

Opgave 9

- a De energie die vrijkomt tijdens een kernreactie wordt gebruikt om water te verhitten tot stoom.
Stoom zet een schoepenrad in beweging dat een dynamo aandrijft.
Bij dit proces wordt 75% van de kernenergie omgezet in elektrische energie.
De resterende 25% energie wordt omgezet in warmte.
- b Het gemiddeld aantal splijtingen per seconde bereken je met de totale energie per seconde en de energie per splijting.
De totale energie per seconde volgt uit het totale vermogen.
Het totale vermogen bereken je uit het elektrisch vermogen en het rendement.

$$\eta = \frac{E_{\text{uit}}}{E_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = 25\%$$

$$E_{\text{uit}} = 575 \text{ MW} = 575 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$25\% = \frac{575 \cdot 10^6}{E_{\text{in}}} \cdot 100\%$$

$$E_{\text{in}} = 2,300 \cdot 10^9 \text{ W}$$

- 9 Een kerncentrale die uraan-235 als brandstof gebruikt, geeft 575 MW aan elektrisch vermogen af. Hierbij wordt 25% van de kernenergie omgezet in elektrische energie.

a Leg uit wat er met de resterende 75% gebeurt.

Per splijting komt 175 MeV aan energie vrij.

b Toon aan dat er gemiddeld $8,2 \cdot 10^{19}$ splijtingen per seconde plaatsvinden.

De centrale gebruikt als brandstof verrijkt uraan dat 4,0% uraan-235 bevat.

c Bereken het aantal kilogram verrijkt uraan dat per uur wordt gebruikt als je aanneemt dat het aangegeven vermogen van de centrale constant blijft.

Bij de splijting komt in totaal $2,300 \cdot 10^9$ J per seconde aan energie vrij.
1 splijting levert 175 MeV = $175 \cdot 10^6 \times 1,6021 \cdot 10^{-19} = 2,80368 \cdot 10^{-11}$ J

$$\text{Dus per seconde splijten er } \frac{2,300 \cdot 10^9}{2,80368 \cdot 10^{-11}} = 8,2035 \cdot 10^{19} \text{ kernen}$$

Afgerond: $8,2 \cdot 10^{19}$ kernen.

c De massa verrijkt uraan volgt uit de molaire massa van uraan en het aantal kernen in 1 mol.

Per uur vervallen er $8,20 \cdot 10^{19} \times 3600 = 2,952 \cdot 10^{23}$ kernen.

In 1 mol kernen zitten $N_A = 6,0221 \cdot 10^{23}$ kernen.

$$\text{Per uur vervalt dus } \frac{2,952 \cdot 10^{23}}{6,0221 \cdot 10^{23}} = 0,4903 \text{ mol U-235.}$$

Uit tabel 25 volgt: 1 mol U-235 heeft een massa van 235,04 g.

Per uur vervalt dus $235,04 \times 0,4903 = 115,2$ g U-235. Dit is 4,0%.

$$\text{Er is dus } \frac{115,2}{0,040} = 2,88 \cdot 10^3 \text{ g verrijkt uraan per uur nodig.}$$

Afgerond: 2,9 kg.