

## 4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw

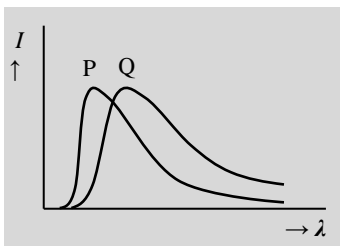
## 4.2.8 Astrofysica

## Begripsvragen: Elektromagnetische straling

## 1 Meerkeuzevragen

## Stralingskromme

- 1 [H/V] Het elektromagnetisch spectrum bestaat uit gammastraling, röntgenstraling, ultravioletstraling, (zichtbaar) licht, infraroodstraling en radiogolven.  
Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?  
De hierboven genoemde soorten elektromagnetische straling staan in een volgorde van
- A toenemende frequentie.  
B toenemende fotonenergie.  
C toenemende golflengte.  
D Geen van deze uitspraken is juist.
- 2 [H/V] De kleur van het door sterren uitgezonden licht kan per ster verschillen. Deze kleur kan rood-, wit- of blauwachtig zijn.  
Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?  
De hierboven genoemde sterkleuren staan in een volgorde van
- A toenemende temperatuur van het steroppervlak.  
B afnemende temperatuur van het steroppervlak.  
C toenemende grootte van het steroppervlak.  
D afnemende grootte van het steroppervlak.  
E De temperatuur van het steroppervlak heeft geen invloed op de kleur van het uitgezonden licht.  
F De grootte van het steroppervlak heeft geen invloed op de kleur van het uitgezonden licht.
- 3 [H/V] De stralingsintensiteit van de zon is maximaal bij de golflengte van geel-groen licht. We zien de zon daardoor als een 'witte' ster.  
Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?
- A De zon geeft wit licht doordat de zon niet alleen geel-groen, maar ook rood en blauw licht uitstraalt.  
B Een gloeilamp met een gloeidraadtemperatuur van 2500 K geeft hetzelfde witte licht als de zon met een oppervlaktetemperatuur van 5800 K.  
C Bij een roodachtige ster is de stralingsintensiteit maximaal bij een golflengte van rood licht.  
D Bij een roodachtige ster is de stralingsintensiteit maximaal bij een golflengte in het infrarood.  
E Geen van deze uitspraken is juist.
- 4 [H/V] In figuur 1 staan de op aarde gemeten stralingskrommen van twee sterren P en Q.  
De oppervlaktetemperatuur van ster Q, vergeleken met die van ster P, is
- A groter.  
B even groot.  
C kleiner.  
D Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.
- 5 [H/V] De golflengte  $\lambda_{\max}$  van het maximum in de stralingskromme van de zon is



Figuur 1

500 nm. Daarbij hoort een oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  van  $5,8 \cdot 10^3$  K. Welke golflengte heeft het stralingsmaximum van een ster met een oppervlaktetemperatuur van  $8,7 \cdot 10^3$  K?

- A 333 nm
- B 500 nm
- C 750 nm
- D Geen van deze antwoorden is juist.

6 [H/V] Ster P heeft een oppervlaktetemperatuur van  $5 \cdot 10^3$  °C. De oppervlaktetemperatuur van ster Q is 2 x zo groot als die van ster P:  $10 \cdot 10^3$  °C. De golflengte  $\lambda_{\text{max}}$  van het maximum in de stralingskromme van ster P, in vergelijking met ster Q, is

- A meer dan 2 x zo groot.
- B 2 x zo groot.
- C minder dan 2 x zo groot.
- D minder dan 2 x zo klein.
- E 2 x zo klein.
- F meer dan 2 x zo klein.

### Stralingsvermogen en stralingsintensiteit

7 [V] De door een ster in alle richtingen per seconde uitgezonden stralingsenergie is het stralingsvermogen van de ster.

Van welke groothe(i)d(en) hangt dit stralingsvermogen af?

- A De oppervlaktetemperatuur van de ster.
- B De afstand van de ster tot de aarde.
- C De straal van de ster.
- D Geen van deze grootheden.

8 [V] Sterren verschillen in op aarde waargenomen helderheid (zie figuur 2). Of, met andere woorden: de op aarde waargenomen stralingsintensiteit van sterren is verschillend.

Van welke groothe(i)d(en) hangt deze op aarde waargenomen stralingsintensiteit af?

- A De oppervlaktetemperatuur van de ster.
- B De afstand van de ster tot de aarde.
- C De straal van de ster.
- D Geen van deze grootheden.



Figuur 2 – Sterren verschillen in waargenomen helderheid.

9 [V] De op aarde waargenomen stralingsintensiteit van twee sterren P en Q is even groot. Het stralingsvermogen van ster P is groter dan dat van ster Q.

Van welke ster is de afstand tot de aarde het grootst?

