

1- Calcul d'angle solide

Calculer les angles solides sous lesquels on voit le Soleil depuis la Terre (Ω_{ST}), la Terre depuis le Soleil (Ω_{TS}), la Lune depuis la Terre (Ω_{LT}), la Terre depuis la Lune (Ω_{TL}). Les rayons du Soleil, de la Terre, et de la Lune sont respectivement $R_S = 695.10^3$ km, $R_T = 6380$ km, $R_L = 1740$ km, et les distances entre les astres (i) et (j) $d_{i,j}$ valent $d_{T,S} = 149.10^6$ km, $d_{T,L} = 384.10^3$ km. Lors d'une éclipse de Soleil, la Lune masque-t-elle complètement le Soleil ? Dans le cas d'une éclipse de Lune, calculer la distance à la Terre du sommet Σ du cône d'ombre de la Terre. En déduire l'angle solide sous lequel on voit la Terre de Σ et l'angle solide sous lequel on voit la Lune de Σ . L'éclipse de Lune est-elle totale ?

2- Chauffage rayonnant

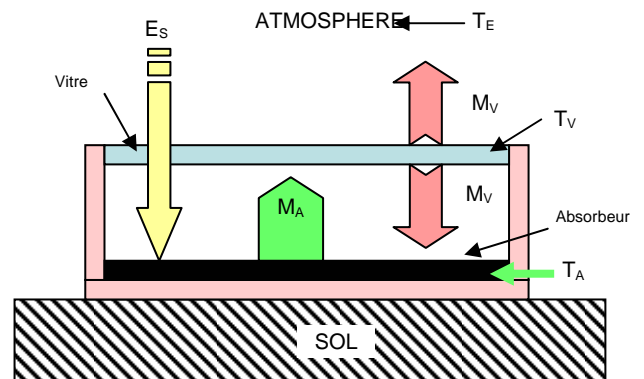
Un radiateur cylindrique de diamètre $d = 2$ cm et de longueur $L = 50$ cm est utilisé pour chauffer une pièce d'un appartement. Ce radiateur rayonne comme un corps noir et émet une puissance de 1 kW. Calculer la température du radiateur, ainsi que la longueur d'onde λ_m pour laquelle sa luminance est maximale. Quelle devrait être sa température pour que la longueur d'onde soit de $2 \mu\text{m}$? Quelle serait alors la puissance dégagée ?

3- Bilan radiatif de la Terre (se servir des données de l'exercice 1)

- 3a. Déterminer le flux de chaleur rayonné par la surface de la Terre considérée comme un corps noir à la température moyenne $T_T = 300$ K.
- 3b. Quel est le flux de chaleur reçu par la Terre provenant du Soleil en admettant que celui-ci rayonne comme un corps noir à la température $T_S = 5800$ K ?
- 3c. Se basant sur l'éclairement reçu par la Terre, calculer la température moyenne d'équilibre T_{Te} que devrait prendre le globe terrestre (on néglige tout effet thermique de l'atmosphère).
- 3d. L'estimation obtenue est inférieure à la valeur constatée (27°C). Cet écart est dû à l'effet de serre (une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre est piégée par l'atmosphère). Calculer le flux thermique dû à l'effet de serre, si la température moyenne d'équilibre est de 23°C .
- 3e. Si on envisage que l'effet de serre puisse augmenter de 20%, quel échauffement de la planète devrait-il en résulter ?

4- Étude simplifiée d'un capteur plan solaire

Un capteur plan solaire est constitué d'un absorbeur (peint en noir) soumis au rayonnement solaire par l'intermédiaire d'une vitre. La vitre sera considérée comme totalement transparente pour le rayonnement solaire ($\rho = \alpha = 0$), et totalement opaque et non réfléchissante pour le rayonnement infrarouge ($\rho = \tau = 0$ pour $\lambda > 3 \mu\text{m}$). L'atmosphère, la vitre, et l'absorbeur seront considérés comme des corps noirs à la température T_E , T_V , et T_A respectivement. Les phénomènes de convection et conduction sont négligés. Au sol, l'éclairement solaire vaut $E_S = 1000 \text{ W.m}^{-2}$. L'atmosphère peut être considérée comme un corps noir de température apparente $T_E = 300$ K. L'arrière de l'absorbeur (côté sol) est traité par dépôt d'une couche mince qui limite fortement les pertes par rayonnement.



- 4a. Par application de la loi de Wien, quelle est la longueur d'onde correspondante au maximum de l'émission du Soleil (corps noir à $T = 5800$ K) ? Même question pour un corps noir à 300 K.
- 4b. Écrire les bilans énergétiques de la vitre $f(E_S, M_V, M_A) = 0$ et de l'absorbeur $g(E_S, M_V, M_A) = 0$.
- 4c. Écrire les émittances de la vitre et de l'absorbeur en fonction de leurs températures respectives.
- 4d. En déduire la relation $T_A = h(\sigma, T_E, E_S)$, avec σ la constante de Stefan-Boltzmann. Calculer T_A .
- 4e. Quelle est la température de l'absorbeur si on enlève la vitre ?