

Als je een ander antwoord vindt, zijn er minstens twee mogelijkheden: óf dit antwoord is fout, óf jouw antwoord is fout.

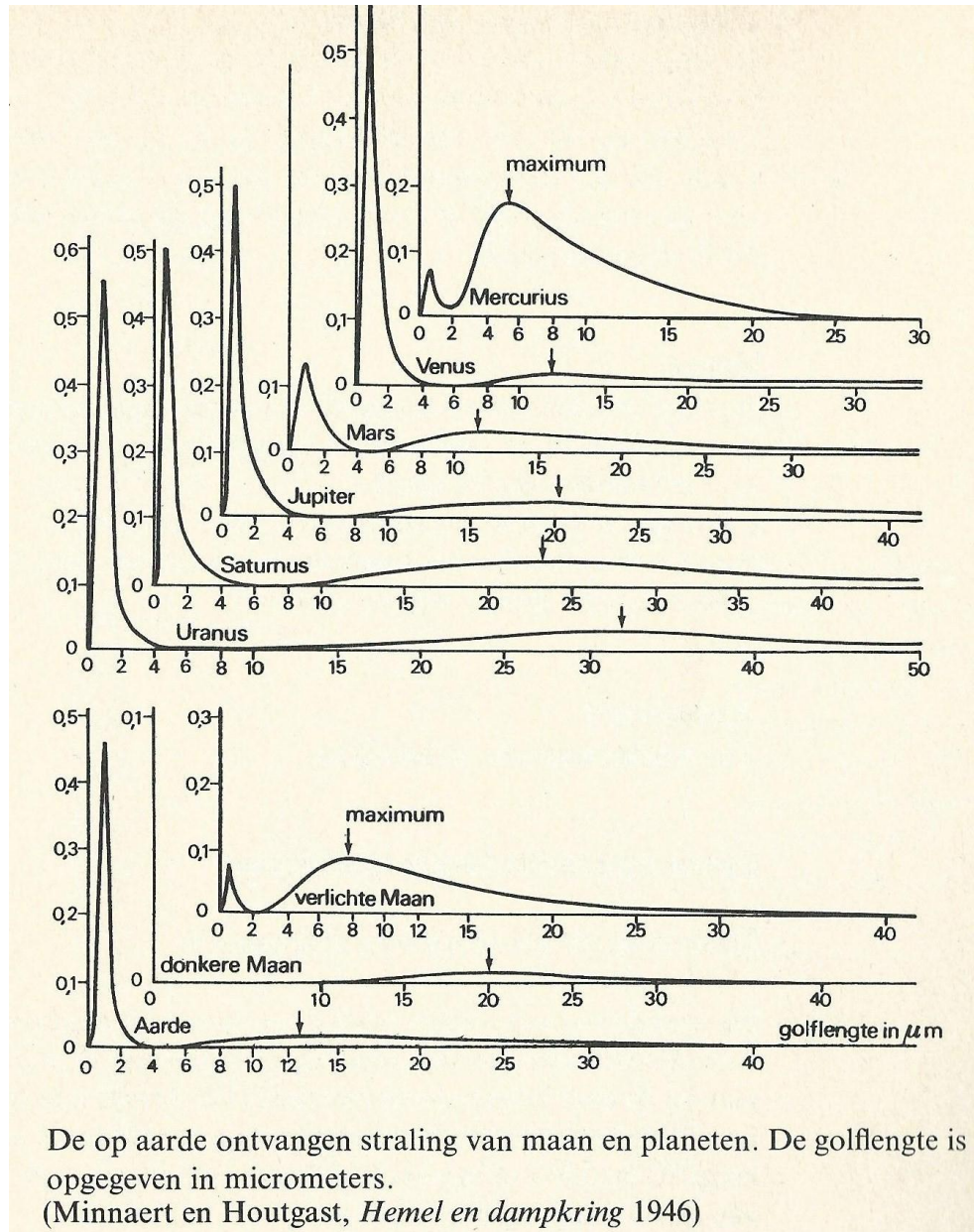
Als je er (vrijwel) zeker van bent dat een antwoord fout is, stuur dan een briefje naar www.stevin.info. Alvast bedankt.

