

# Le rayonnement solaire – Exercices - Devoirs

## Exercice 1

	Atome d'hydrogène	Atome d'hélium	Positron ( $e^+$ )
Masse (kg)	$1,67262 \times 10^{-27}$	$6,64648 \times 10^{-27}$	$0,00091 \times 10^{-27}$

Quelques caractéristiques du Soleil en 2020

- Age : .....4,60 milliards d'année
- Masse : ..... $2,00 \times 10^{27}$  tonnes
- Puissance moyenne de rayonnement : ..... $3,87 \times 10^{26}$  W

Donnée : célérité de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1. En utilisant vos connaissances et les documents ci-dessus, rappeler en quoi consiste une fusion nucléaire ; écrire l'équation de la réaction nucléaire qui se produit à la surface du Soleil
2. Calculer la masse perdue lors de la réaction de cette fusion nucléaire
3. En utilisant le principe d'équivalence masse-énergie, déterminer l'énergie dégagée par cette transformation
4. Calculer l'énergie dégagée chaque seconde par le Soleil
5. En déduire la masse perdue chaque seconde par le Soleil
6. Déterminer la masse perdue par le Soleil depuis sa naissance ; évoluer le pourcentage de masse perdue par rapport à la masse totale depuis sa naissance.
7. Donner une estimation de la durée de vie du Soleil depuis sa naissance s'il émet un rayonnement à puissance constante ; convertir le résultat en milliards d'années

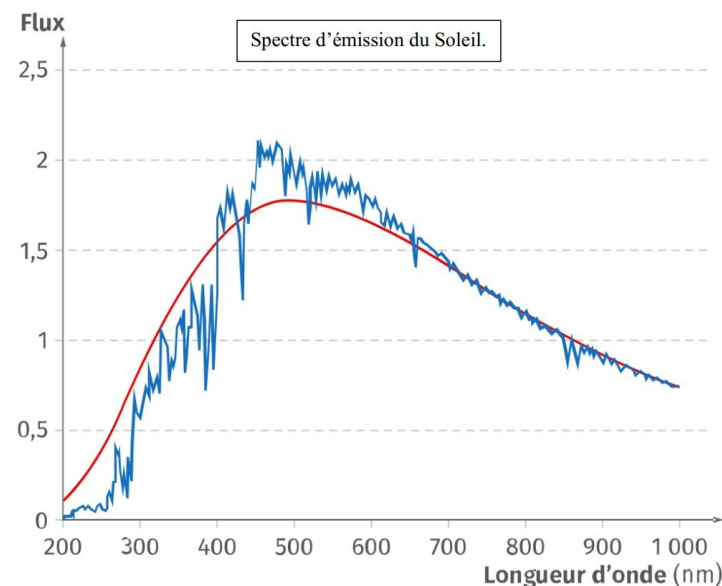
Proxima Centauri C est l'étoile la plus proche du système solaire. Cette étoile, beaucoup plus petite et plus froide que notre Soleil, rayonne une puissance d'environ  $6,90 \times 10^{23}$  W.

8. Calculer l'énergie rayonnée chaque seconde par Proxima Centauri (en Joule)
9. A l'aide de la relation d'Einstein, calculez la masse équivalente perdue chaque seconde par Proxima Centauri.
10. Calculer la durée (en s puis en min et s) pour que la lumière émise par le Soleil arrive sur Terre

## Exercice 2

### Carte d'identité du Soleil

- Rayon équatorial :  $6,955 \times 10^5$  km
- Circonférence équatoriale :  $4,379 \times 10^6$  km
- Masse :  $1,989 \times 10^{30}$  kg
- Densité :  $1,409 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$