- A De afstand van beide sterren tot de aarde is even groot.
- B De afstand van ster Q tot de aarde is groter dan die van ster P.
- C De afstand van ster Q tot de aarde is kleiner dan die van ster P.
- D Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.

10 [V] Het stralingsvermogen van ster P is 2 x zo groot als dat van ster Q. De afstand van ster P tot de aarde is 4 x zo groot als die van ster Q.

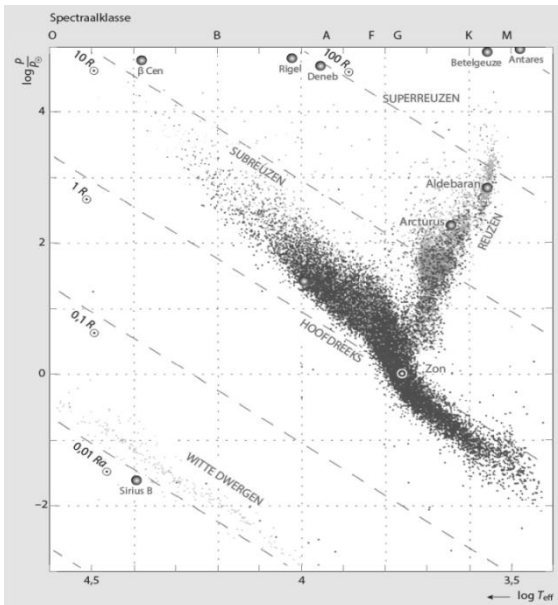
De op aarde waargenomen stralingsintensiteit van ster P, vergeleken met die van ster Q, is

- A 2 x zo groot
- B even groot
- C 2 x zo klein
- D 4 x zo klein
- E 8 x zo klein
- F 16 x zo klein
- G 32 x zo klein

11 [V] De op aarde waargenomen stralingsintensiteit van twee sterren P en Q is

even groot. Het stralingsvermogen van ster P is 2 x zo groot als dat van ster Q. De afstand van ster Q tot de aarde, vergeleken met die van ster P, is

- A 4 x zo groot
- B 2 x zo groot
- C 1,4 x zo groot
- D even groot
- E 1,4 x zo klein
- F 2 x zo klein
- G 4 x zo klein



Figuur 3 – Hertzsprung-Russell diagram (HRD).

12 [V] De oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  van een ster op de hoofdreeks van het HRD (zie figuur 3) is  $4,0 \cdot 10^3$  K. Het stralingsvermogen  $P$  van deze ster is te schatten met

- A  $\log P \approx 1,7$
- B  $\log (P/P_{\text{zon}}) \approx 1,7$
- C  $\log P \approx -1,0$
- D  $\log (P/P_{\text{zon}}) \approx -1,0$
- E Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.

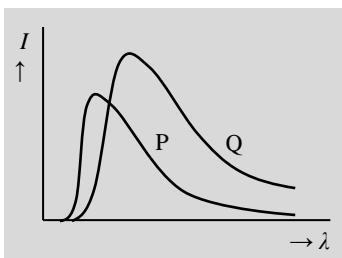
13 [V] De oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  van een ster op de hoofdreeks van het HRD (zie figuur 3) is  $4,0 \cdot 10^3$  K. De stralingsintensiteit  $I$  van deze ster op aarde is gemeten. De afstand  $r$  van deze ster tot de aarde is te schatten met

- A  $r \approx 0,1 \cdot P_{\text{zon}} / (4\pi \cdot I)$
- B  $r^2 \approx 0,1 \cdot P_{\text{zon}} / (4\pi \cdot I)$
- C  $r^2 \approx (0,1 \cdot 4\pi \cdot P_{\text{zon}}) / I$
- D  $r^2 \approx P_{\text{zon}} / (4\pi \cdot I)$
- E Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.

14 [V] De zonneconstante op aarde is  $1,4 \cdot 10^3$  W/m<sup>2</sup>. De afstand van de planeet Mars tot de zon is 1,5 x zo groot als die van de aarde. De straal van de planeet Mars is 2 x zo klein als die van de aarde.

De zonneconstante op de planeet Mars, vergeleken met die op de aarde, is

- A 4 x zo groot
- B 2 x zo groot
- C even groot
- D 1,5 x zo klein
- E 2 x zo klein
- F 2,3 x zo klein
- G 4 x zo klein
- H Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.



Figuur 4

15 [V] In figuur 4 staan de op aarde gemeten stralingskrommen van twee sterren P en Q. Beide sterren hebben dezelfde straal  $R$ .

De afstand  $r$  van ster P tot de aarde, vergeleken met die van ster Q, is

- A groter
- B even groot
- C kleiner
- D Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.

16 [V] De oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  en de straal  $R$  van ster P zijn beide 2 x zo groot als die van ster Q.

