

Le soleil - Source d'énergie

Le rayonnement solaire

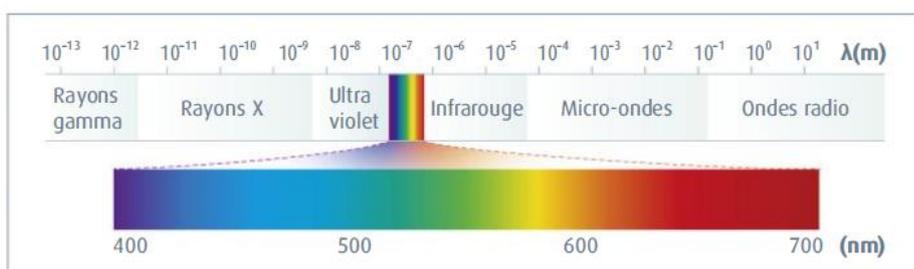
Activité - Unité 2 page 70

Température et couleur du Soleil



DOC 1 Corps humain photographié avec une caméra infrarouge. Tout corps de température non nulle émet un rayonnement thermique qui dépend de sa température. Celui des humains, qui correspond à des températures allant de 20 °C à 40 °C environ, peut être observé grâce à une caméra infrarouge.

DOC 2 Les domaines du spectre électromagnétique. La lumière se propage sous forme d'ondes électromagnétiques. Le spectre de la lumière visible se limite, pour les humains, aux longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm.

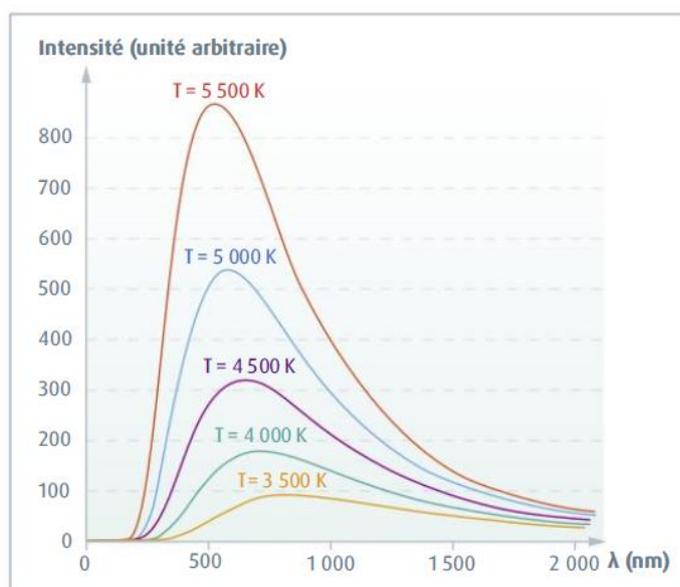


Histoire des sciences



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 3 La loi de Planck.



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

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.

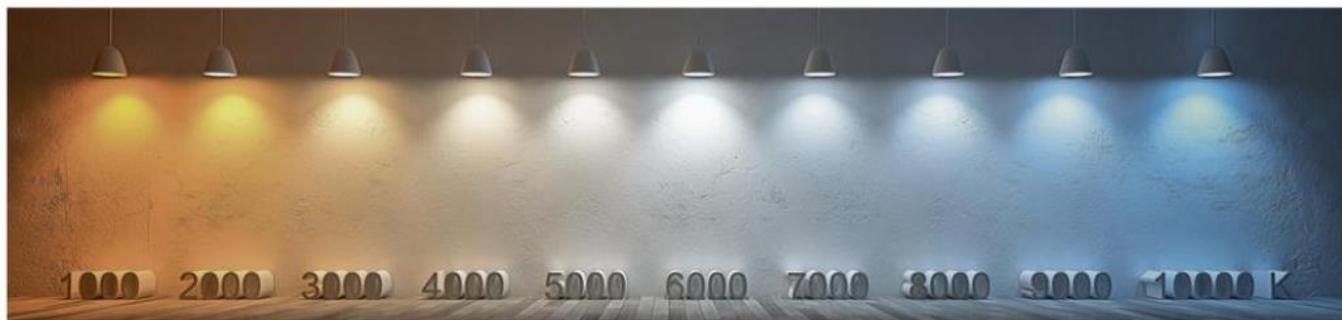
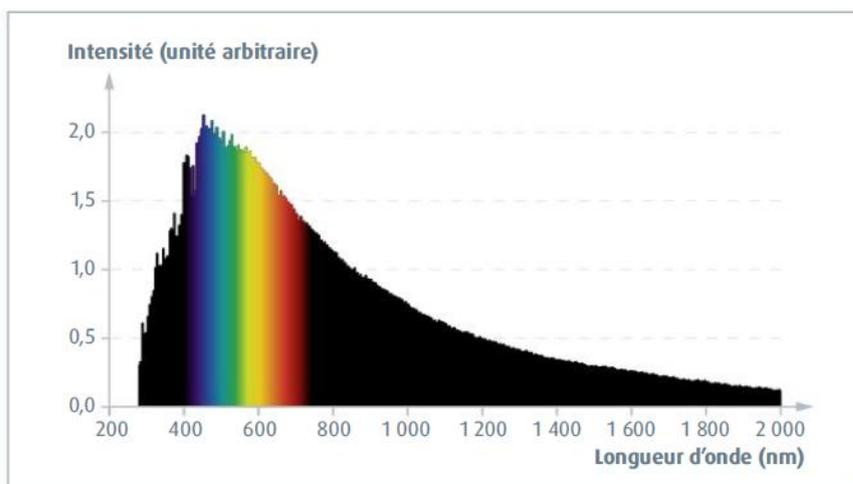
rappel