Opgaven 14.1 Elektromagnetische straling

- 1 a** Slechts een klein gedeelte van het elektromagnetisch spectrum kan door onze ogen worden waargenomen (zie *Binas* tabel 19B). Wat we niet kunnen zien (bijvoorbeeld IR) is dan zwart. De voorwerpen in de kamer hebben een lage temperatuur en zenden IR uit. -
- b¹** Zichtbaar licht dat door je pupil je oog binnen gaat wordt geabsorbeerd door je netvlies. Er komt geen zichtbaar licht je oog meer uit \Rightarrow zwarte pupil. -
- b²** $T = 37\text{ }^\circ\text{C} = 37 + 273 = 310\text{ K}$
 $\lambda_{\text{top}} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = k_{\text{w}}/T = 2,8978 \cdot 10^{-3}/310 = 9,35 \cdot 10^{-6}\text{ m}$ (onzichtbaar, want dit is nabij IR) -
- c¹** $T = 273 + 0 = 273\text{ K}$
 $\lambda_{\text{top}} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = k_{\text{w}}/T = 2,8978 \cdot 10^{-3}/273 = 1 \cdot 10^{-5}\text{ m} \Rightarrow$ nabij/ver IR (*Binas* tabel 19B) -
- c²** $\lambda_{\text{top}} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = k_{\text{w}}/T = 2,8978 \cdot 10^{-3}/4 = 7 \cdot 10^{-4}\text{ m} \Rightarrow$ ver IR (*Binas* tabel 19B) -
- 2 -** $\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 2,9 \cdot 10^{-3}/10^7 = 2,9 \cdot 10^{-10}\text{ m}$
 Dit is R -straling (*Binas* tabel 19B) -
- 3 a¹** $\lambda_{\text{top}} = 1,05 \cdot 10^{-6}\text{ m}$ 1,05 · 10⁻⁶ m
- a²** $\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \Rightarrow T = 2,898 \cdot 10^{-3}/(1,05 \cdot 10^{-6}) = 2,76 \cdot 10^3\text{ K}$ 2,76 · 10³ K
- b** Nabij infrarood (*Binas* tabel 19B) -
- c** Dan kom je steeds dichterbij het smeltpunt van wolfram en zal de gloeidraad snel verdampen/doorbranden. -
- d** Zichtbaar is $750\text{ nm} < \lambda < 400\text{ nm}$ (*Binas* tabel 19A), dus $0,75\text{ }\mu\text{m} < \lambda < 0,4\text{ }\mu\text{m} \Rightarrow$ Het stukje tussen $0,4\text{ }\mu\text{m}$ en $0,75\text{ }\mu\text{m}$ arceren. -
- e** Het gearceerde deel is ongeveer $1/5^e$ deel van het oppervlak links van de top. \Rightarrow Rendement $\approx 1/5 \times 25 = 5\%$ -
- 4 a** $k_{\text{w}} = 2,8978 \cdot 10^{-3}\text{ mK}$ (*Binas* tabel 7) 5,80 · 10³ K
 $\lambda_{\text{top}} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow T = k_{\text{w}}/\lambda_{\text{top}} = 2,8978 \cdot 10^{-3}/(500 \cdot 10^{-9}) = 5,80 \cdot 10^3\text{ K}$
- b** $\lambda_{\text{top}} \cdot T = 89,2 \cdot 10^{-9} \cdot 32500 = 2,90 \cdot 10^{-3} = k_{\text{w}}$ -
- c** Het gedeelte rechts van λ_{top} in de stralingskromme (of Planck-kromme) heeft een grotere golflengte en ligt in het zichtbare gebied van het elektromagnetisch spectrum \Rightarrow blauw-witte ster. -
- d** Slechts een klein gedeelte van het elektromagnetisch spectrum kan door onze ogen worden waargenomen (zie *Binas* tabel 19B). Wat we niet kunnen zien (bijvoorbeeld IR) is dan zwart. De voorwerpen in de kamer hebben een lage temperatuur en zenden IR uit. -
- 5 a** $\lambda_{\text{top}} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = k_{\text{w}}/T \Rightarrow$ Als T lager is, dan is λ_{top} groter. -
- b¹** $\lambda_{\text{top}2}$ -
- b²** Het oppervlak van de zon heeft een effectieve temperatuur van $5,78 \cdot 10^3\text{ K}$ (*Binas* tabel 32B)
 $\lambda_{\text{top}1} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}1} = k_{\text{w}}/T = 2,8978 \cdot 10^{-3}/5,78 \cdot 10^3 = 501\text{ nm}$ (zie ook vraag 18 of *Binas* tabel 22 over de Planck-krommen). 501 nm
 De gemiddelde oppervlaktetemperatuur van Mars (overdag) is 300 K (*Binas* tabel 31). 9,66 μm
 $\lambda_{\text{top}2} \cdot T = k_{\text{w}} \Rightarrow \lambda_{\text{top}2} = k_{\text{w}}/T = 2,8978 \cdot 10^{-3}/300 = 9,66\text{ }\mu\text{m}$.