Het stralingsvermogen  $P$  van ster P, vergeleken met dat van ster Q, is

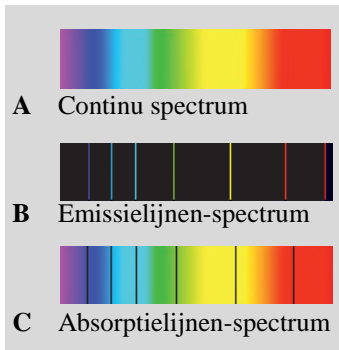
- A 64 x zo groot
- B 32 x zo groot
- C 16 x zo groot
- D 4 x zo groot

- E 2 x zo groot
- F Geen van deze antwoorden is juist.

17 [V] De oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  en de straal  $R$  van ster P zijn beide 2 x zo groot als die van ster Q. De afstand  $r$  van ster P tot de aarde is 8 x zo groot als die van ster Q.

De op aarde gemeten stralingsintensiteit  $I$  van ster P, vergeleken met die van ster Q, is

- A 64 x zo groot
- B 8 x zo groot
- C even groot
- D 8 x zo klein
- E 64 x zo klein
- F Geen van deze antwoorden is juist.



Figuur 5

### Spectra

18 [V] In figuur 5 zie je drie soorten spectra: een continu spectrum, een emissielijnspectrum en een absorptielijnspectrum.

Welk spectrum hoort bij welke soort lichtbron?

- a Een gloeilamp levert spectrum ...
- b Een koud gas rond een gloeilamp levert spectrum ...
- c Een heet gas levert spectrum ...

19 [V] Het op aarde waargenomen spectrum van een ster is een absorptielijnspectrum.

De donkere lijnen in dit spectrum worden veroorzaakt door absorptie van door de ster uitgezonden straling

- A in de atmosfeer van de aarde.
- B in de buitenste laag van de ster.
- C in gas- en stofwolken in het heelal.
- D Geen van deze antwoorden is juist.

20 [V] Elektromagnetische straling bestaat uit fotonen. Een donkere lijn in het spectrum van een ster ontstaat door absorptie van fotonen.

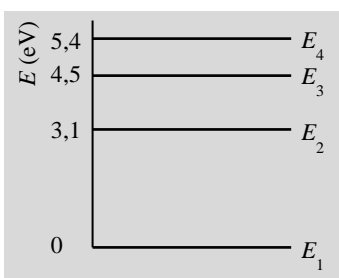
De energie van de geabsorbeerde fotonen is het grootst bij een absorptielijn in het

- A infrarood.
- B (zichtbare) licht.
- C ultraviolet.
- D Geen van deze antwoorden is juist.

21 [V] Een hoofdreeksster zwelt aan het eind van zijn levensduur op tot een rode reus, met een grotere straal en een lagere oppervlaktetemperatuur. Het maximum van de stralingskromme verschuift dan naar een grotere golflengte. Dus: naar het rood.

De absorptielijnen in het spectrum van deze ster verschuiven dan

- A naar het rood.
- B niet.
- C naar het blauw.
- D niet, maar worden wel breder.
- E niet, maar worden wel donkerder.
- F Geen van deze antwoorden is juist.

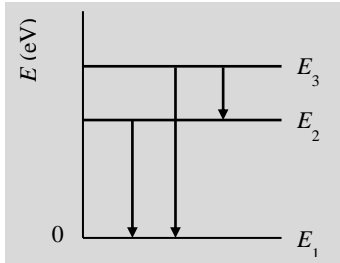


Figuur 6

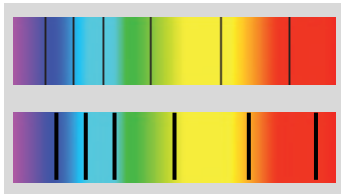
22 [V] Het energieniveauschema van een atoomsoort bestaat uit de in figuur 6 aangegeven vier energieniveaus.

Uit hoeveel lijnen bestaat het emissiespectrum van deze atoomsoort?

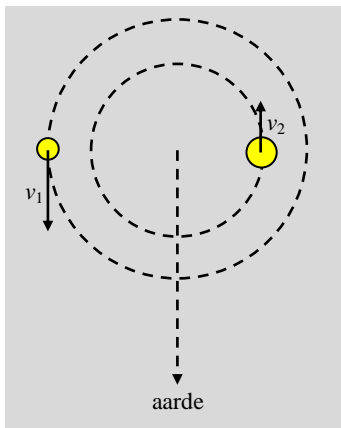
- A drie
- B zes
- C tien



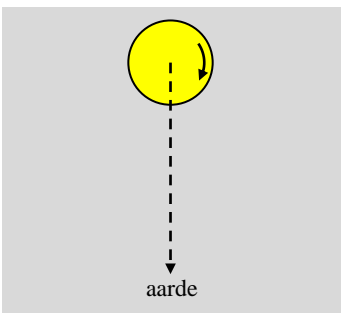
Figuur 7



Figuur 8 – Spectrum van een stilstaande (boven) en bewegende (onder) ster.



