

Zelftoets

Hoofdstuk 13 - antwoorden

Opgave 1

- Als de temperatuur van het voorwerp door het uitzenden van stralingsenergie afneemt, ontstaat er (door het temperatuurverschil) een energiestroom vanuit de omgeving naar het voorwerp. Daardoor blijft de temperatuur van het voorwerp constant.
- Bij de omgevingstemperatuur liggen de golflengtes van de uitgezonden straling in het (niet-zichtbare) infrarood. Voor die straling is ons oog niet gevoelig.

Opgave 2

Wet van Wien: $T_{\text{eff}} = \frac{k_W}{\lambda_{\text{max}}} = 3,60 \cdot 10^3 \text{ K}$.

De golflengte van 805 nm ligt in het infrarood. De kleur van deze ster zal dus roodachtig zijn.

Opgave 3

- Wet van Stefan-Boltzmann: $P_{\text{bron}} = \sigma \cdot 4\pi \cdot R^2 \cdot T_{\text{eff}}^4 = 9,53 \cdot 10^{27} \text{ W} = 25 \cdot P_{\text{zon}}$.
- Binas geeft voor Sirius A de afstand r tot de aarde en de waarde van de zonneconstante I_{zon} . Stralingsintensiteit I van Sirius A op aarde: $I = \frac{P_{\text{bron}}}{4\pi \cdot r^2} = \frac{9,53 \cdot 10^{27}}{4\pi \times (8,2 \cdot 10^{16})^2} = 1,13 \cdot 10^{-7} \text{ W/m}^2 = 8,2 \cdot 10^{-11} \cdot I_{\text{zon}}$.

Opmerking: de verhouding van de stralingsintensiteiten is ook te berekenen met $\frac{I}{I_{\text{zon}}} = \frac{P_{\text{bron}}}{P_{\text{zon}}} \cdot \left(\frac{r_{\text{ZA}}}{r}\right)^2$.

Opgave 4

- Onjuist: op een verticale lijn in het HRD (bij eenzelfde oppervlaktetemperatuur) liggen sterren met verschillend totaal stralingsvermogen (kijk maar naar de hoofdreekssterren, de reuzen en de superreuzen). Verbeterde uitspraak: sterren met dezelfde oppervlaktetemperatuur kunnen een sterk uiteenlopend totaal stralingsvermogen hebben.
- Onjuist: op een horizontale lijn in het HRD (bij eenzelfde totale stralingsvermogen) liggen sterren met verschillende straal (kijk maar naar de hoofdreekssterren en reuzen met eenzelfde stralingsvermogen, of naar de superreuzen). Verbeterde uitspraak: sterren met eenzelfde totale stralingsvermogen kunnen een sterk uiteenlopende straal hebben.
- Juist: de hoofdreekssterren liggen ruwweg rond de lijn $R = 1 \cdot R_{\text{zon}}$. Er is dus wel variatie in de straal van deze sterren, maar die straal heeft wel dezelfde orde van grootte.
- Onjuist: de reuzen liggen vrijwel op een verticale lijn in het HRD en hebben dus een duidelijk verschillend totaal stralingsvermogen. Wat wel dezelfde orde van grootte heeft is de oppervlaktetemperatuur van de reuzen. Verbeterde uitspraak: reuzen hebben een oppervlaktetemperatuur van dezelfde orde van grootte.

Opgave 5

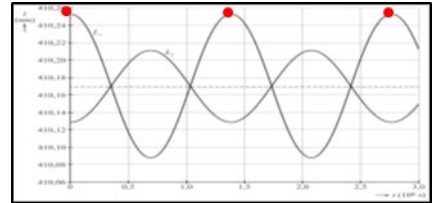
Door de absorptielijnen in het sterspectrum te vergelijken met de in het laboratorium opgenomen lijnenspectra van elementen is vast te stellen welke elementen in de buitenste laag van de ster voorkomen.

Opgave 6

- Voor het aanslaan van kwik vanuit de grondtoestand is een foton met een energie van minstens 4,67 eV nodig, en dus met een golflengte gelijk aan of kleiner dan $\lambda = \frac{h \cdot c}{E_f} = 2,66 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 266 \text{ nm}$. Deze golflengtes liggen in het ultraviolet. Het kwikatoom kan dus niet door absorptie van zichtbaar licht vanuit de grondtoestand in een aangeslagen toestand terechtkomen.
- Energie-niveau E_x : $\frac{h \cdot c}{\lambda} = 7,74 - E_x \rightarrow E_x = 5,46 \text{ eV}$.

Opgave 7

- a) De sterren liggen op een lijn die steeds door M gaat. Als de ene ster een volledige omloop heeft gemaakt, moet de andere ster dat dus ook gedaan hebben. De sterren hebben dus dezelfde omlooptijd.
- b) Zie Binas: energieniveauschema van waterstof. Het gaat hier om de in Binas genoemde lijn van 410 nm uit de Balmerree, die hoort bij de overgang van $n = 6$ naar $n = 2$.
- c) De golflengteverschuiving als gevolg van het dopplereffect in het golflengteverloop van L_2 is het kleinst, zodat dit golflengteverloop hoort bij de ster met de kleinste snelheid. Dat is ster A, want die ster beweegt in de baan met de kleinste straal en heeft dus (bij gelijke omlooptijd van de beide sterren) de kleinste snelheid.
- d) Zie figuur 4. In figuur 1B (van de opgave) is de radiale snelheid van beide sterren maximaal, en is de golflengteverschuiving als gevolg van het dopplereffect dus ook maximaal. Lijn L_1 hoort bij ster B. In figuur 16B beweegt ster B van de waarnemer af, en is er dus sprake van een roodverschuiving (richting grotere golflengte). Het punt b zal dus op de drie toppen van lijn L_1 liggen.



Figuur 4

- e) Ster A (maximale golflengteverschuiving bij lijn L_2 aflezen uit figuur 3):

$$\Delta\lambda_A = 0,04 \text{ nm. Radiale snelheid: } \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v_r}{c} = 1,0 \cdot 10^{-4} \rightarrow v_{r,A} = 3,0 \cdot 10^4 \text{ m/s.}$$

$$\text{Omlooptijd (aflezen uit figuur 3): } T = 1,38 \cdot 10^6 \text{ s. Baanstraal: } v = \frac{2\pi r}{T} \rightarrow r_A = 6,6 \cdot 10^9 \text{ m.}$$

Ster B: De maximale golflengteverschuiving is $2 \times$ zo groot als die bij ster A. Dan is de snelheid, en dus ook de baanstraal $2 \times$ zo groot als die van ster A: $r_B = 13,2 \cdot 10^9 \text{ m}$.

Einde