Lien entre degrés Celsius et kelvin

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

La température en kelvin est dite température absolue.

DOC 6 Le spectre du rayonnement solaire. Le Soleil peut être assimilé à un corps noir.



DOC 7 Ampoules LED de différentes couleurs.

La température marquée sous chaque lampe LED n'indique pas la température réelle de la lampe, car les LED ne sont pas des corps noirs. Elle correspond à la température d'un corps noir qui émettrait une lumière de cette couleur. Ainsi, un corps noir à 1 000 K émet une lumière orangée et un corps noir à 10 000 K une lumière bleutée.

ACTIVITÉ GUIDÉE

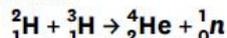
1. Grâce à la loi de Planck, trouvez graphiquement la longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir dont la température est de 3 500, 4 000, 4 500, 5 000 ou 5 500 K (DOCS 3 ET 4).
2. Vérifiez alors, pour chaque température, si cette longueur d'onde indique la couleur perçue du rayonnement (DOCS 2 ET 7).
3. Vérifiez ensuite, pour chaque température, que la loi de Wien est respectée (DOC. 5).
4. En utilisant la loi de Planck, puis la loi de Wien, calculez la température du Soleil (DOCS 4 À 6).
5. Proposez alors une explication au fait que le Soleil émet une lumière blanche (DOC. 7).

Exercice 4 page 77

La fusion du deutérium et du tritium

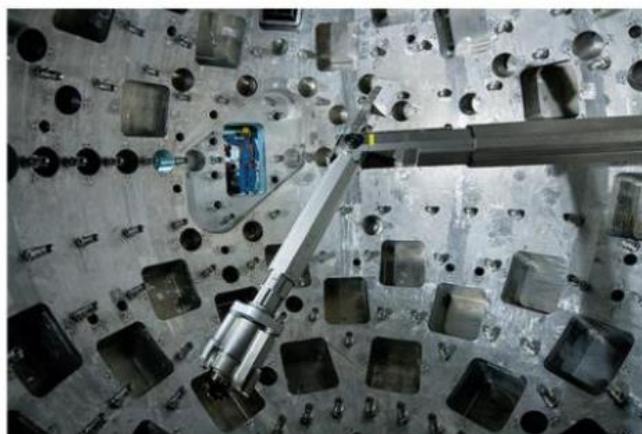
À l'intérieur de la chambre d'expérimentation du Laser Mégajoule (LMJ), les scientifiques du CEA (Commissariat à l'énergie atomique) essayent de réaliser une réaction de fusion à l'aide de puissants lasers.

Celle-ci a pour équation:



Noyau	Masse (kg)
Deutérium ${}^2_1\text{H}$	$3,34358 \cdot 10^{-27}$
Tritium ${}^3_1\text{H}$	$5,00736 \cdot 10^{-27}$
Hélium ${}^4_2\text{He}$	$6,64466 \cdot 10^{-27}$
Neutron ${}^1_0\text{n}$	$1,67493 \cdot 10^{-27}$

DOC 2 Les masses des éléments de la réaction de fusion.



DOC 1 À l'intérieur du LMJ.

