

ACTIVITE LA LOI DE WIEN

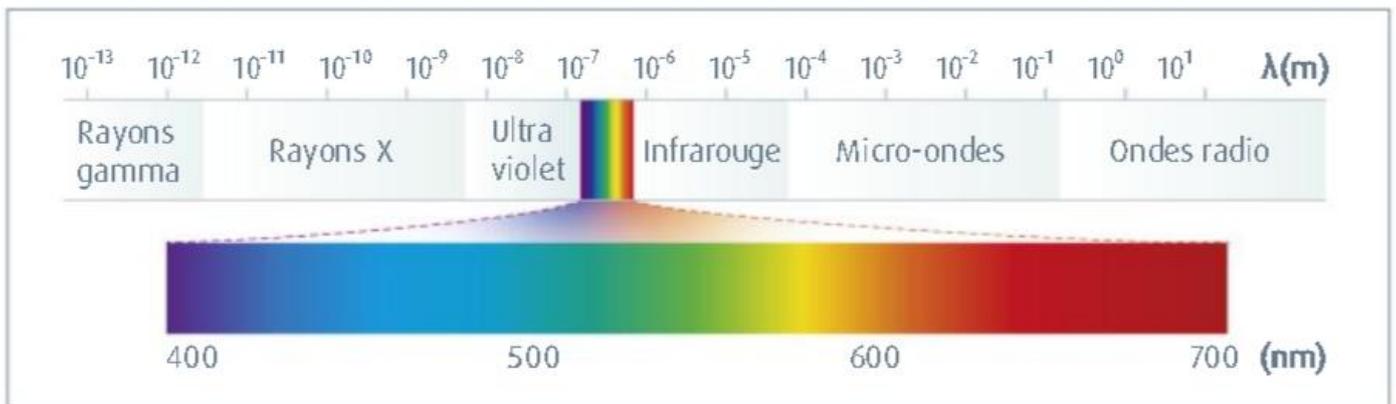
Alors qu'il est impossible d'approcher de trop près le Soleil, la température de la surface de notre étoile est connue. Les scientifiques étudient le rayonnement pour calculer la température d'une étoile. Comment appliquer la loi de Wien pour déterminer la température de surface d'une étoile ?

I / LES ONDES ELECTROMAGNETIQUES

La lumière se propage sous forme d'ondes électromagnétiques.

Chaque radiation est définie par une longueur d'onde λ , qui s'exprime en mètres (m)

Le spectre de la lumière visible se limite pour les humains aux longueurs d'ondes entre 400 et 800 nm



http://physique.ostralo.net/oem_frise/index.htm

Longueur d'onde λ en nm	400-430	430-490	490-550	550-580	580-610	610-800
Couleur	violet	bleu	vert	jaune	orange	rouge

II / LE CORPS NOIR

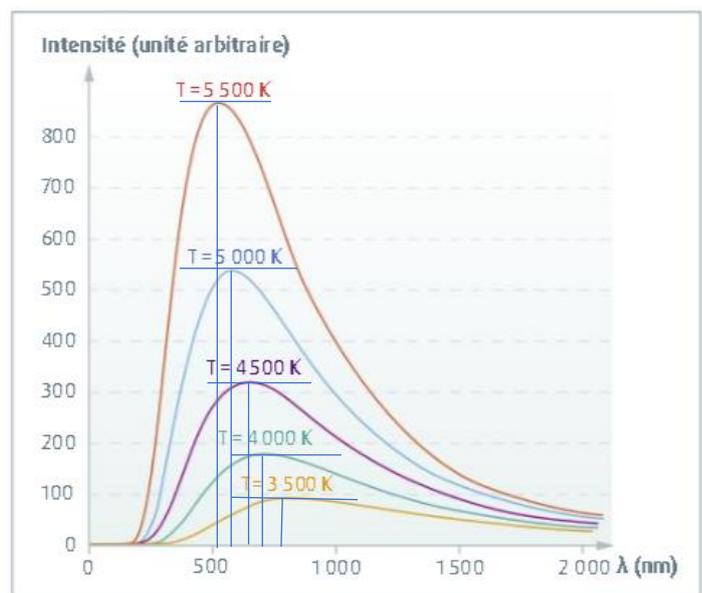
La loi de Planck

Histoire des sciences



À la fin du XIX^e siècle, la communauté scientifique ne parvient pas à expliquer le spectre du rayonnement solaire (l'intensité de la lumière émise par le Soleil en fonction de la longueur d'onde). Max Planck, physicien allemand, propose alors les éléments théoriques

