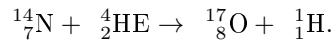


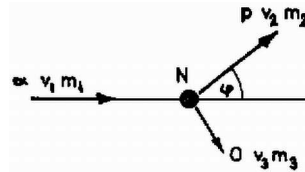
A szóban forgó folyamat a Rutherford által 1919-ben elvégzett első mesterséges atommag-átalakítás:



Írjuk fel az energia- és az impulzusmegmaradás törvényét (l. ábra)! A célpont mag (${}^{14}_7\text{N}$) mozgási energiája zérus, így az energiamegmaradás:

$$(1) \quad T_1 + Q = T_2 + T_3,$$

ahol $T_i = \frac{1}{2} m_i v_i^2$, az i -edik a mag mozgási energiája, Q pedig a kiindulási és keletkezett magok nyugalmi energiáinak különbsége, az ún. reakcióenergia.



Az impulzusmegmaradás vektoregyenlete:

$$m_1 \mathbf{v}_1 = m_2 \mathbf{v}_2 + m_3 \mathbf{v}_3,$$

amiből $m_3 \mathbf{v}_3 = m_1 \mathbf{v}_1 - m_2 \mathbf{v}_2$, és ezt négyzetre emelve:

$$(2) \quad m_3^2 v_3^2 = m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2 - 2m_1 m_2 v_1 v_2 \cos \varphi.$$

$m_i v_i^2 = 2T_i$, ezért (1) felhasználásával (2) így írható:

$$(T_1 + Q - T_2)m_3 = m_1 T_1 + m_2 T_2 - 2\sqrt{m_1 m_2 T_1 T_2} \cos \varphi,$$

amiből

$$(3) \quad \cos \varphi = \frac{T_1(m_1 - m_3) + T_2(m_2 + m_3) - m_3 Q}{2\sqrt{m_1 m_2 T_1 T_2}}.$$

Láthatjuk, hogy φ erősen függ a tömegektől és a Q reakcióenergiától, ezért nem hagyatkozhatunk a félempirikus közelítő képletre, táblázatot kell használni. A C. M. Lederer: Table of Isotopes adatai szerint a folyamatban résztvevő magok nyugalmi energiája:

${}^1_1\text{H}$	938,79 MeV,
${}^4_2\text{He}$	3728,43 MeV,
${}^{14}_7\text{N}$	13043,88 MeV,
${}^{17}_8\text{O}$	15834,71 MeV.

Így

$$\begin{aligned} Q &= 3728,43 \text{ MeV} + 13\,043,88 \text{ MeV} - 938,79 \text{ MeV} - 15\,834,71 \text{ MeV} = \\ &= -1,19 \text{ MeV}, \end{aligned}$$

azaz a reakció során tömeg keletkezik, amelyhez energiadefezet szükséges (a reakció endoenergetikus).

A folyamat a megadott energiaértékekkel nem játszódhat le, ehhez legalább

$$E_\alpha = E_p + |Q| \approx 9,7 \text{ MeV}$$

szükséges. Ekkor a kérdéses szög (3)-ból számítható.