

- 13 In het HR-diagram in BINAS tabel 33 staan de sterren Sirius en Aldebaran. Uit dit diagram volgt dat de effectieve temperatuur van Sirius $1 \cdot 10^4$ K is en die van Aldebaran $4 \cdot 10^3$ K. Aldebaran is een rode reus.
- a Leg uit welke kleur Sirius heeft.
 - b Bepaal met behulp van het HR-diagram de verhouding tussen de straal van Sirius en de straal van Aldebaran.
 - c Beredeneer welke van deze twee sterren het verst is in zijn levenscyclus.

Voor de meeste sterren blijkt het uitgezonden vermogen ook af te hangen van de massa van de ster. Ten opzichte van de zon geldt de volgende relatie:

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

- P is het uitgezonden vermogen in W.
- M is de massa in kg.

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

- b 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 heel ver weg een erg zware ster aan het eind van zijn leven 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 zijn leven een gammaflits met hetzelfde vermogen produceert, ontvangt de aarde een zeer grote stralingsintensiteit. De stralingsintensiteit van de zon op aarde vind je in BINAS tabel 32C bij ‘zonneconstante op aarde’.

- c Bereken de stralingsintensiteit van de gammaflits van Betelgeuze die de aarde dan bereikt in verhouding tot de zonneconstante.

Opgave 13

- a De kleur van Sirius bepaal je met behulp van de wet van Wien.

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = k_W$$

$$k_W = 2,8977721 \cdot 10^{-3} \text{ m K} \quad (\text{zie BINAS tabel 7})$$

$$T = 1,0 \cdot 10^4 \text{ K}$$

$$\text{Invullen levert: } \lambda_{\text{max}} \cdot 1,0 \cdot 10^4 = 2,8977721 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{\text{max}} = 2,897 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Dit betekent dat de golflengte van het stralingsmaximum in het uv-gebied ligt. In dat geval zijn alle kleuren licht aanwezig, maar er is relatief veel blauw licht. Sirius heeft daarom een (blauw)witte kleur.

- b Het HR-diagram heeft een logaritmische schaal voor de straal: de afstanden tussen de streeplijnen zijn gelijk, maar de straal neemt met een factor 10 toe.

De straal van Sirius ligt op 0,2 tussen de streeplijnen met bijschrift $1 R_{\odot}$ en $10 R_{\odot}$.

De straal van Sirius is dus $10^{0,2} \cdot R_{\odot} = 1,58 \cdot R_{\odot}$.

Voor Aldebaran vind je $10^{1,8} \cdot R_{\odot} = 63,0 \cdot R_{\odot}$.

$$\text{De verhouding is dus } \frac{1,58 \times R_{\text{zon}}}{63,0 \times R_{\text{zon}}} \approx 0,02507.$$

De verhouding tussen de straal van Sirius en de straal van Aldebaran is afgerond 0,03.

- c Volgens het HR-diagram van BINAS tabel 33 zit Sirius in de hoofdreeks. Aldebaran is een rode reus. Aldebaran is dus verder in zijn levenscyclus dan Sirius.