Figuur 9 – Dubbelster.



Figuur 10 – Roterende ster.

D elf

E Geen van deze antwoorden is juist.

23 [V] In het energieniveauschema van figuur 7 is het energieverschil tussen toestand  $E_2$  en  $E_1$  2 x zo groot als het energieverschil tussen toestand  $E_3$  en  $E_2$ . Bij de overgang van toestand  $E_2$  naar  $E_1$  hoort een spectraallijn met een golflengte van 600 nm.

Hoe groot is de golflengte van de spectraallijn bij de overgang van  $E_3$  naar  $E_1$ ?

A 1200 nm

B 900 nm

C 400 nm

D 300 nm

E Geen van deze antwoorden is juist.

24 [V] In het energieniveauschema van figuur 7 zijn drie overgangen tussen energieniveaus aangegeven die elk een lijn in het emissiespectrum veroorzaken. Als het energieverschil tussen de niveaus gelijk zou zijn, welke invloed zou dat dan hebben op het aantal spectraallijnen en de golflengte ervan?

A Alleen het aantal spectraallijnen verandert.

B Alleen de golflengte van de spectraallijnen verandert.

C Het aantal spectraallijnen verandert van drie naar een.

D Het aantal spectraallijnen verandert van drie naar twee.

E Geen van deze antwoorden is juist.

25 [V] Bij een bewegende lichtbron (zoals een ster) treedt het dopplereffect op. Daardoor verschuiven de absorptielijnen in het sterspectrum (zie figuur 8). Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?

De golflengtes van de absorptielijnen in het spectrum van een bewegende ster

A verschuiven over een vaste afstand.

B verschuiven over een afstand die afhangt van de golflengte.

C verschuiven in de richting van het rood doordat de ster zich van ons af beweegt.

D verschuiven in de richting van het rood doordat de ster naar ons toe beweegt.

E Geen van deze uitspraken is juist.

26 [V] Een dubbelster bestaat uit twee sterren die met dezelfde omlooptijd rond hun gemeenschappelijk zwaartepunt draaien (zie figuur 9).

Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?

De absorptielijnen in het spectrum van de dubbelster, vergeleken met die in het spectrum van een stilstaande ster, zijn

A niet verschoven.

B breder.

C gesplitst en evenveel in tegengestelde richtingen verschoven.

D gesplitst en verschuiven voortdurend heen en weer.

E Geen van deze antwoorden is juist.

27 [V] Van een snel roterende ster staat de draaias loodrecht op de verbindinglijn ster-aarde (zie figuur 10).

Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?

De absorptielijnen in het spectrum van de roterende ster, vergeleken met die in het spectrum van een stilstaande ster, zijn

A niet verschoven.

B breder.

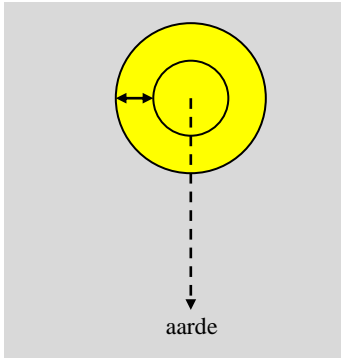
C gesplitst en evenveel in tegengestelde richtingen verschoven.

D gesplitst en verschuiven voortdurend heen en weer.

E Geen van deze antwoorden is juist.

28 [V] Een pulserende ster (zoals een Cepheïde) zwelt op en krimpt weer in met een vaste regelmaat (zie figuur 11). Het opzwellen gaat sneller dan het inkrimpen.

Welke uitspra(a)k(en) is/zijn juist?



Figuur 11 – Pulserende ster.

