Adelaarsnevel

13 maximumscore 5

uitkomst: $E_\mathrm{f} = 1{,}8892\ (\mathrm{eV})$

voorbeeld van een antwoord:

– Er geldt: $E_\mathrm{f} = \dfrac{hc}{\lambda}$

Invullen levert $E_\mathrm{f} = \dfrac{6{,}62607 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}99792 \cdot 10^{8}}{656{,}28 \cdot 10^{-9}} = 3{,}02682 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$

Omrekenen naar eV geeft:

$E_\mathrm{f} = \dfrac{3{,}02682 \cdot 10^{-19}}{1{,}60218 \cdot 10^{-19}} = 1{,}8892\ \mathrm{eV}$

– Voor de energieniveaus van het waterstofatoom geldt $E_n = -\dfrac{13{,}6\ \mathrm{eV}}{n^2}$.

Het eerste aangeslagen niveau is $n = 2$ en het tweede is $n = 3$, dus voor de energie van de overgang geldt:

$\left|E_{2\to 3}\right| = \left(\dfrac{1}{2^2} - \dfrac{1}{3^2}\right) \cdot 13{,}6\ \mathrm{eV} = 1{,}89\ \mathrm{eV}$.

(Deze energie is gelijk aan de fotonenergie van de 656,28 nm-lijn.)

– (Het gaat om een emissielijn, dus) de overgang is van de tweede aangeslagen toestand naar de eerste.

- gebruik van $E_\mathrm{f} = \dfrac{h \cdot c}{\lambda}$ — 1
- omrekenen van J naar eV — 1
- gebruik van $E_n = -\dfrac{13{,}6\ \mathrm{eV}}{n^2}$ met $n = 2$ en $n = 3$ — 1
- inzicht dat het een overgang van een hogere naar een lagere aangeslagen toestand betreft — 1
- completeren van de berekeningen en significantie van E_f — 1

Opmerking

Als de kandidaat voor het omrekenen van J *naar* eV *gebruikmaakt van ScienceData tabel 1.3 is het juiste aantal significante cijfers twee.*

14 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
Voor het aanslaan of het ioniseren van waterstof is veel energie nodig (respectievelijk 12,1 eV en 13,6 eV). De fotonenergie van zichtbaar licht is daarvoor niet voldoende. (Dus moet de frequentie van de uitgezonden straling groter zijn dan van zichtbaar licht.)

- inzicht dat waterstof geïoniseerd / voldoende aangeslagen moet worden 1
- inzicht dat de fotonenergie van zichtbaar licht niet voldoende is 1

15 **maximumscore 2**

voorbeeld van een antwoord:
De ster zendt het overgrote deel van de straling uit in het golflengtegebied onder 380 nm. (Dus met een frequentie groter dan van zichtbaar licht.)

- inzicht in de golflengtes van zichtbaar licht 1
- inzicht dat de ster vrijwel alleen straling met kleinere golflengtes uitzendt 1

16 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:
De top van het spectrum ligt bij $\lambda_{\text{max}} = 0,07\ \mu\text{m}$.
Er geldt: $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}}$.
Invullen levert: $T = \dfrac{k_{\text{W}}}{\lambda_{\text{max}}} = \dfrac{2,90 \cdot 10^{-3}}{0,07 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^{4}\ \text{K}$

- gebruik van $\lambda_{\text{max}} T = k_{\text{W}}$ 1
- bepalen van λ_{max} tussen $0,065\ \mu\text{m}$ en $0,080\ \mu\text{m}$ 1
- completeren van de bepaling 1

17 **maximumscore 5**

uitkomst: $R = 1 \cdot 10^{10}\ \text{m}$

voorbeeld van een antwoord:

– Voor een ster op de hoofdreeks volgt uit het HR-diagram bij $T = 4 \cdot 10^{4}\ \text{K}$ dat $\dfrac{P}{P_{\text{zon}}} = 10^{5,7}$.
Dus $P_{\text{ster}} = 10^{5,7} \cdot P_{\text{zon}} = 10^{5,7} \cdot 3,85 \cdot 10^{26}\ \text{W} = 1,93 \cdot 10^{32}\ \text{W}$.
Dit is gelijk aan $2 \cdot 10^{32}\ \text{W}$.

– Voor het uitgestraalde vermogen geldt: $P = \sigma A T^4$ met $A = 4\pi R^2$.
Invullen en uitwerken levert:

$$R = \left(\frac{P}{4\pi\sigma T^4}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2\cdot 10^{32}}{4\pi\cdot 5,6\cdot 10^{-8}\cdot(4\cdot 10^4)^4}\right)^{\frac{1}{2}} = 1\cdot 10^{10}\ \text{m}$$

- bepalen van $\dfrac{P}{P_{zon}}$ tussen $10^{5,6}$ en $10^{5,8}$ — 1
- opzoeken van P_{zon} — 1
- gebruik van $P = \sigma A T^4$ — 1
- gebruik van $A = 4\pi R^2$ — 1
- completeren van de bepaling en de berekening — 1

Opmerking
In Science Data staat voor het vermogen van de zon $3,84\cdot 10^{26}$ W.

18 maximumscore 4

voorbeeld van een antwoord:
De stralingsintensiteit tussen 400 en 800 nm is
$\dfrac{4,7\cdot 10^{-11}\ \text{W m}^{-2}}{0,60} = 7,8\cdot 10^{-11}\ \text{W m}^{-2}$. Dit komt overeen met 0,2 hokje in het diagram.
De oppervlakte onder de grafiek tussen 0 en $0,4\ \mu\text{m}$ is 8,5 hokjes. (De totale oppervlakte is dus 8,7 hokje.) Dus de totale ontvangen stralingsintensiteit is $\dfrac{8,7}{0,2}\cdot 7,8\cdot 10^{-11} = 3,4\cdot 10^{-9}\ \text{W m}^{-2}$

- inzicht dat de oppervlakte onder de grafiek gelijk is aan de ontvangen stralingsintensiteit — 1
- inzicht dat de oppervlakte van 400-800 nm vergeleken moet worden met de totale oppervlakte onder de grafiek — 1
- bepalen van de totale oppervlakte onder de grafiek tussen 8 en 10 hokjes en in rekening brengen van de factor 0,60 — 1
- completeren van de bepaling — 1

19 **maximumscore 3**

voorbeeld van een antwoord:

Er geldt: $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$ dus $r = \left(\dfrac{P}{4\pi I}\right)^{\frac{1}{2}}$.

Invullen levert: $r = \left(\dfrac{2 \cdot 10^{32}}{4\pi \cdot 3{,}4 \cdot 10^{-9}}\right)^{\frac{1}{2}} = 7 \cdot 10^{19}\ \text{m}$.

Omrekenen geeft: $r = \dfrac{7 \cdot 10^{19}}{9{,}46 \cdot 10^{15}} = 7 \cdot 10^{3}$ lichtjaar. De ster bevindt zich dus in of nabij de Adelaarsnevel. (Dus aan voorwaarde 1 kan zijn voldaan.)

- gebruik van $I = \dfrac{P}{4\pi r^2}$ — 1
- omrekenen naar lichtjaar — 1
- completeren van de berekening en consequente conclusie — 1