

Opgave 4 Tokamak

21 maximumscore 3

uitkomst: $E = 17,590 \text{ MeV} (= 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J})$

voorbeeld van een berekening:

Bij deze reactie wordt massa omgezet in energie.

Er geldt: $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$.

(Omdat het aantal elektronen in de atomen voor en na de reactie gelijk is, kan er in plaats van met kernmassa's gerekend worden met atoommassa's.)

$$m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}} = 2,014102 + 3,016050 = 5,030152 \text{ u.}$$

$$m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}} = 4,002603 + 1,008665 = 5,011268 \text{ u.}$$

Hieruit volgt: $\Delta m = 0,018884 \text{ u.}$

Dit levert: $E = 0,018884 \cdot 931,49 = 17,590 \text{ MeV} = 2,8182 \cdot 10^{-12} \text{ J.}$

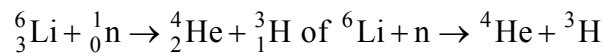
- inzicht dat $\Delta m = m_{\text{voor}} - m_{\text{na}}$ met $m_{\text{voor}} = m_{\text{D}} + m_{\text{T}}$ en $m_{\text{na}} = m_{\text{He}} + m_{\text{n}}$ 1
- omrekenen van massa naar energie 1
- completeren van de berekening 1

Opmerkingen

- *Als het massaverlies negatief genomen wordt: uiteraard goed rekenen.*
- *Een uitkomst in 3 tot en met 7 significante cijfers goed rekenen.*

22 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:



- één neutron links van de pijl 1
- He en T als eindproduct (mits verkregen via kloppende atoomnummers) 1
- het aantal nucleonen links en rechts gelijk 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

23 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:

- Het magneetveld heeft geen invloed op de snelheidscomponent evenwijdig aan het magneetveld. Op de snelheidscomponent loodrecht op het magneetveld werkt een Lorentzkracht, waardoor het deeltje (in dit vlak) in een cirkel gaat bewegen. Samen met de snelheid in de richting van het magneetveld ontstaat dan een baan in een spiraalvorm.
- In figuur 1 en 2 is F_L naar achter gericht en is B naar rechts gericht. Volgens een richtingsregel is de stroomrichting dan naar boven. De snelheid van het deeltje is ook naar boven. Het deeltje is dus een positief deeltje.

- inzicht dat F_L bodrecht staat op v_{\perp} 1
- inzicht dat de cirkelbeweging loodrecht op het magneetveld samen met v een spiraalvormige baan oplevert 1
- gebruik van een richtingsregel in figuur 1 en/of 2 1
- consequente conclusie 1

24 maximumscore 4

uitkomst: $B = 0,53 \text{ T}$

voorbeeld van een berekening:

Er geldt: $F_L = F_{mpz}$. Invullen levert: $Bqv_{\perp} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$.

Omschrijven levert: $B = \frac{mv_{\perp}}{qr} = \frac{2,01 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 5,1 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,20} = 0,53 \text{ T}$.

- inzicht dat $F_L = F_{mpz}$ 1
- gebruik van $F_L = Bqv$ 1
- inzicht dat $F_{mpz} = \frac{mv_{\perp}^2}{r}$ 1
- completeren van de berekening 1

Vraag	Antwoord	Scores
-------	----------	--------

25 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Als de lengte van de Tokamak-ITER een factor k groter wordt dan een gewone Tokamak, neemt het volume met factor k^3 toe en de energieproductie dus ook. Stralingsverliezen treden op bij het oppervlak en het oppervlak neemt toe met een factor k^2 .

Dus bij een schaalvergroting neemt de energieproductie meer toe dan de verliezen.

- inzicht dat energieproductie toeneemt met k^3 1
- en de verliezen toenemen met k^2 1
- completeren van de uitleg 1

26 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Bij een langere opsluittijd τ wordt de temperatuur T lager door meer energieverlies door straling.

- noemen van de temperatuur 1
- geven van de reden 1