qui permettent de résoudre ce problème. Il travaille sur un modèle physique: le corps noir, un objet qui absorbe toute la lumière qu'il reçoit. Planck énonce la loi qui porte son nom: le spectre du rayonnement d'un corps noir dépend uniquement de sa température de surface. Il obtient le prix Nobel de physique en 1918.



DOC 4 Spectres de rayonnements de corps noirs à différentes températures. Ce graphe illustre la loi de Planck.

DOC 3 La loi de Planck.

Un corps noir est un corps idéal et théorique qui absorbe l'intégralité du rayonnement thermique qu'il reçoit (sans le réfléchir, ni le transmettre (cad reçu d'une autre source) et qui en réémet une partie.

Il ne faut pas confondre le corps noir avec un objet de couleur noire qui absorbe le rayonnement visible, ni avec un trou noir qui n'émet rien.

On peut considérer que les étoiles, le Soleil ou le filament d'une lampe à incandescence se comportent comme des corps noirs.

Histoire des sciences



Au cours du XIX^e siècle, les progrès scientifiques et l'étude de la thermodynamique permettent la fabrication de machines à vapeur qui modifient les conditions de transport et de production industrielle. Le développement de la métallurgie permet aussi d'observer la couleur des métaux, passant de rouge à blanc, à haute température. Wilhelm Wien, physicien allemand, énonce la loi portant son nom, qui stipule que la longueur d'onde du maximum d'émission du rayonnement

d'un corps noir est inversement proportionnelle à la température absolue de sa surface. Wien obtient le prix Nobel de physique en 1911.

$$\lambda_{\max} = \frac{2,8989 \cdot 10^{-3}}{T}$$

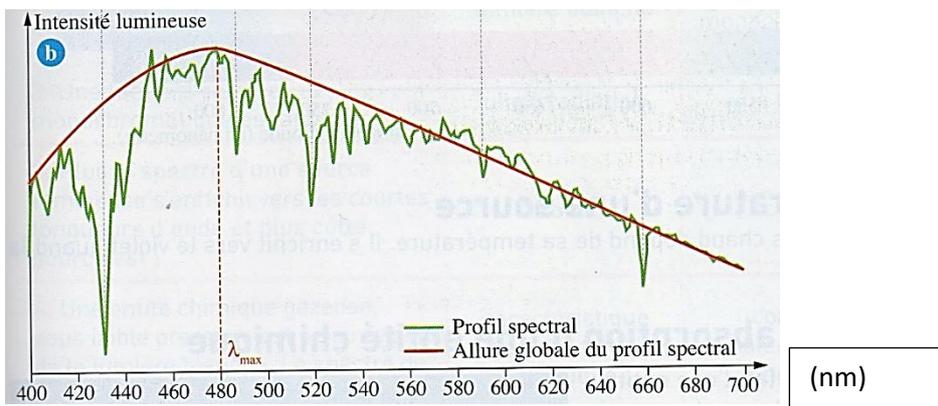
avec λ_{\max} = longueur d'onde du maximum d'émission en mètres (m)
et T = température absolue de surface en kelvin (K)

DOC 5 La loi de Wien.

Rappel $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$

III / SPECTRE DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Doc 6 Spectre du rayonnement Solaire Le Soleil peut être assimilé à un corps noir



Activité

1°) Grâce à la loi de Wien, trouver graphiquement la longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir dont la température est de 3500, 4000, 4500, 5000 ou 5500 K. Doc 3 et 4.

T (K)	5500	5000	4500	4000	3500
λ_{\max} (nm)	500	594	656	719	813
Couleur	vert	orange	rouge	rouge	IR (non visible)

2°) Indiquer pour chaque température quelle est la couleur perçue du rayonnement (doc2).

3°) Tracer sous le logiciel Regressi la droite $\lambda_{\max} = f(1/T)$. Pensez à convertir λ_{\max} en mètres. Montrer que la loi de Wien est vérifiée.

