

3.4 Rayonnement thermique-Exercice 2

Le Soleil (rayon R_s , température de surface T_s) et la Terre (rayon R_T , température de surface T_T) sont assimilés à des corps noirs. Ils sont séparés d'une distance D . La Terre est constituée de roches radioactives qui dégagent une puissance thermique volumique p par les réactions nucléaires.

On se place en régime permanent et on néglige l'influence de l'atmosphère.

Données : $R_s = 6,96 \cdot 10^8$ m ; $R_T = 6400$ km ; $D = 1,5 \cdot 10^{11}$ m ; $T_s = 6000$ K ; $p = 3 \cdot 10^{-6}$ W.m⁻³
constante de Stefan $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W.m⁻².K⁻⁴.

a-Exprimer la puissance P_s rayonnée par le Soleil.

b-Par un bilan énergétique, déterminer la température T_T .

c-Calculer T_T et la longueur d'onde λ_T du rayonnement émis par la Terre. Situer cette longueur d'onde dans le spectre électromagnétique.

Rappel : • Loi de Stefan : $\phi_e = \sigma T^4$ (W.m⁻²) • Loi de Wien : $\lambda_{\text{moyen}} \cdot T = 3000$ μm.K

a-La puissance surfacique rayonnée par le Soleil assimilé à un corps noir est : σT_s^4

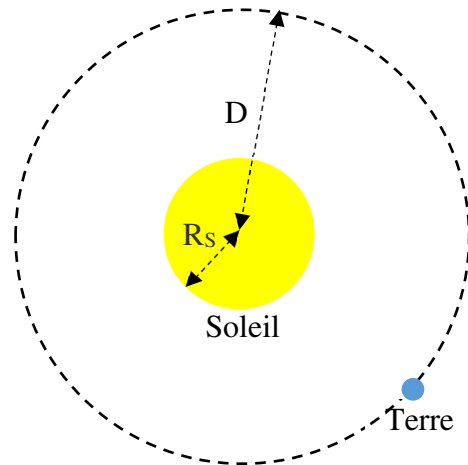
La puissance totale rayonnée est donc : $P_s = 4\pi R_s^2 \cdot \sigma T_s^4$

b-Cette puissance se répartit dans l'espace. La puissance surfacique sur la sphère de rayon D est :

$$\frac{P_s}{4\pi D^2} = \sigma T_s^4 \left(\frac{R_s}{D} \right)^2$$

La puissance reçue par la Terre en provenance du Soleil est :

$$P_{\text{reçue par rayonnement}} = \sigma T_s^4 \left(\frac{R_s}{D} \right)^2 \cdot \pi R_T^2$$



Bilan de puissance pour la Terre en régime stationnaire :

$$P_{\text{émise par rayonnement}} = P_{\text{reçue par radioactivité}} + P_{\text{reçue par rayonnement}}$$

$$4\pi R_T^2 \sigma T_T^4 = p \frac{4}{3} \pi R_T^3 + \sigma T_s^4 \left(\frac{R_s}{D} \right)^2 \cdot \pi R_T^2$$

$$\text{D'où : } T_T = \left[\frac{p R_T}{3\sigma} + \left(\frac{R_s}{2D} \right)^2 T_s^4 \right]^{1/4}$$

c-A.N : $T_T = 290$ K ; $\lambda_T = 10$ μm (infra-rouge)