c De pieken liggen nu veel dichter bij elkaar.

λ_{top1} is gereflecteerd zonlicht, dus blijft op dezelfde plek. λ_{top2} is $7/3 = 2,3$ keer kleiner, want de oppervlaktetemperatuur van mercurius (700 K) is hoger dan van Mars (300 K). Deze piek komt ongeveer bij hokje 3.



- | | | | |
|---|---|--|--------------------------|
| 6 | a | $\lambda_{top} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \Rightarrow T = 2,898 \cdot 10^{-3} / (511 \cdot 10^{-9}) = 5,67 \cdot 10^3 \text{ K}$ | 5,67 · 10 ³ K |
| | b | Rigel Kent A is een dubbelster met dezelfde oppervlaktetemperatuur (<i>Binas</i> tabel 32B). | - |
| 7 | a | Combineer de wetten van Stefan-Boltzmann: $P = \sigma A \cdot T^4$ en Wien: $\lambda_{top} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3}$
Met de laatste bereken je $T = 2,898 \cdot 10^{-3} / (480 \cdot 10^{-9}) = 6037,5 \text{ K}$
$P = 5,670 \cdot 10^{-8} \cdot 1,0 \cdot 10^{-4} \cdot 6037,5^4 = 7,5 \text{ kW}$ | 7,5 kW |
| | b | Dat de kwiklamp een ideale zwarte straler is ($\epsilon = 1$). | - |
| 8 | a | $\lambda_{top} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \Rightarrow T = 2,898 \cdot 10^{-3} / (9,8 \cdot 10^{-6}) = 3,0 \cdot 10^2 \text{ K} = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ | 23 °C |
| | b | λ wordt twee keer zo klein, dus T twee keer zo hoog $\Rightarrow P$ wordt $2^4 = 16$ keer zo groot. | 16x |
| 9 | - | $P = \sigma A \cdot T^4$ invullen $\Rightarrow 35 = (5,670 \cdot 10^{-8}) \cdot (6 \cdot 10^{-4}) \cdot T^4 \Rightarrow$
$T = \sqrt[4]{\frac{35}{5,670 \cdot 10^{-8} \cdot 6 \cdot 10^{-4}}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ K} = 7,3 \cdot 10^2 \text{ }^\circ\text{C}$ | 7,3 · 10 ² °C |

Opgaven 14.2 – Sterren spotten

10	a	Dat enkele lijnen dezelfde golflengte hebben.	–
	b	Deze waterstofatomen worden aangeslagen vanuit de grondtoestand naar hogere energieniveaus ($n = 2, 3 \dots$) en vallen daarna terug naar $n = 1$. Zo ontstaan de absorptielijnen in het zonnenspectrum van vraag a.	–
	c	Bij die hoge temperatuur bevinden de waterstofatomen zich al in hogere aangeslagen toestand ($n > 1$).	–
11	a	Het zijn geen emissielijnen, maar absorptielijnen.	–
	b¹	Zie de tekening van p. 55 \Rightarrow Algol B heeft grotere snelheid v dan Algol A $\Rightarrow \Delta\lambda$ van Algol B $>$ $\Delta\lambda$ van Algol A. Dus $\Delta\lambda = \pm 0,45$ nm hoort bij Algol B.	–
	b²	Als $\Delta\lambda > 0$ is, dan is er 'roodverschuiving' en beweegt Algol B zich van ons af.	–
	c¹	$v = (\Delta\lambda/\lambda_0) \cdot c = (0,45/589,00) \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 2,29 \dots 10^6$ m/s = $2,3 \cdot 10^6$ m/s	$2,3 \cdot 10^6$ m/s
	c²	$T = 2,9$ d = $2,9 \cdot 24 \cdot 3600 = 2,5 \dots 10^5$ s $v = 2\pi r/T \Rightarrow r = vT/2\pi = 2,3 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \dots 10^5 / 2\pi = 9,1 \cdot 10^9$ m	$9,1 \cdot 10^9$ m
12	a	Manier 1: 1 lichtjaar = $9,461 \cdot 10^{15}$ m $v = x/t = 2,54 \cdot 10^6 \cdot 9,461 \cdot 10^{15} / (4 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600) = 1,9 \dots 10^5$ m/s = $2 \cdot 10^5$ m/s Manier 2: $v = \frac{2,54 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^9} \cdot 3 \cdot 10^8 = 2 \cdot 10^5$ m/s	$2 \cdot 10^5$ m/s
	b	$\lambda_{H\text{-rood}} = 656 \cdot 10^{-9}$ m (Binas tabel 20-2 in combinatie met 21A) $\Delta\lambda = (v/c) \cdot \lambda = (1,9 \dots 10^5 / (3 \cdot 10^8)) \cdot 656 \cdot 10^{-9} = 4 \cdot 10^{-10}$ m	$4 \cdot 10^{-10}$ m
13	a	$v/c = \Delta\lambda/\lambda \Rightarrow v = (\Delta\lambda/\lambda) \cdot c = (1,57/393,3) \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 1,19 \dots 10^6 = 1,20 \cdot 10^6$ m/s	$1,20 \cdot 10^6$ m/s
	b	1 Mpc = $1 \cdot 10^6 \cdot 3,08572 \cdot 10^{16} = 3,08572 \cdot 10^{22}$ m $H = v/d = 1,19 \dots 10^6 / (22 \cdot 3,08572 \cdot 10^{22}) = 1,76 \cdot 10^{-18}$ s ⁻¹	$1,76 \cdot 10^{-18}$ s ⁻¹
14	a	Van $10^{3,4}$ K (rechts) tot $10^{4,6}$ K (links), dus van $2,5 \cdot 10^3$ K tot $4,0 \cdot 10^4$ K	$2,5 \cdot 10^3$ K tot $4,0 \cdot 10^4$ K
	b	De afstand tussen 2 en 10 en tussen 10 en 50 is 16,5 mm; die hoort bij $\log 5 = 0,699$. De afstand tussen 10 en de rechterkant is 20 mm; die hoort dus bij $20/16,5 \cdot 0,699 = 0,847 \Rightarrow 10^{0,847} = 7,0 \Rightarrow T_{\text{rechts}} = 10 \cdot 10^3 / 7 = 1,4 \cdot 10^3$ K De afstand tussen 10 en de linkerkant is ook 20 mm; $\Rightarrow T_{\text{rechts}} = 10 \cdot 10^3 \times 7 = 70 \cdot 10^3$ K	$1,4 \cdot 10^3$ K $70 \cdot 10^3$ K
15	-	$P_{\text{zon}} = 3,85 \cdot 10^{26}$ W en $m_{\text{zon}} = 1,9884 \cdot 10^{30}$ kg $E = P \cdot t = 3,85 \cdot 10^{26} \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 = 6,07 \cdot 10^{43}$ J $m = E/c^2 = 6,07 \cdot 10^{43} / (3 \cdot 10^8)^2 = 6,75 \cdot 10^{26}$ kg verdwenen is dan $\{6,75 \cdot 10^{26} / (1,9884 \cdot 10^{30})\} \cdot 100\% = 0,033$ % De massa van de zon is dan vrijwel hetzelfde als nu.	vrijwel gelijk aan die van nu
16	-	De L van een zonachtige ster is P_{zon} . Wij meten $l = 5 \cdot 10^{-10}$ w/m ² . $l = L/(4\pi d^2) = P_{\text{zon}}/(4\pi d^2) \Rightarrow d = \sqrt{(P_{\text{zon}}/(4\pi \cdot l))} \Rightarrow$ $d = \sqrt{(3,85 \cdot 10^{26} / (4\pi \cdot 5 \cdot 10^{-10}))} = 2,47 \dots 10^{17}$ m = $2 \cdot 10^{17}$ m (1 lichtjaar = $9,461 \cdot 10^{15}$ m $\Rightarrow d = 2,47 \dots 10^{17} / (9,461 \cdot 10^{15}) = 26$ lichtjaar)	$2 \cdot 10^{17}$ m (26 lichtjaar)
17	a	$L \sim M^k \Rightarrow \log(L) \sim \log(M)^k \Rightarrow \log(L) \sim k \cdot \log(M)$ Op de y-as is $\log(L)$ uitgezet en op x-as $\log(M) \Rightarrow$ rc van de rechte lijn is k De rc van de lineaire trendlijn door de oorsprong is $k = 3,8$	–
	b	$M/M_{\text{zon}} = 20$ $L \sim M^{3,8} \Rightarrow L/L_{\text{zon}} = 20^{3,8} = 8,8 \cdot 10^4$	$8,8 \cdot 10^4$
	c¹	$L_{\text{Polaris}}/L_{\text{zon}} = 2400$	2400

$$\begin{aligned}c^2 \quad M_{\text{zon}} &= 1,9884 \cdot 10^{30} \text{ kg} \\ \log(L_{\text{Polaris}}/L_{\text{zon}}) &= 3,8 \cdot \log(M_{\text{Polaris}}/M_{\text{zon}}) \\ \log(2400) &= 3,8 \cdot \log(M_{\text{Polaris}}/M_{\text{zon}}) \Rightarrow \log(M_{\text{Polaris}}/M_{\text{zon}}) = 1/3,8 \times \log(2400) = 0,889.. \\ M_{\text{Polaris}}/M_{\text{zon}} &= 10^{0,889..} = 7,75.. \Rightarrow M_{\text{Polaris}} = 7,75.. \cdot 1,9884 \cdot 10^{30} = 1,5 \cdot 10^{31} \text{ kg}\end{aligned}$$

Opgaven hoofdstuk 14		
18	a	De slang is koudbloedig en heeft dezelfde temperatuur als zijn omgeving. De slang valt dus niet op. De parkwachter (hoofd en handen) is warm en is dus goed te zien op de warmtecamera. -
	b	$\lambda = c/f$ $\lambda_{\text{top}} = 3,00 \cdot 10^8 / f_{\text{top}}$ invullen in de wet van Wien $\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3}$ $(3,00 \cdot 10^8 / f_{\text{top}}) \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3}$ $f_{\text{top}} = 3,00 \cdot 10^8 / (2,89777 \cdot 10^{-3}) \cdot T = 1,04 \cdot 10^{11} \cdot T$ -
	c	$T_{\text{slang}} = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$ en $T_{\text{stropen}} = 37 \text{ °C} = 310 \text{ K}$ $f_{\text{top,slang}} = 1,04 \cdot 10^{11} \cdot 273 = 2,84 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ 2,84 · 10¹³ Hz $f_{\text{top,stropen}} = 1,04 \cdot 10^{11} \cdot 310 = 3,22 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$ 3,22 · 10¹³ Hz
19	a	$\lambda_{\text{top}}^{-1} = 1/\lambda_{\text{top}} = 5,5 \text{ cm}^{-1} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 0,18 \text{ cm} = 0,18 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 1,8 \cdot 10^6 \text{ nm}$ 1,8 · 10⁶ nm
	b	$\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3}$ $T = 2,89777 \cdot 10^{-3} / (0,18 \cdot 10^{-2}) = 1,6 \text{ K}$ 1,6 K
	c	T lager $\Rightarrow \lambda_{\text{top}}$ groter $\Rightarrow 1/\lambda_{\text{top}}$ kleiner \Rightarrow naar links -
20	a	$\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3}$ zonopkomst: $T = 2,5 \cdot 10^3 \text{ K}$, dus $\lambda_{\text{top}} = 2,90 \cdot 10^{-3} / (2,5 \cdot 10^3) = 1,2 \text{ } \mu\text{m}$ 1,2 μm blauwe hemel: $T = 10,5 \cdot 10^3 \text{ K}$, dus $\lambda_{\text{top}} = 2,90 \cdot 10^{-3} / (10,5 \cdot 10^3) = 276 \text{ nm}$ 276 nm
	b	UV heeft $\lambda < 390 \text{ nm}$ (Binas tabel 19B), dus deze lamp zendt geen UV uit. IR heeft $\lambda > 760 \text{ nm}$, dus deze lamp zendt wel IR uit. -
	c	De rechter piek (bult). -
21	-	$P = \sigma A \cdot T^4$; het hoofd is $37 \text{ °C} = 310 \text{ K}$ en buitentemperatuur is $10 \text{ °C} = 283 \text{ K}$. $P_{\text{uit}} > P_{\text{in}}$, dus verlies: $\Delta P = 3,67 \cdot 10^{-8} \cdot 4\pi \cdot 0,10^2 \cdot (310^4 - 283^4) = 20 \text{ W}$ 20 W
22	a	$r = \frac{1}{2} \cdot 0,30 = 0,15 \text{ mm} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ en $\ell = 0,050 \text{ m}$ A is het oppervlak van een cilinder $= 2\pi r \cdot \ell = 2\pi \cdot 0,15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,050 = 4,71 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ $P = \varepsilon \cdot \sigma A \cdot T^4 \Rightarrow T = 4 \sqrt{\frac{40}{0,31 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 4,71 \cdot 10^{-5}}} = 2636 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ K}$ 2,6 · 10³ K
	b	$\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 2,90 \cdot 10^{-3} / 2636 = 1,1 \text{ } \mu\text{m}$ Binas tabel 19B: nabij IR -
23	a	$A = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ $P = U^2/R = 12^2/1,5 = 96 \text{ W}$ 6,0 MW/m² $P/A = 96/(1,6 \cdot 10^{-5}) = 6,0 \text{ MW/m}^2$
	b	$P/A = \sigma T^4 \Rightarrow T = 4 \sqrt{\frac{6,0 \cdot 10^6}{5,67 \cdot 10^{-8}}} = 3207 = 3,2 \cdot 10^3 \text{ K}$; dus dat klopt. -
	c	$\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 2,90 \cdot 10^{-3} / 3207 = 900 \text{ nm} \Rightarrow$ nabij IR -
24	a	$P = \sigma A T^4$ T is laag, maar A is heel groot $\Rightarrow L$ groot -
	b	$\lambda_{\text{top}} \cdot T = 2,89777 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 2,90 \cdot 10^{-3} / 4140 = 700 \text{ nm}$, dus rood (klopt) De temperatuur van de andere ster is factor 2 hoger $\Rightarrow \lambda_{\text{top}} = 700/2 = 350 \text{ nm}$, dus blauw (klopt) -
	c1	$L = P$, dus $P_{\text{blauw}} : P_{\text{rood}} = 1 : 1$
	c2	$(A \cdot T^4)_{\text{blauw}} = (A \cdot T^4)_{\text{rood}} \Rightarrow A_{\text{blauw}}/A_{\text{rood}} = (T_{\text{rood}}/T_{\text{blauw}})^4 = (4140/8280)^4 = (1/2)^4 = 1/16$ 1 : 16
	c3	$A \sim R^2 \Rightarrow R_{\text{blauw}}/R_{\text{rood}} = \sqrt{(A_{\text{blauw}}/A_{\text{rood}})} = \sqrt{(1/16)} = 1/4$ 1 : 4
25	a	$L \sim T^6 \Rightarrow \log(L) \sim 6 \cdot \log(T) \Rightarrow \text{rc} = 6$ (in deze grafiek is dat 1 naar links en 6 omhoog omdat de temperatuurschaal naar links toeneemt) Voor de rechte lijn door de hoofdreeks geldt: $3,5 < \log T_{\text{eff}} < 4,5$ en $-2 < \log(L/L_{\text{zon}}) < 4$, dus 1 naar links en 6 omhoog. De bewering klopt. -

	b	$T_{\text{zon}} = 5,78 \cdot 10^3 \text{ K}$ en $L = 3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$	$5,78 \cdot 10^3 \text{ K}$ $3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$
	c	$L = (1,0 \cdot 10^4 / 5,78 \cdot 10^3)^4 \cdot 3,85 \cdot 10^{26} = 3,4 \cdot 10^{27} \text{ W}$	$3,4 \cdot 10^{27} \text{ W}$