QUESTIONS

1. Calculez la quantité de masse perdue lors de la réaction de fusion d'un noyau de deutérium avec un noyau de tritium.
2. Grâce à l'équivalence masse-énergie, calculez l'énergie libérée lors de cette réaction.
3. Sachant que $E_{\text{mol}} = N_A \cdot E_{\text{libérée}}$, calculez l'énergie E_{mol} libérée par la réaction d'une mole de deutérium avec une mole de tritium.

AIDE

- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Vitesse de la lumière: $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

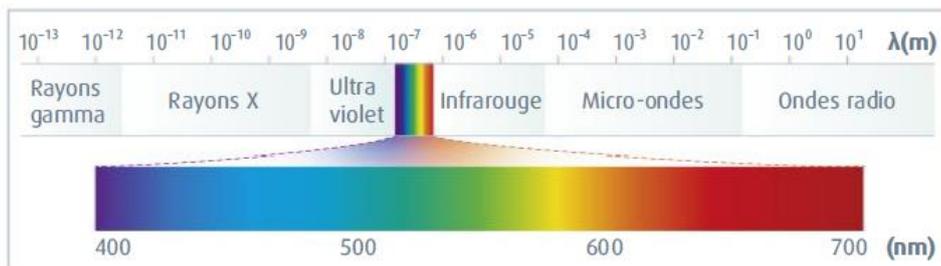
Exercice 5 page 77

La couleur des étoiles

Un élève a préparé une étude astronomique pour un exposé, mais il a mélangé les températures des quatre étoiles étudiées.

Nom	Soleil	Sirius	Bételgeuse	Arcturus
Couleur	Bleu	Violet	Rouge	Rouge-Orange

DOC 1 La couleur de la longueur d'onde du maximum d'émission des étoiles de l'étude.



DOC 2 Les domaines du spectre électromagnétique.

Étoile	Température (°K)
1	3 500
2	9 940
3	6 070
4	4 290

DOC 3 Les températures de surface des étoiles de l'étude.

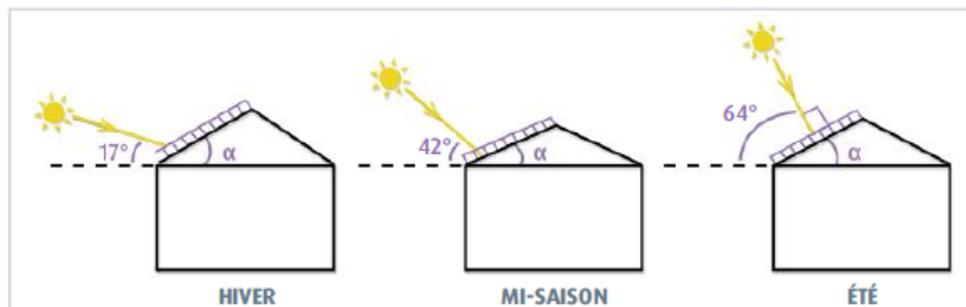
QUESTIONS

1. Grâce à la loi de Wien (voir p. 71), calculez la longueur d'onde du maximum d'émission de chacune des étoiles de 1 à 4.
2. Déterminez à quelle couleur correspond chacune de ces longueurs d'ondes.
3. Associez alors à chaque étoile du doc 1 sa température.
4. Expliquez si la couleur de la longueur d'onde du maximum d'émission est la couleur perçue de l'étoile.

Exercice 6 page 78

Inclinaison d'un panneau solaire

Lors de la pose d'un panneau solaire, il faut déterminer à quelle inclinaison on souhaite le poser afin de capter le maximum de puissance solaire selon son usage.



DOC 1 Inclinaison apparente du Soleil à Paris à midi selon les saisons.

« Si l'installation de panneaux solaires doit permettre de chauffer une maison, alors le capteur devra recevoir un maximum de puissance en hiver, quand le besoin de chauffage est le plus important. Pour qu'il reste efficace à mi-saison, l'inclinaison optimale sera d'environ 60° . »

DOC 2 Extrait d'une brochure commerciale.

QUESTIONS

1. Justifiez qu'avec l'inclinaison α choisie dans le document 1, le panneau solaire reçoit le maximum de puissance possible en été.
2. Calculer la valeur de α dans cette configuration.
3. Déterminez à quelle inclinaison α le panneau solaire devrait être pour recevoir le maximum de puissance à la mi-saison.
4. Déterminez à quelle inclinaison α le panneau solaire devrait être pour recevoir le maximum de puissance en hiver.
5. Discutez alors la pertinence de la brochure commerciale.