ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

CORRECTION

soutienscolaire@monsieurtahar.com

PHYSIQUE

CHAPITRE 3

Tester ses connaissances

1 QCM

1. b) **2.** a) et c) **3.** b) *Remarque : c'est le profil spectral qui permet de déterminer la longueur d'onde maximale d'émission.*

2 Phrases à construire

a. Les températures importantes au cœur du Soleil permettent des réactions de fusion nucléaire entre des protons.

b. La température de surface d'une étoile est inversement proportionnelle à la longueur d'onde maximale d'émission.

c. Sur Terre, la puissance solaire reçue par unité de surface diminue lorsque la latitude augmente.

3 Utiliser une expression littérale : la loi de Wien

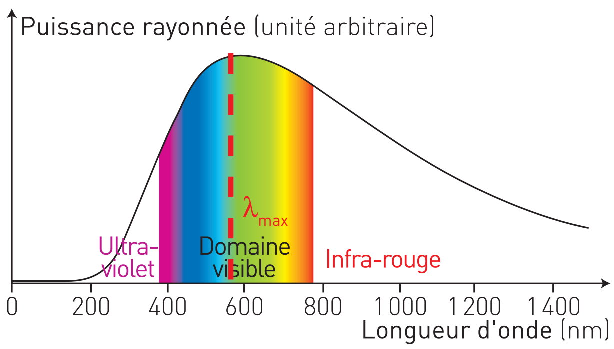
a. D'après la loi de Wien, $\lambda_{max} = \frac{2{,}9.10^{-3}}{T}$ donc $T = \frac{2{,}9.10^{-3}}{\lambda_{max}}$ avec T en K et λ_{max} en m.

Donc $T\ (\text{K}) = \frac{2{,}90.10^{-3}}{680.10\text{-}9} \approx 4\,265$ K et comme $T(\text{K}) = T(°\text{C}) + 273$ alors on a $T(°\text{C}) = T(\text{K}) - 273$.

$T = 3\,992$ °C.

b. D'après la loi de Wien, $\lambda_{max} = \frac{2{,}9.10^{-3}}{T}$ donc $\lambda_{max} = \frac{2{,}9.10^{-3}}{8\,000} = 362{,}5.10^{-9}$ m = 362,5 nm.

4 Exploiter un graphique



L'échelle du document est de 1 000 nm pour 4,9 cm soit 1 000/4,9 = $2{,}0.10^2$ nm/cm.
On repère λ_{max} à 2,9 cm à partir de la graduation 0 sur le document donc :
$\lambda_{max} = 2{,}9 \times 2{,}0.10^2 = 5{,}8.10^2$ nm.

5 Calculer une température moyenne annuelle

Deux méthodes sont possibles.

Méthode simple : on considère que chaque mois possède le même nombre de jours.
La moyenne correspond donc à la somme de chaque moyenne mensuelle divisé par les 12 mois de l'année.

$$T(\text{moyenne}) = \frac{(4{,}7 + 5{,}8 + 9{,}3 + 11{,}7 + 14{,}9 + 18{,}8 + 20{,}9 + 20{,}9 + 18{,}3 + 13{,}5 + 8{,}7 + 5{,}4)}{12}$$

$T(\text{moyenne}) = 12{,}74$ °C.

Méthode plus complexe : on attribue à chaque mois un coefficient correspondant au nombre de jours de chaque mois et on divise par 365 jours.

$$T(\text{moyenne}) = \frac{(31 \times 4{,}7 + 28 \times 5{,}8 + 31 \times 9{,}3 + 30 \times 11{,}7 + 31 \times 14{,}9 + 30 \times 18{,}8 + 31 \times 20{,}9 + 31 \times 20{,}9 + 30 \times 18{,}3 + 31 \times 13{,}5 + 30 \times 8{,}7 + 31 \times 5{,}4)}{365}$$

$T(\text{moyenne}) = 12{,}78$ °C.

Quelle que soit la méthode, la température moyenne est d'environ 12,7 °C.

6 Calcul de la perte de masse d'Arcturus

La puissance rayonnée par l'étoile correspond à l'énergie rayonnée en 1 seconde ($P = \frac{E}{\Delta t}$), ainsi $E = 7{,}53.10^{28}$ J.

