

## Az ITER

„Az ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor – Nemzetközi Kísérleti Termonukleáris Reaktor) egy nemzetközi [fúziós] kutatás-fejlesztési projekt, melynek célja a jövőbeli villamos erőművek technológiájának kifejlesztése [...]. [...] A tervek szerint az ITER [egy működési szakaszban] körülbelül 500 MW fúziós teljesítmény fenntartására lesz képes legfeljebb 400 másodpercen keresztül [...]. Ezalatt körülbelül fél gramm deutérium/trícium keverék fúziója zajlik le a 840 m<sup>3</sup> térfogatú reaktortartályban. Noha az ITER már képes lesz fúziós energia előállítására, ezt még nem fogják [elektromos] energia termelésére használni, hanem a fúziós energiatermelés kivitelezhetőségét [kutatják vele]. [...] Egy deutérium- és egy tríciummag egyesülése során egy héliumatommag (alfa-részecske) és egy nagyenergiájú neutron jön létre, [miközben 17,6 MeV energia szabadul fel].”



- a) Ismertesse a nukleonok fogalmát, típusait, a nukleáris kölcsönhatás jellemzőit!
- b) Ismertesse a magfúzió jelenségét! Mely atommagok esetében jár a magfúzió energiafelszabadulással?
- c) Hol van meghatározó szerepe a magfúziónak a természetben?
- d) Milyen körülmények szükségesek a fúzió lejátszódásához a természetben? Miért nehéz ezt technikailag megvalósítani? Legalább egy okot említsen meg!
- e) Írja fel az ITER-ben zajló magfizikai folyamat egyenletét, jelölje a tömeg- és rendszámokat is!
- f) Körülbelül mekkora az egy működési szakaszban felhasznált keverékben a deutérium és a trícium tömege?
- g) Körülbelül hány deutérium-, illetve tríciumatommag egyesül egy működési szakaszban? (A proton és neutron tömege közelítőleg  $1,67 \cdot 10^{-27}$  kg.)

(2024. május id.)

## Megoldás: (18 pont)

a) A nukleonok és a nukleáris kölcsönhatás ismertetése:

5 pont

A nukleonok az atommagot alkotó részecskék (1 pont), a pozitív elektromos töltéssel rendelkező proton és a semleges neutron (1 pont). A nukleáris (erős) kölcsönhatás a nukleonok között hat (1 pont), rövid hatótávolságú (1 pont) és vonzó (1 pont).

b) A magfúzió ismertetése:

2 pont

Atommagok összeolvadása, egyesülése (1 pont).  
Könnyű atommagok esetén jár energiafelszabadulással (1 pont).

c) A magfúzió jelentőségének megnevezése a természetben:

1 pont

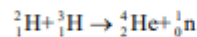
A csillagok energiatermelésében.

d) A csillagok belsejében magas hőmérséklet és nagy nyomás uralkodik. A magas hőmérsékletű anyag (plazma) tárolása nehezen kivitelezhető.

2 pont

e) A keresett reakcióegyenlet felírása:

2 pont



Teljes pont csak akkor jár, ha a vizsgázó az izotópok tömeg- és rendszámait is jelöli – ennek hiányában csak 1 pont jár. Amennyiben csak a neutron esetén nem szerepelnek ezek a számok, a teljes pontszám megadandó.

f) A keresett tömegek meghatározása:

3 pont

Mivel a felhasznált 0,5 g üzemanyag (1 pont) a deutérium és trícium között a tömegszámok arányában oszlik meg (1 pont), kb. 0,2 g deutérium és 0,3 g trícium (1 pont) fogy el egy működési ciklusban.

g) A keresett atommagszám meghatározása:

3 pont

A 0,2 g deutérium, mivel magonként 2 db nukleonnal rendelkezik:

$$N = \frac{0,2 \text{ g}}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ g}} = 6 \cdot 10^{25} \text{ db (képlet + számítás, 1 + 1 pont)}$$

és trícium magból is pont ennyi szükséges (1 pont).

(Bármely hasonló gondolatmenet elfogadandó.)