

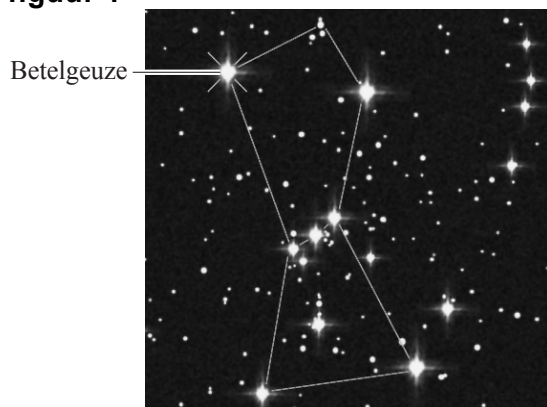
Opgave 5 Betelgeuze

Gegevens over de zon, andere sterren en planeten zijn te vinden in de tabellen 31, 32B en 32C van het informatieboek Binas.

De ster Betelgeuze in het sterrenbeeld Orion is een zogenaamde rode superreus. Zie figuur 1.

Een rode superreus dankt zijn naam aan de kleur licht die hij uitzendt en aan zijn enorme omvang.

figuur 1



Stel je voor dat het middelpunt van Betelgeuze zich op de plaats van de zon zou bevinden.

- 2p **20** Ga na welke planetenbanen dan geheel binnen de omvang van Betelgeuze zouden vallen.

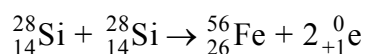
Tijdens zijn levensloop is Betelgeuze enorm uitgezet, waarbij zijn temperatuur gedaald is tot een waarde die lager is dan die van de zon.

Zijn stralingskromme valt daardoor grotendeels in het rode en infrarode gebied van het stralingsspectrum.

- 3p **21** Bereken de golflengte die hoort bij de top van de stralingskromme van Betelgeuze.

Als in een ster de voorraad waterstof is verbruikt, kunnen fusiereacties optreden tussen zwaardere elementen. In zeer zware sterren kunnen zelfs twee silicium-28-kernen fuseren tot één ijzer-56-kern.

Hierbij hoort de volgende kernreactievergelijking:



- 4p **22** Bereken hoeveel energie er bij één zo'n fusiereactie vrijkomt.

Let op: de laatste vragen van dit examen staan op de volgende pagina.

Voor het vermogen dat een ster uitstraalt in de vorm van stralingsenergie geldt:

$$P = cr^2T^4$$

Hierin is:

- c een constante;
- r de straal van de ster in m;
- T de temperatuur van de ster in K.

Uit waarnemingen blijkt dat er voor de meeste sterren ook een verband bestaat tussen het vermogen P_{ster} dat de ster uitstraalt en de massa M_{ster} van de ster. Ten opzichte van de zon geldt de volgende relatie:

$$\frac{P_{\text{ster}}}{P_{\text{zon}}} = \left(\frac{M_{\text{ster}}}{M_{\text{zon}}} \right)^{\frac{7}{2}}$$

Als de massa van een ster groter is dan 10 maal de massa van de zon, zal de ster aan het eind van haar leven ontploffen als een zogenaamde supernova.

- 4p **23** Ga door middel van een berekening na of Betelgeuze zal ontploffen als een supernova.

Op 29 maart 2003 werd aan de hemel een zeer bijzonder verschijnsel waargenomen: een gammaflits. Deze werd veroorzaakt doordat zeer ver weg een zeer zware ster die aan het eind van haar leven was, ontplofte.

Bij een gammaflits zendt de ster per seconde evenveel energie uit als de zon in tien miljard jaar, voornamelijk in de vorm van gammastraling.

Als Betelgeuze aan het eind van haar leven een gammaflits met hetzelfde vermogen produceert, ontvangt de aarde een zeer grote stralingsintensiteit.

De stralingsintensiteit die de aarde *van de zon* ontvangt, bedraagt $1,4 \cdot 10^3 \text{ W m}^{-2}$.

- 4p **24** Bereken de stralingsintensiteit van de gammaflits van Betelgeuze die de aarde zou bereiken in verhouding tot de stralingsintensiteit van de zon op aarde.