

**1- Calcul d'angle solide**

Calculer les angles solides sous lesquels on voit le Soleil depuis la Terre ( $\Omega_{ST}$ ), la Terre depuis le Soleil ( $\Omega_{TS}$ ), la Lune depuis la Terre ( $\Omega_{LT}$ ), la Terre depuis la Lune ( $\Omega_{TL}$ ). 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  $\Sigma$  du cône d'ombre de la Terre. En déduire l'angle solide sous lequel on voit la Terre de  $\Sigma$  et l'angle solide sous lequel on voit la Lune de  $\Sigma$ . L'éclipse de Lune est-elle totale ?

**2- Chauffage rayonnant**

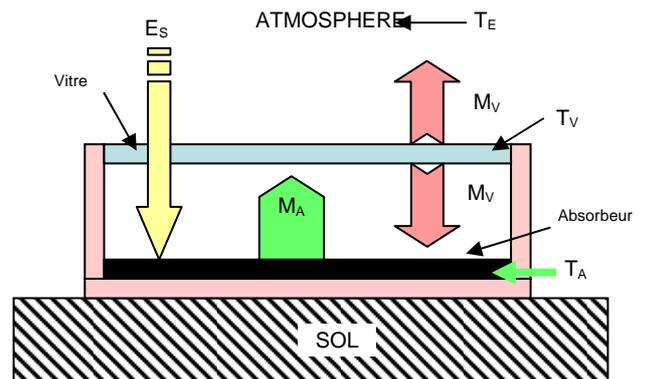
Un radiateur cylindrique de diamètre  $d = 2$  cm et de longueur  $L = 50$  cm est utilisé pour chauffer une pièce d'un appartement. Ce radiateur rayonne comme un corps noir et émet une puissance de 1 kW. Calculer la température du radiateur, ainsi que la longueur d'onde  $\lambda_m$  pour laquelle sa 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 ( $27^\circ\text{C}$ ). 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  $23^\circ\text{C}$ .
- 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  $\sigma$  la constante de Stefan-Boltzmann. Calculer  $T_A$ .
- 4e. Quelle est la température de l'absorbeur si on enlève la vitre ?