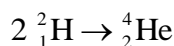


LØST OPPGAVE 11.333

11.333

Vi kan tenke oss å bruke denne fusjonsreaksjonen til å produsere elektrisk energi:



- Hvor mye energi kan bli frigjort i en enkelt reaksjon?
- Hvis vi kan utnytte 35 % av denne energien, og vi ønsker å produsere $2,0 \cdot 10^7 \text{ W}$, hvor mye deuterium (${}^2\text{H}$) går det da med på ett døgn?

Løsning:

- Frigjort energi i reaksjonen $2 {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He}$, finner vi ved å beregne reaksjonsenergien

$$E_r = m_s c^2$$

Vi finner massesvinnet: $m_s = 2 m_{\text{H}} - m_{\text{He}}$

Massene til deuterium ${}^2_1\text{H}$ og He finner vi i tabellen:

$$m_d = 2,014101778 \text{ u}, m_{\text{He}} = 4,002603254 \text{ u}$$

$$\begin{aligned} m_s &= 2m_d - m_{\text{He}} = 2 \cdot (2,014101778 \text{ u}) - 4,002603254 \text{ u} \\ &= 0,025600302 \text{ u} = 0,025600302 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ &= 4,2496 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \end{aligned}$$

Reaksjonsenergien blir:

$$\begin{aligned} E_r &= m_s c^2 \\ &= 4,2496 \cdot 10^{-29} \text{ kg} \cdot (3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 \\ &= 3,8246 \cdot 10^{-12} \text{ J} = \underline{3,82 \cdot 10^{-12} \text{ J}} \end{aligned}$$

- Produksjon av $2,0 \cdot 10^7 \text{ W}$ i ett døgn gir totalt

$$(2,0 \cdot 10^7 \text{ W}) \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 1,728 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

Vi finner antall kjernereaksjoner som må til for å gi denne energimengden:

$$\frac{1,728 \cdot 10^{12} \text{ J}}{3,8246 \cdot 10^{-12} \text{ J}} = 4,518 \cdot 10^{23}$$

I hver reaksjon går det med 2 deuteriumatomer, det vil altså gå med $2 \cdot (4,518 \cdot 10^{23}) = 9,036 \cdot 10^{23}$ deuteriumatomer i løpet av ett døgn. Det svarer til en deuteriummasse på:

$$9,036 \cdot 10^{23} \cdot 2,014101778 \text{ u} \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ = \underline{3,021 \text{ g}}$$

Dette ville vært svaret hvis vi kunne utnytte hele reaksjonsenergien. Med en utnyttelsesgrad på 35 %, får vi dette forbruket av deuterium per døgn:

$$\frac{3,021 \text{ g}}{0,35} = 8,6 \text{ g}$$