- De absorptielijnen in het spectrum van de pulserende ster, vergeleken met die in het spectrum van een stilstaande ster, zijn
- A** niet verschoven.  
**B** breder.  
**C** gesplitst en evenveel in tegengestelde richtingen verschoven.  
**D** gesplitst en verschuiven voortdurend heen en weer.  
**E** Geen van deze antwoorden is juist.
- 29** [V] Een sterrenstelsel beweegt met een radiale snelheid  $v_r = 0,05 \cdot c$  van de aarde af. De golflengteverschuiving  $\Delta\lambda$  van de absorptielijnen in het spectrum van het sterrenstelsel is
- A** voor alle absorptielijnen even groot.  
**B** 0,05 nm  
**C** voor een absorptielijn in het rood 2 x zo groot als voor een absorptielijn in het blauw.  
**D** voor een absorptielijn in het blauw 2x zo groot als voor een absorptielijn in het rood.  
**E** Geen van deze antwoorden is juist.
- 30** [V] Twee sterrenstelsels P en Q bewegen van de aarde af. De radiale snelheid  $v_r$  van stelsel P is 2 x zo groot als die van stelsel Q, maar kleiner dan  $0,1 \cdot c$ . De relatieve golflengteverschuiving  $\Delta\lambda/\lambda$  van de absorptielijnen in het spectrum van stelsel P, vergeleken met die van stelsel Q, is
- A** meer dan 2 x zo groot.  
**B** 2 x zo groot.  
**C** even groot.  
**D** 2 x zo klein.  
**E** meer dan 2 x zo klein.  
**F** Geen van deze antwoorden is juist.
- 31** [V] Twee sterrenstelsels P en Q bewegen van de aarde af. Stelsel Q beweegt met een radiale snelheid  $v_r = 0,1 \cdot c$ . De relatieve golflengte-verschuiving  $\Delta\lambda/\lambda$  van de absorptielijnen in het spectrum van stelsel P is 2 x zo groot als die van stelsel Q. De radiale snelheid  $v_r$  van stelsel P, vergeleken met die van stelsel Q, is
- A** meer dan 2 x zo groot.  
**B** 2 x zo groot.  
**C** even groot.  
**D** 2 x zo klein.  
**E** meer dan 2 x zo klein.  
**F** Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.
- 32** [V] Twee sterrenstelsels P en Q bewegen van de aarde af. Stelsel Q beweegt met een radiale snelheid  $v_r = 0,09 \cdot c$ . De relatieve golflengte-verschuiving  $\Delta\lambda/\lambda$  van de absorptielijnen in het spectrum van stelsel P is 3 x zo klein als die van stelsel Q. De afstand  $d$  van stelsel P tot de aarde, vergeleken met die van stelsel Q, is
- A** 9 x zo groot.  
**B** 3 x zo groot.  
**C** even groot.  
**D** 3 x zo klein.  
**E** 9 x zo klein.  
**F** Er is onvoldoende informatie om deze vraag te beantwoorden.

#### Antwoorden meerkeuzevragen

1: C | 2: A,F | 3: A,D | 4: C | 5: A | 6: C | 7: A,C | 8: A,B,C | 9: C | 10: E | 11: E |  
 12: D | 13: B | 14: F | 15: A | 16: A | 17: C | 18 (a,b,c): A,C,B | 19: B | 20: C | 21: B |  
 22: B | 23: C | 24: D | 25: B,C | 26: D | 27: A,B | 28: E | 29: C | 30: B | 31: F | 32: D

## 2 Tekenvragen

### Stralingskromme

- 33 [H/V] Schets de stralingskromme (de intensiteit  $I$  van de uitgezonden straling als functie van de golflengte  $\lambda$ ) van een voorwerp bij twee verschillende waarden van de temperatuur  $T$ . Geef daarbij aan welke kromme bij een lage en welke kromme bij een hoge temperatuur hoort.

### Stralingsvermogen en stralingsintensiteit

- 34 [V] Schets het stralingsvermogen  $P$  van een ster als functie van de oppervlakte-temperatuur  $T_{\text{eff}}$  van de ster. Neem daarbij aan dat de straal  $R$  van de ster steeds hetzelfde is.
- 35 [V] Schets het stralingsvermogen  $P$  van een ster als functie van de straal  $R$  van de ster. Neem daarbij aan dat de oppervlakte-temperatuur  $T_{\text{eff}}$  van de ster steeds hetzelfde is.
- 36 [V] Schets de waargenomen stralingsintensiteit  $I$  van een ster als functie van de afstand  $d$  tot de ster bij twee verschillende waarden van het stralingsvermogen  $P$  van de ster. Geef daarbij aan welke kromme bij een laag en welke kromme bij een ho(o)g(er) stralingsvermogen hoort.