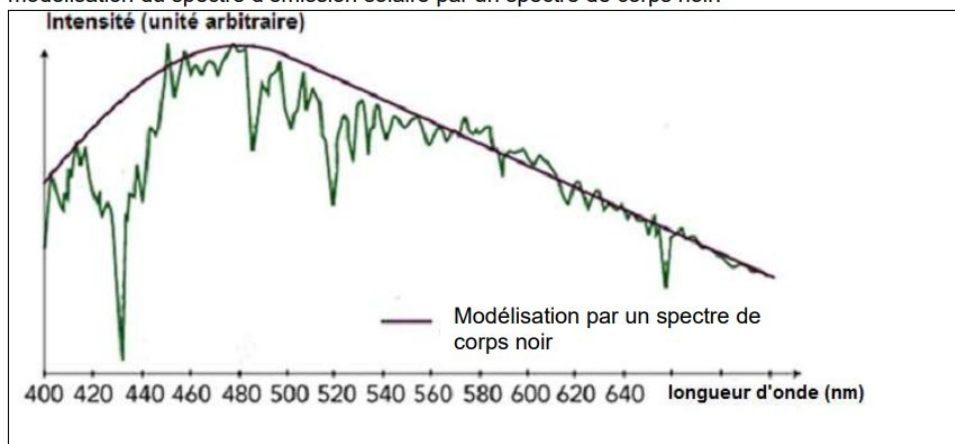
- 1) A l'aide du spectre d'émission du Soleil, déterminer à 1 nm près la longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_{max}$ .
- 2) En considérant le Soleil comme un corps noir, calculer sa température T de surface (en K).
- 3) À l'aide de la loi de Stefan-Boltzmann, calculer la puissance surfacique  $P_s$  du rayonnement solaire dans le volume du Soleil.
- 4) Dédire des calculs précédents et de l'énoncé, la puissance  $P_s$  du rayonnement solaire.

### Exercice 3

Le Soleil est l'étoile la plus proche de la Terre, l'énergie qu'il rayonne permet le développement de la vie.

Document 1. Profil spectral du soleil, dans le domaine visible

La courbe irrégulière représente les données expérimentales. La courbe régulière est une modélisation du spectre d'émission solaire par un spectre de corps noir.



Document 2. Loi de Wien

La loi de Wien permet de déterminer la température de surface d'une étoile en connaissant la longueur d'onde  $\lambda_{max}$  pour laquelle l'intensité d'émission est maximale.

$$\lambda_{max} \times T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

Dans laquelle :

- $\lambda_{max}$  désigne la longueur d'onde, exprimée en mètre (m), pour laquelle l'intensité d'émission est maximale.
- T est la température de surface de l'étoile, exprimée en kelvin (K).

### Document 3. Caractéristiques de Vénus et de la Terre

La notion de « constante solaire » est précisée dans le texte, en question 4.

La présence de dioxyde de carbone dans l'atmosphère participe à l'effet de serre atmosphérique.

Planète	Constante solaire $C_{planète}$ ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ )	Température de surface moyenne (K)	Albédo	Composition de l'atmosphère	Distance au soleil (U.A.)	Rayon de la planète (km)
Terre	1368	288	0,3	Diazote (78 %) Dioxygène (21 %) Autres gaz (1%)	1,0	6371
Vénus	2639	738	0,78	Diazote (3,5 %) Dioxyde de carbone (96,5 %) Autres gaz (traces)	0,72	6050

**1-a** Déterminer graphiquement la longueur d'onde  $\lambda_{max}$  pour laquelle l'intensité d'émission du soleil, considéré comme un corps noir, est maximale.

**1-b-** En déduire à l'aide du document 2 la valeur de la température de surface du Soleil que l'on peut déduire du document 1.

**1-c-** La température de la surface du Soleil vaut en réalité 5778 K. Proposer une explication de l'écart entre cette valeur et le résultat précédent.

**4-** La constante solaire d'une planète est la puissance solaire parvenant sur une unité de surface de la planète en incidence normale.

**4-a-** Expliquer pourquoi la constante solaire de Vénus est plus grande que celle de la Terre.

**4-b-** En prenant en compte l'albédo, calculer la puissance solaire  $P_{S, Terre}$  effectivement absorbée par unité de surface Terrestre en incidence normale. Calculer de même la puissance solaire  $P_{S, Vénus}$  effectivement absorbée par unité de surface de Vénus en incidence normale.

### Exercice 4

**1-** Préciser le phénomène physique à l'origine de l'énergie dégagée par le soleil.

**2-** Calculer la masse solaire transformée chaque seconde en énergie, sachant que la puissance rayonnée par le soleil a pour valeur  $3,9 \times 10^{26} \text{ W}$ .

Donnée : vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$