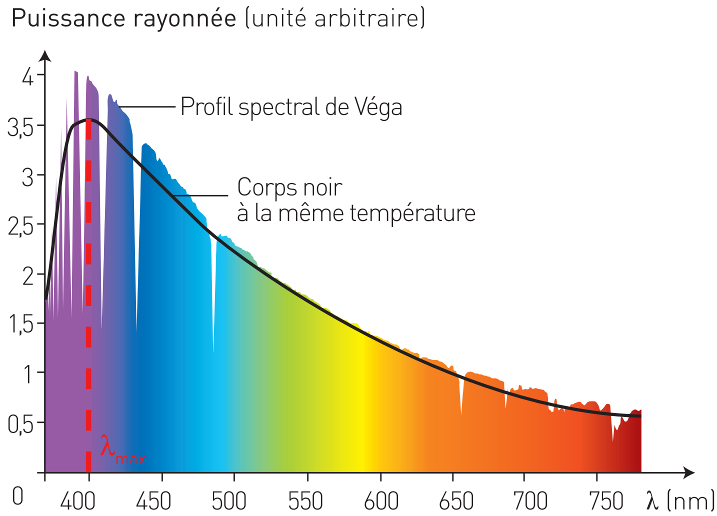
D'après la relation d'Einstein, on a : $E = \Delta m.c^2$ donc $\Delta m = \frac{E}{c^2}$.

La masse perdue par l'étoile en 1 seconde est : $\Delta m = \frac{7{,}53.10^{28}}{(3{,}00.10^8)^2} = 8{,}4.10^{11}$ kg.

Exercices

7 Déterminer la température de surface de Vega

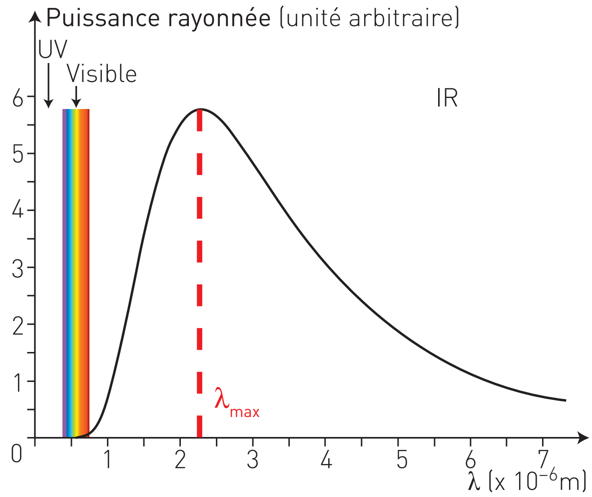
1. Sur le document on lit directement $\lambda_{max} = 400$ nm.



2. On applique la loi de Wien : $\lambda_{max} = \frac{2{,}90.10^{-3}}{T}$ soit $T = \frac{2{,}90.10^{-3}}{\lambda_{max}}$.

8 Différents types de lave

On détermine d'abord la valeur du λ_{max} d'après le profil spectral en utilisant l'échelle du document : de 0 à 5 × 10^{-6} nm on mesure 4 cm donc l'échelle du document est : 5 × 10^{-6}/4 = $1{,}25.10^{-6}$ m/cm.
On mesure 1,85 cm pour arriver au λ_{max} donc $\lambda_{max} = 1{,}25.10^{-6} \times 1{,}85 \approx 2{,}3.10^{-6}$ m.



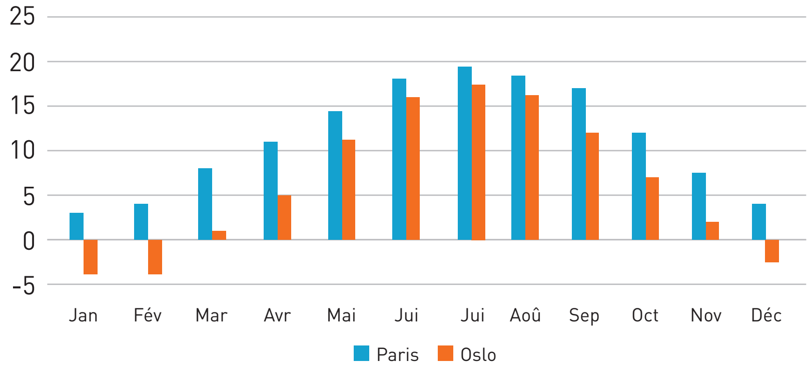
On applique ensuite la loi de Wien : $\lambda_{max} = \frac{2{,}90.10^{-3}}{T}$ soit $T = \frac{2{,}90.10^{-3}}{\lambda_{max}}$.

Soit : $T = \frac{2{,}90.10^{-3}}{2{,}3.10^{-6}} = 1{,}3.10^3$ K = 1 300 K soit 1 300 – 273 = 1 027 °C.

Plus un corps se refroidit, plus la valeur de la longueur d'onde maximale d'émission augmente, donc plus son spectre d'émission s'enrichit en rouge. Ainsi lorsque la lave se refroidit elle devient rouge.

9 Oslo et Paris

1. Moyenne mensuelle des températures à Paris et à Oslo :



2. Valeur moyenne des températures :

À Paris : $\dfrac{(3,3 + 4,2 + 7,8 + 10,8 + 14,3 + 17,5 + 19,4 + 19,1 + 16,4 + 11,6 + 7,2 + 4,2)}{12} = 11,3\ °C$

À Oslo : $\dfrac{(-3,7 - 3,8 + 0,3 + 5,0 + 11,2 + 15,5 + 17,1 + 16,1 + 11,6 + 6,8 + 1,4 - 2,3)}{12} = 6,3\ °C$

3. L'été, l'écart de température est assez faible entre Paris et Oslo mais l'hiver cet écart est nettement plus important.