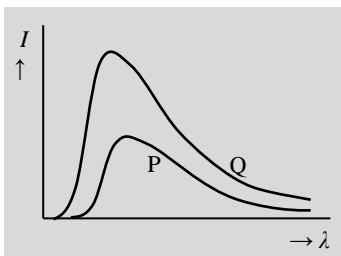
## 3 Open vragen

### Stralingskromme

- 37 [H/V] Welk verband is er tussen de golflengtes van de door een voorwerp uitgezonden straling en de temperatuur van dat voorwerp?
- 38 [H/V] Elk voorwerp heeft een temperatuur, en zendt dus straling uit. Waarom kunnen we dan voorwerpen in het donker niet zien?
- 39 [H/V] Waarom bestaat de door de Zon uitgezonden straling vooral uit korte golven? En waarom bestaat de door de Aarde uitgezonden straling vooral uit lange golven?
- 40 [H/V] Geeft een gloeilamp met een temperatuur van 2500 K hetzelfde witte licht als de Zon met een oppervlakte-temperatuur van 6000 K?
- 41 [H/V] Wat kun je zeggen over het verschil in oppervlakte-temperatuur van roodachtige, blauwachtige en witachtige sterren?
- 42 [H/V] Waarom zal bij een roodachtige ster het maximum van de stralingskromme in het infrarood liggen? En waarom zal bij een blauwachtige ster dit maximum in het ultraviolet liggen?
- 43 [H/V] Welk verband is er tussen de golflengte en de frequentie van licht?
- 44 [H/V] Van welke soort straling is de golflengte het kleinst: ultravioletstraling of infraroodstraling? En welke van deze soorten straling heeft de hoogste frequentie?
- 45 [H/V] Je hoort wel eens iemand praten over 'ultraviolet licht' en 'infrarood licht'. Waarom zijn deze termen misleidend? En waarom is het minder waarschijnlijk dat men praat over 'radiolicht' en 'röntgenlicht'?
- 46 [H/V] Als astronomen een supernova-explosie waarnemen, zien ze een

plotselinge, gelijktijdige toename van licht en andere soorten elektro-magnetische straling. Is dit een bewijs voor het idee dat de lichtsnelheid niet afhangt van de stralingsfrequentie?

- 47 [H/V] De stralingskromme van de Zon heeft een maximum bij geel-groen licht. Waarom zien we de kleur van zonlicht dan als wit in plaats van geel-groen?
- 48 [H/V] Welk verband is er tussen de frequentie van licht en de fotonenergie? En welk verband is er tussen de golflengte van licht en de foton-energie?
- 49 [H/V] Wat heeft de grootste energie: een foton in infraroodstraling, in licht of in ultravioletstraling?
- 50 [H/V] We praten over fotonen van rood licht en fotonen van groen licht. Is er ook sprake van fotonen van wit licht?
- 51 [H/V] Een bundel rood licht en een bundel blauw licht hebben dezelfde energie. In welke bundel is het aantal fotonen het grootst?



Figuur 12

- 52 [H/V] Ultravioletstraling veroorzaakt zonnebrand, en licht niet. Verklaar dit.
- 53 [H/V] In figuur 12 zie je de op aarde waargenomen stralingsintensiteit  $I$  van twee sterren als functie van de golflengte  $\lambda$ . Van welke ster is de oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  het hoogst?
- 54 [H/V] In het spectrum van een ster is de golflengte  $\lambda_{\text{max}}$  van het stralingsmaximum  $2x$  zo klein als bij de zon.
- a Hoeveel keer zo groot of klein is dan de oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  van deze ster, vergeleken met de oppervlaktetemperatuur van de zon?
- b Leg uit of de kleur van deze ster blauwer of roder is dan de kleur van de zon.

### Stralingsvermogen en stralingsintensiteit

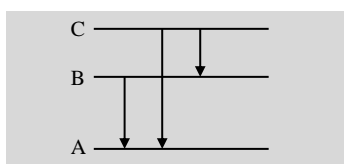
- 55 [V] In figuur 12 zie je de op aarde waargenomen stralingsintensiteit  $I$  van twee sterren als functie van de golflengte  $\lambda$ .
- a Van welke ster is het waargenomen stralingsvermogen het grootst?
- b Betekent dit dat het door die ster uitgezonden stralingsvermogen ook het grootst is? Leg uit waarom wel of niet.
- 56 [V] Een ster met een groot stralingsvermogen kan voor ons op aarde zwakker lijken dan een ster met een klein stralingsvermogen. Verklaar dit.
- 57 [V] Een ster heeft, vergeleken met de zon, een  $2x$  zo grote straal  $R$  en een  $1,5x$  zo hoge oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$ . Hoeveel keer zo groot is het stralingsvermogen  $P$  van deze ster, vergeleken met dat van de zon?
- 58 [V] Een ster heeft dezelfde straal  $R$  en oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  als de zon, maar staat op een  $3 \cdot 10^5$   $x$  zo grote afstand  $d$  tot de aarde. Hoeveel keer zo klein is de stralingsintensiteit  $I$  van deze ster op aarde, vergeleken met die van de zon?
- 59 [V] Twee sterren hebben dezelfde oppervlaktetemperatuur en zijn vanaf de aarde gezien even helder. Toch blijkt uit metingen dat ster A  $5x$  zo ver van de aarde staat als ster B.
- a Leg uit welke grootte bij deze twee sterren verschillend is.
- b Hoeveel keer zo groot is deze grootte bij ster A, vergeleken met ster B?
- 60 [V] Twee sterren hebben dezelfde op aarde waargenomen stralingsintensiteit  $I$ . Neem aan dat deze sterren dezelfde straal  $R$  hebben. Het maximum  $\lambda_{\text{max}}$  van de stralingskromme van de ene ster ligt bij  $800 \text{ nm}$ , dat van de andere ster bij  $400 \text{ nm}$ . Bepaal de verhouding van hun afstanden tot de aarde.