	d	$L \sim T^4 \rightarrow T \sim \sqrt[4]{L}$ $T = 5,78 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[4]{0,05} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ K}$	$2,7 \cdot 10^3 \text{ K}$
26	a	$M_{\text{zon}} = 1,9884 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ $L \sim M^{3,8} \Rightarrow M \sim L^{1/3,8}$ $M = 10^{1/3,8} \cdot M_{\text{zon}} = 10^{1/3,8} \cdot 1,9884 \cdot 10^{30} = 3,6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	$3,6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
	b	Vul $L \sim M^{3,8}$ in $t \sim M/L$ $t \sim M/M^{3,8} = M^{-2,8}$	-
	c	levensduur poolster = $8^{-2,8} \cdot 2,9 \cdot 10^9 = 5,3 \cdot 10^7$ jaar	$5,3 \cdot 10^7 \text{ j}$
27	a	Het dikke wolkendeck om Venus reflecteert 90% van het zonlicht. Mercurius absorbeert veel zonlicht omdat het geen wolken heeft.	-
	b	De albedo is afhankelijk van de invalshoek. Alleen als het zonlicht zeer schuin invalt ($i > 65^\circ$), dus in de ochtend en de avond, reflecteert het wateroppervlak goed.	-
	c	Omdat er dan schuimkoppen op het water ontstaan. Door de hoge albedo lijken de schuimkoppen wit.	-
28	a	Het oppervlak waarmee de planeet (met straal R) de zonnestralen ontvangt is een cirkel, dus $P_{\text{in}} = \epsilon \cdot z \cdot \pi R^2 = (1 - a) \cdot z \cdot \pi R^2$ De uitstraling vindt in alle richtingen plaats, een bol met oppervlak $4\pi R^2$, dus $P_{\text{uit}} = \sigma \cdot 4\pi R^2 \cdot T^4$ Bij stralingsevenwicht (constante temperatuur) geldt $P_{\text{in}} = P_{\text{uit}}$ $(1 - a) \cdot z \cdot \pi R^2 = \sigma \cdot 4\pi R^2 \cdot T^4 \Rightarrow T^4 = (1 - a) \cdot z / 4\sigma$	-
	b	Nee, want T_{eff} is onafhankelijk van R .	-
	c	Mars staat een factor $0,228/0,1496 = 1,52..$ verder van de zon dan de aarde (<i>Binas</i> tabel 31). De zonneconstante neemt af met het kwadraat van de afstand tot de zon. Dus $I_{\text{mars}} = 1368 / (1,52..)^2 = 589 \text{ W/m}^2$	589 W/m^2
	d	$a = 25\% = 0,25$ $T_{\text{eff}}^4 = 589 \cdot (1 - 0,25) / (4 \cdot 5,6704 \cdot 10^{-8}) = 1,94.. \cdot 10^7$ $T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{1,94.. \cdot 10^7} = 210 \text{ K} (= -63 \text{ }^\circ\text{C})$	210 K $(-63 \text{ }^\circ\text{C})$
	e	$T_{\text{eff}}^4 = 1368 \cdot (1 - 0,78 - 0,30) / (4 \cdot 5,6704 \cdot 10^{-8}) = 4,619.. \cdot 10^9$ $T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{4,619.. \cdot 10^9} = 261 \text{ K} (= -12 \text{ }^\circ\text{C})$	261 K $(-12 \text{ }^\circ\text{C})$
29	-	Weinig zonnevlekken \Rightarrow zon straalt minder uit \Rightarrow temperatuur op aarde lager Veel vulkaanuitbarstingen \Rightarrow veel stof in de lucht \Rightarrow meer wolken \Rightarrow albedo hoger \Rightarrow temperatuur lager	-