

Travaux dirigés N°3 Transfert thermique par rayonnement

Exercice 01

Pour chauffer une pièce, on utilise un radiateur cylindrique de diamètre $D=2\text{cm}$ et de longueur $L= 0,5\text{cm}$. Ce radiateur rayonne comme un corps noir et émet une puissance de 1kw . On néglige les échanges par convection et conduction.

1- Calculer la température du radiateur.

2- Déterminer la longueur d'onde par laquelle la densité spectrale d'énergie émise par le radiateur est maximale.

3- Quelle devrait être la température du radiateur pour que cette longueur d'onde soit de $2\mu\text{m}$? Quelle serait alors la puissance dégagée? On donne la constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

Exercice 02

La terre est éclairée par le soleil. Elle reçoit ainsi un flux d'énergie thermique localisée principalement dans le spectre visible, et qui varie en chaque point de la terre et de l'heure solaire considérée.

On conviendra de prendre en compte ces variations spatiales et temporelles en admettant qu'en moyenne, la terre reçoit du soleil un flux surfacique constant et égal à $\phi_0 = 310 \text{ W/m}^2$.

1- Dans un premier temps, on commence par négliger complètement l'existence d'une atmosphère autour de la terre:

➤ Calculer la température moyenne T_t de la surface terrestre. On admettra que la terre suit exactement la loi du corps noir.

2- On prend maintenant en compte l'existence d'une atmosphère gazeuse entourant la terre. On admet que cette atmosphère présente en moyenne pour le rayonnement solaire qu'elle reçoit, un coefficient d'absorption $a=0,19$ et un coefficient de transmission $t=0,51$. En admettant encore que les deux systèmes suivent la loi du corps noir:

➤ Calculer la température moyenne d'équilibre T_a de l'atmosphère terrestre et T_t de la surface terrestre. La constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W. m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

Exercice 03

Après le coucher de soleil, l'énergie rayonnée peut être ressentie par une personne qui se tient à proximité d'un mur de briques. Un tel mur peut fréquemment avoir une température de 45°C , et son pouvoir d'émission est de l'ordre de 0,9.

1. Quel est le flux thermique rayonné par unité de surface par un tel mur ?
2. Quelle est la longueur d'onde correspondant au maximum d'énergie rayonnée ?
3. De quel type de rayonnement s'agit-il ?

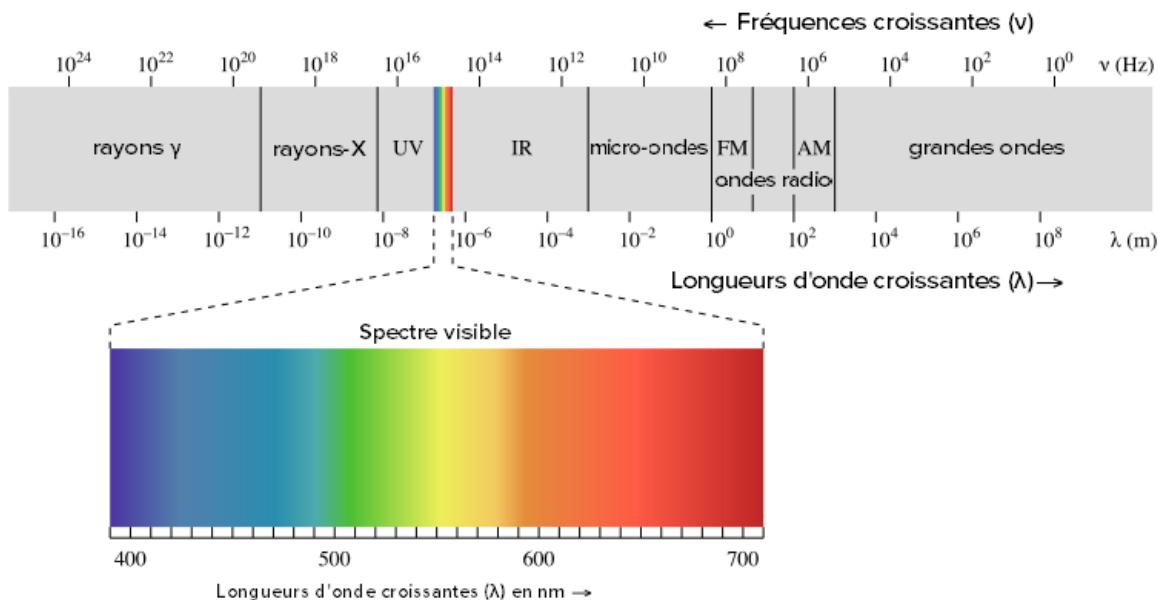
Exercice 04

On se propose d'étudier de manière extrêmement simplifiée le bilan radiatif global du système terre-atmosphère. Ce système ne peut échanger de l'énergie avec l'espace que sous forme radiative. Comme il n'évolue pratiquement pas en température moyenne, il faut que son bilan thermique soit équilibré.

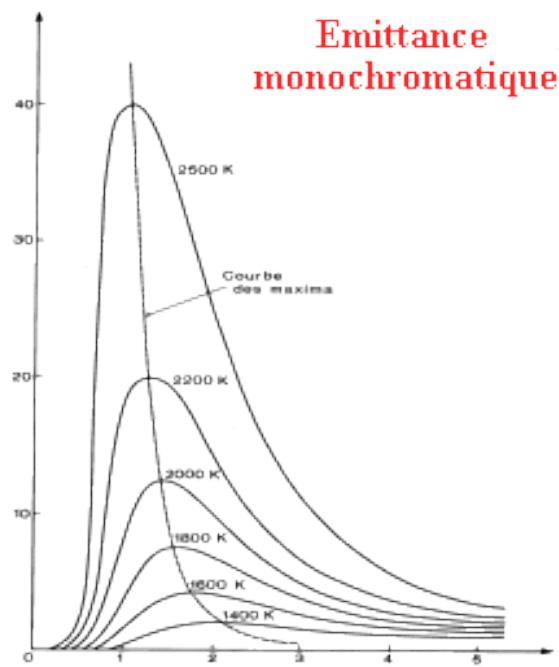
L'unique source du système terre- atmosphère est le rayonnement solaire.

1. On supposera que le soleil rayonne comme un corps noir à la température 5800K . Calculer son émittance totale.

2. En déduire la luminance du soleil en supposant qu'il se comporte comme une source diffuse.
 3. Calculer l'angle solide sous lequel le soleil voit la terre.
 4. En déduire le flux de chaleur reçu par la terre en négligeant l'existence de l'atmosphère.
- Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$.
 - Rayon de la terre: $R_t=6380 \text{ km}$. Distance moyenne terre-soleil: $L=150 \ 000 \ 000 \text{ km}$
 - Rayon du soleil: $R_s=696 \ 000 \text{ km}$. Constante solaire: $C=1 \ 400 \text{ W/m}^2$



Le spectre électromagnétique



Emittance monochromatique du corps noir