- 61 [V] Van twee sterren in een bepaald cluster wordt aangenomen dat ze op dezelfde afstand van de aarde liggen. Het maximum van de stralingskromme van deze sterren ligt bij de golflengtes  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  en  $\lambda_2 = 700 \text{ nm}$ . Voor de verhouding van de op aarde waargenomen stralingsintensiteit van beide sterren geldt:  $I_1/I_2 = 0,09$ . Bepaal de verhouding van de diameters van beide sterren.
- 62 [V] Hoe kunnen astronomen uit het spectrum van een ster bepalen op welke afstand van de Aarde deze ster staat? Geef in je antwoord aan welke andere informatie daarbij op welke manier gebruikt wordt.

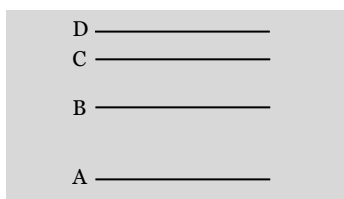
### Spectra

- 63 [V] Schets het atoommodel van Rutherford en het atoommodel van Bohr voor een waterstofatoom. Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen deze modellen?
- 64 [V] Welk verband is er tussen de elektronenbanen en de emissie van straling volgens het atoommodel van Bohr?



Figuur 13

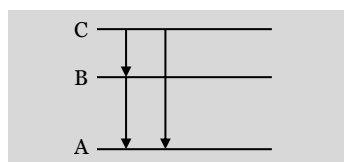
- 65 [V] In het energieniveauschema van figuur 13 zijn drie overgangen tussen energieniveaus aangegeven die elk een lijn in het emissiespectrum veroorzaken. Als het energieverschil tussen de niveaus gelijk zou zijn, welke invloed zou dat dan hebben op het aantal spectraallijnen?



Figuur 14

- 66 [V] In het energieniveauschema van figuur 14 zijn vier energieniveaus weergegeven.
- a Uit hoeveel spectraallijnen bestaat het emissiespectrum?
- b Bij welke overgang is de frequentie van de uitgezonden straling het grootst? En bij welke het kleinst?

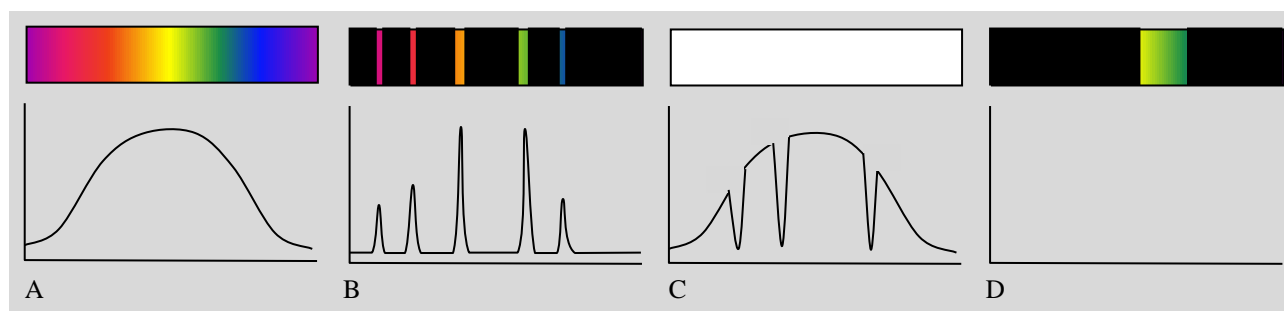
- 67 [V] Een elektron valt terug van het vierde energieniveau (D) in het energieniveauschema van figuur 14 naar het derde (C) en daarna direct naar de grondtoestand (A). Daarbij worden twee fotonen uitgezonden. Hoe groot is de som van de frequenties van deze fotonen, vergeleken met de frequentie van het foton dat wordt uitgezonden als het elektron direct van het vierde energieniveau naar de grondtoestand terugvalt?



Figuur 15

- 68 [V] In het energieniveauschema van figuur 15 is het energieverschil tussen toestand A en B tweemaal zo groot als het energieverschil tussen toestand B en C. Bij de overgang van toestand C naar B zendt het elektron een foton uit met een golflengte van  $600 \text{ nm}$ . Hoe groot is de golflengte van het uitgezonden foton bij een overgang van
- a toestand B naar A?
- b toestand C naar A?

- 69 [V] In onderdeel A van figuur 16 is de stralingskromme en het spectrum van een gloeidraad weergegeven. Onderdeel B geeft het lijnenspectrum van een heet gas en de bijbehorende 'stralingskromme'.



