az α rész sebessége

$$v_\alpha = \frac{m_p v_p}{2m_\alpha \cos \varphi} = 1,86 \cdot 10^4 \text{ km/s}.$$

A tömegvesztéséből eredő W energia kiszámításához ismerni kell a ${}^7_3\text{Li}$ atommag tömegét:

$$m_{\text{Li}} = 11,6425 \cdot 10^{-24} \text{ g}.$$

A tömeghiány:

$$\Delta m = m_p + m_{\text{Li}} - 2m_\alpha = 0,0309 \cdot 10^{-24} \text{ g}.$$

Az Einstein féle képlet felhasználásával

$$W = \Delta m \cdot c^2 = 27,81 \cdot 10^{-6} \text{ erg} = 17,38 \text{ MeV}.$$

(c -vel jelöltük a fénysebességet.)

Nézzük meg, hogy hogyan változott rendszerünk kinetikus energiája:

$$\Delta E = 2 \cdot (1/2) m_\alpha v_\alpha^2 - (1/2) \cdot m_p v_p^2 = 2,2658 \cdot 10^{-5} \text{ erg} = 14,16 \text{ MeV}.$$

$\Delta E \neq W$, vagyis a tömegvesztéséből eredő energiának csak egy része fordítódik a rendszer kinetikus energiájának növelésére, a másik része, 3,22 MeV látszólag eltűnt. A magreakció így nem mehetett végbe, az energia hiányt egy γ résznek kellett elvinni. A γ foton frekvenciája

$$f = \frac{3,22 \text{ MeV}}{h} = 7,77 \cdot 10^{20} \text{ Hz volt } (h = 6,6252 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s a Planck állandó}).$$

Kérdés azonban az, hogy ha még egy foton is szerepel a reakcióban, helyesen írtuk-e fel az impulzus tételt. A foton impulzusa $3,22 \text{ MeV}/c = 1,7 \cdot 10^{-16} \text{ g cm s}^{-1}$, az α részé $m_\alpha v_\alpha = 1,2 \cdot 10^{-14} \text{ g cm s}^{-1}$; a protoné $m_p v_p = 1,0 \cdot 10^{-15} \text{ g cm s}^{-1}$, vagyis a foton impulzusa elhanyagolhatóan kicsi a proton és az α rész impulzusához képest. Így jogos volt kihagyni az impulzustételből a fotont, eredményeinket ez nem befolyásolta.

A számításokban nem vettük figyelembe a relativisztikus tömegnövekedést – ez jogos volt, mert a sebességek nem közelítették meg a fénysebességet.

Jung József (Szeged, Radnóti M. g. IV. o. t.) dolgozata alapján

Megjegyzés. A feladat szövegében nem szerepelt a ${}^7_3\text{Li}$ atommag tömege, és sok megoldó ezért nem gondolt arra, hogy az energiamérleghez még egy γ foton is kell. Az ilyen megoldásokat helyesnek fogadtuk el és 2 ponttal jutalmaztuk.