Le tracé de $\lambda_{\max} = f(1/T)$ est une droite qui passe par l'origine de coefficient directeur $2,8 \cdot 10^{-3} \text{m.K}$. La loi de Wien est vérifiée

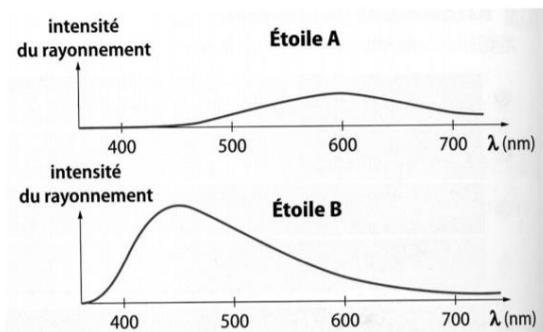
4°) A partir des documents 6 ;et 5, déterminer la température du Soleil.

Le Soleil est assimilable à un corps noir. La loi de Wien est applicable.

$$T = 2,8989 \cdot 10^{-3} / \lambda_{\max} = 2,8989 \cdot 10^{-3} / 480 \cdot 10^{-9} = 6039 \text{ K} = 6039 - 273,15 = 5766 \text{ °C}$$

EXERCICE D'APPLICATION

On a enregistré l'intensité en fonction de la longueur d'onde de la lumière émise par deux étoiles A et B.



T(K)	Couleur
<3000	Rouge
3000-6000	Jaune
10000	Blanc
<20000	Bleu

Etoile	Procyon	Arcturus
Température (°C)	6500	4500

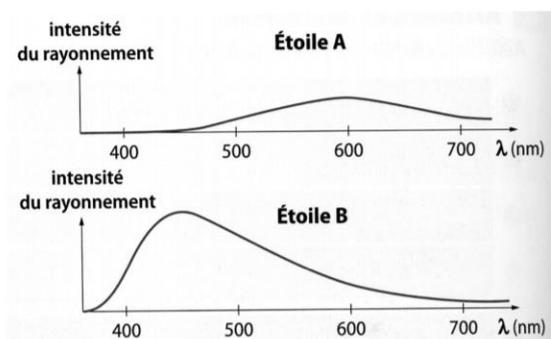
5-a) En appliquant la Loi de Wien calculer la température de chaque étoile, après avoir indiqué la longueur d'onde λ_{max}.

2-b) A l'aide du tableau ci-dessus, identifier les deux étoiles.

2-c) Quelle est leur couleur ?

EXERCICE D'APPLICATION

On a enregistré l'intensité en fonction de la longueur d'onde de la lumière émise par deux étoiles A et B.



T(K)	Couleur
<3000	Rouge
3000-6000	Jaune
10000	Blanc
<20000	Bleu

Etoile	Procyon	Arcturus
Température (°C)	6500	4500

5-a) En appliquant la Loi de Wien calculer la température de chaque étoile, après avoir indiqué la longueur d'onde λ_{\max} .

$$\lambda_{\max A} = 600 \text{ nm} = 600 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda_{\max B} = 450 \text{ nm} = 450 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Les étoiles sont assimilables à des corps noirs donc on applique la loi de Wien

$$\lambda_{\max} = 2.8989 \cdot 10^{-3} / T \quad \text{donc } T = 2.8989 \cdot 10^{-3} / \lambda_{\max}$$

$$T_A = 2.8989 \cdot 10^{-3} / 600 \cdot 10^{-9} = 4831,5 \text{ K} = 4831,5 - 273,15 = 4558^\circ\text{C Arcturus}$$

$$T_B = 2.8989 \cdot 10^{-3} / 450 \cdot 10^{-9} = 6442 \text{ K} = 6442 - 273,15 = 6168^\circ\text{C Procyon}$$

approximativement

2-b) A l'aide du tableau ci-dessus, identifier les deux étoiles.

2-c) Quelle est leur couleur ?

Arcturus est jaune

Procyon est jaune blanc

Ces couleurs sont les couleurs du rayonnement de surface. La couleur perçue peut être différente en raison des rayonnements du noyau et du point d'observation (traversée de l'atmosphère terrestre)