PHYSIQUE-CHIMIE · ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE 1RE / COURS

Le rayonnement solaire

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

01 Le problème

Le Soleil brille depuis 4,6 milliards d'années. S'il brûlait comme du charbon, il se serait éteint en quelques milliers d'années. Alors, avec quoi brille-t-il ?

01 L'idée : un feu qui maigrit

Imagine un feu de camp qui ne consomme pas de bois, mais qui maigrit un tout petit peu à chaque seconde où il éclaire. Le Soleil fait exactement ça : une partie de sa masse disparaît et se transforme en lumière. Un peu de masse donne énormément d'énergie, c'est pour ça qu'il tient si longtemps.

01 Masse et énergie

Lors de la fusion, la masse des produits est un peu plus petite que celle des réactifs. La masse perdue Δm est libérée sous forme d'énergie :

$$E = \Delta m \times c^2$$

avec E en joules, Δm en kg et $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s.

Le Soleil rayonne une puissance $P \approx 3{,}8 \times 10^{26}$ W. Chaque seconde, il perd donc $\Delta m = P/c^2 \approx 4 \times 10^9$ kg. Ça semble énorme, mais rapporté à sa masse (2×10^{30} kg), c'est une goutte d'eau.

01 Le spectre du Soleil

La lumière du Soleil contient toutes les couleurs, et aussi de l'infrarouge et de l'ultraviolet. Son spectre est **continu** : c'est celui d'un corps chaud.

Loi de Wien : plus un corps est chaud, plus la longueur d'onde où il émet le plus est courte.

$$\lambda_{\max} \times T = 2{,}90 \times 10^{-3}\ \text{m} \cdot \text{K}$$

Pour le Soleil, $\lambda_{\max} \approx 500$ nm, d'où une température de surface $T \approx 5\,800$ K. Une étoile bleue est plus chaude que le Soleil, une étoile rouge plus froide. La couleur d'une étoile donne sa température.

Le spectre du Soleil présente aussi des raies sombres : ce sont les éléments de son atmosphère qui absorbent certaines longueurs d'onde. On y a découvert l'hélium avant de le trouver sur Terre.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/ens-scientifique-premiere/le-rayonnement-solaire/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Exemple guidé

Le Soleil perd environ $4{,}3 \times 10^{9}\ \mathrm{kg}$ de masse chaque seconde. Quelle puissance rayonne-t-il ? Puis, sa surface est à 5 800 K : à quelle longueur d'onde émet-il le plus ? (Loi de Wien : $\lambda_{\max} \times T = 2{,}9 \times 10^{-3}\ \mathrm{m \cdot K}$.)

1. **L'énergie libérée en une seconde** : $E = \Delta m \times c^2 = 4{,}3 \times 10^{9} \times (3{,}0 \times 10^{8})^2 \approx 3{,}9 \times 10^{26}\ \mathrm{J}$.
2. **La puissance** : cette énergie est libérée chaque seconde, donc $P \approx 3{,}9 \times 10^{26}\ \mathrm{W}$.
3. **La loi de Wien** : $\lambda_{\max} = \dfrac{2{,}9 \times 10^{-3}}{5\,800} = 5{,}0 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$, soit 500 nm.
4. **L'interprétation** : 500 nm est au milieu du visible, dans le vert-bleu. Le Soleil émet aussi beaucoup dans les autres couleurs : le mélange paraît blanc.

Retour au problème

Le Soleil brille par fusion nucléaire : dans son cœur, des noyaux d'hydrogène fusionnent en hélium, et une petite partie de la masse devient énergie. Il perd des milliards de kilogrammes par seconde, mais sa masse est si grande qu'il peut continuer ainsi pendant des milliards d'années.

Les pièges

- Pas de combustion dans le Soleil : c'est de la fusion.
- Dans $E = \Delta m\, c^2$, la masse est en **kilogrammes** et c'est la masse **perdue**, pas la masse totale.
- Dans la loi de Wien, T est en **kelvins** ($T(\mathrm{K}) = \theta(^\circ\mathrm{C}) + 273$) et λ en mètres.
- Rouge ne veut pas dire chaud pour une étoile : c'est l'inverse.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/ens-scientifique-premiere/le-rayonnement-solaire/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits