

### Opgave 5 Kernfusie

In de zon fuseren waterstofkernen tot heliumkernen. Bij fusie komt energie vrij. Op deze manier produceert de zon per seconde  $3,9 \cdot 10^{26}$  J. Alle energiecentrales op aarde produceren samen in één jaar ongeveer  $1,0 \cdot 10^{14}$  kWh.

- 3p **18** Bereken hoeveel jaar de centrales op aarde moeten werken om evenveel energie te produceren als de zon in één seconde doet.

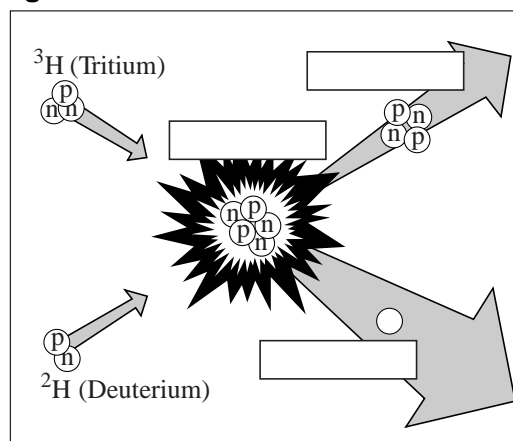
Alleen in het binnenste van de zon vindt kernfusie plaats omdat de temperatuur daar hoog genoeg is (ruim tien miljoen graden Celsius). Waterstofkernen fuseren als ze elkaar heel dicht naderen.

- 3p **19** Leg uit waarom waterstofkernen alleen bij een (zeer) hoge temperatuur elkaar dicht kunnen naderen.

Op verschillende plaatsen op aarde staan experimentele kernfusiereactoren. In figuur 15 is schematisch de reactie afgebeeld die in deze reactoren plaatsvindt. Figuur 15 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 3p **20** Schrijf in de figuur op de uitwerkbijlage:
- in de twee bovenste rechthoeken de symbolen van de betreffende elementen en hun massagetal;
  - in de onderste rechthoek de naam van het deeltje dat bij de reactie vrijkomt.

figuur 15



Tijdens een experiment in een van de reactoren is gedurende 1,5 seconde een vermogen opgewekt van 16 MW. Bij de fusie van een deuteriumkern met een tritiumkern wordt een massa van  $3,14 \cdot 10^{-29}$  kg omgezet in energie.

- 5p **21** Bereken hoeveel kg deuterium in deze tijd is gefuseerd. (Aanwijzing: bereken eerst de energie die bij de fusie van een deuteriumkern en een tritiumkern vrijkomt en vervolgens het aantal fusiereacties dat heeft plaatsgevonden.)

De twee ‘grondstoffen’ van de fusiereactor zijn deuterium en tritium. Beide stoffen zijn isotopen van waterstof, dus zeer brandbaar. Met een van deze twee stoffen moet men extra voorzichtig omgaan.

- 2p **22** Welke stof is dat? Licht je antwoord toe met een natuurkundig argument.

uitwerkbijlage

20