Figuur 16

- a Onderdeel C geeft de stralingskromme als er een koel gas tussen de gloeidraad en de waarnemer staat. Schets het bijbehorende spectrum.
- b Onderdeel D geeft het spectrum als er een groenfilter tussen de gloeidraad en de waarnemer staat. Schets de bijbehorende stralingskromme.
- 70 [V] Een absorberend gas zendt het geabsorbeerde licht weer uit. Waarom zijn er dan donkere lijnen te zien in het absorptiespectrum? Of, met andere woorden: waarom vult het weer uitgezonden licht de donkere lijnen in het absorptiespectrum niet gewoon op?
- 71 [V] Hoe kunnen astronomen uit het spectrum van een ster bepalen of deze ster naar de Aarde toe of van de Aarde af beweegt? Geef in je antwoord aan welke andere informatie daarbij op welke manier gebruikt wordt.

## 4 Ordeningsvragen

Bij de volgende ordeningsvragen zet je steeds een aantal situaties op volgorde. Als er twee of meer situaties zijn die gelijk 'scoren', dan komen die situaties op dezelfde plaats in jouw volgorde te staan. Je geeft dat bijvoorbeeld aan door ze te omcirkelen. En ten slotte leg je de redenering achter jouw volgorde uit.

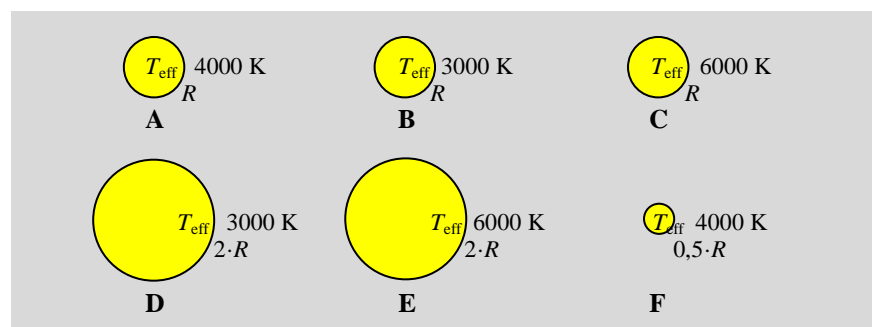
### Elektromagnetisch spectrum

- 72 [H/V] Hieronder staan zes verschillende soorten elektromagnetische straling.
- a Zet de stralingssoorten op volgorde op basis van de golflengte. Begin met de stralingssoort waarvan de golflengte het grootst is, en eindig met de stralingssoort waarvan de golflengte het kleinst is.
- b Hoe verandert deze volgorde als je de stralingssoorten op volgorde zet op basis van hun frequentie, te beginnen met de stralingssoort waarvan de frequentie het grootst is?
- c Hoe verandert deze volgorde als je de stralingssoorten op volgorde zet op basis van hun foton-energie, te beginnen met de stralingssoort waarvan de foton-energie het grootst is?

A Radiogolven    B Licht    C Infraroodstraling  
D Gammastraling    E Ultravioletstraling    F Röntgenstraling

### Stralingsvermogen en stralingsintensiteit

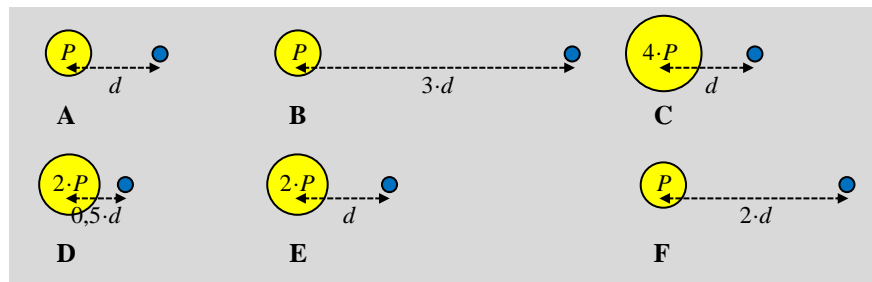
- 73 [V] In figuur 17 zie je zes sterren met een gegeven oppervlaktetemperatuur  $T_{\text{eff}}$  en een straal tussen  $0,5 \cdot R$  en  $2 \cdot R$ . Rangschik deze sterren naar het uitgezonden stralingsvermogen  $P$ . Begin daarbij met de ster waarvan dat stralingsvermogen het kleinst is.



Figuur 17

- 74 [V] In figuur 18 zie je zes sterren met een gegeven stralingsvermogen tussen  $P$  en  $4 \cdot P$  en een afstand tussen  $0,5 \cdot d$  en  $3 \cdot d$  tot de aarde (het blauwe bolletje in de figuur). Rangschik deze sterren naar de op aarde waargenomen

stralingsintensiteit  $I$ . Begin daarbij met de ster waarvan die stralingsintensiteit het kleinst is.



Figuur 18