La médiane des températures se calcule de la manière suivante, comme on a 12 valeurs :
6^{e} valeur de température croissante/2 + 7^{e} valeur de température croissante/2.
10,8/2 + 11,6/2 = 11,2 °C à Paris
5,0/2 + 6,8/2 = 5,9 °C à Oslo.
L'étendue des températures se calcule de la manière suivante :
Valeur maximale – Valeur minimale
19,4 – 3,3 = 16,1 °C à Paris
17,1 – (–3,8) = 17,1 + 3,8 = 20,9 °C à Oslo.

10 Énergie libérée par une réaction chimique

1. L'équation de la combustion complète du méthane est :
$CH_{4(g)} + \mathbf{2}\ O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + \mathbf{2}\ H_2O_{(g)}$

2. On utilise un tableau de proportionnalité afin de déterminer l'énergie libérée par la combustion de 1 kg de méthane :

Masse de méthane (en g)	Énergie libérée par la combustion (en kJ)
16	$8,9.10^2$
1.10^3 (= 1 kg)	E

$E = 1.10^3 \times 8,9.10^2/16 = 5,6.10^4$ kJ.

À nouveau, on réalise un tableau de proportionnalité pour déterminer la masse d'hydrogène nécessaire pour libérer au cours d'une réaction de fusion nucléaire la même énergie que par combustion de 1 kg de méthane :

Masse d'hydrogène qui fusionne (en g)	Énergie libérée par fusion (en kJ)
m	$5,6.10^4$ (= E)
1.10^3 (= 1 kg)	$4,9.10^{11}$

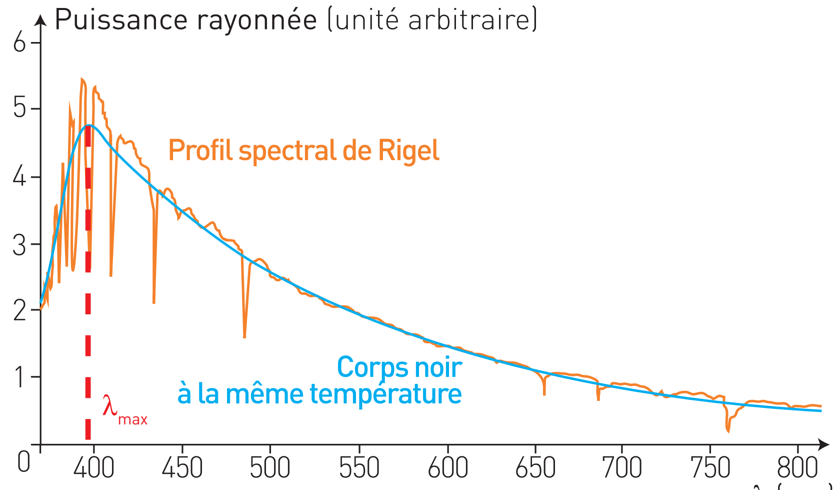
$m = 1.10^3 \times 5,6.10^4/4,9.10^{11} = 1,1.10^{-4}$ g = 0,11 mg.
Il faut donc 0,11 mg d'hydrogène pour libérer la même énergie par fusion nucléaire que celle obtenue par la combustion de 1 kg de méthane.

11 Bain de soleil

Oslo se trouve à une latitude plus grande que Bordeaux et dans le même hémisphère (Nord).
Comme la puissance solaire par unité de surface décroît en fonction de la latitude, alors c'est Victor à Bordeaux qui recevra la plus grande puissance solaire par unité de surface.
Le 21 Juin c'est le jour du solstice d'été, la durée d'ensoleillement sera plus grande à Oslo qu'à Bordeaux (si le ciel est clair dans les deux villes).

12 L'étoile Rigel

À l'aide du profil spectral, on détermine la valeur de la longueur d'onde maximale d'émission : λ_{max} = 400 nm.



Source : spc AUDACE

On en déduit ensuite la température de surface de l'étoile en utilisant la loi de Wien :

$\lambda_{max} = \dfrac{2{,}90.10^{-3}}{T}$ soit $T = \dfrac{2{,}90.10^{-3}}{\lambda_{max}}$.

$T = \dfrac{2{,}90.10^{-3}}{400.10^{-9}} = 7{,}25.10^{3}$ K.

On convertit la température en °C : T(°C) = T(K) – 273
soit T(°C) = $7{,}25.10^{3} - 273 = 6{,}98.10^{3}$ °C.
D'après le document b. on en déduit que l'étoile Rigel est de classe F (5700 °C < T < 7200 °C).