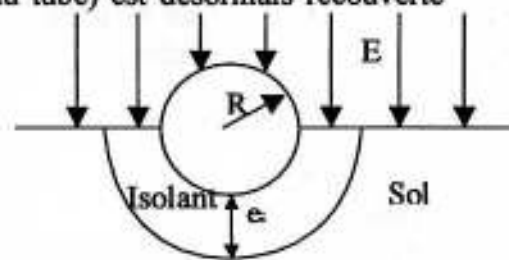


Test d'énergétique N°2
Groupe 4 – 29 novembre 2006

Exercice 1 (6 points) : Etude d'un capteur solaire

On considère un tube métallique de grande longueur l , de rayon $R = 1$ cm, d'épaisseur négligeable, à demi enterré dans le sol. Sa conductivité thermique est assez grande pour que sa température soit supposée uniforme.

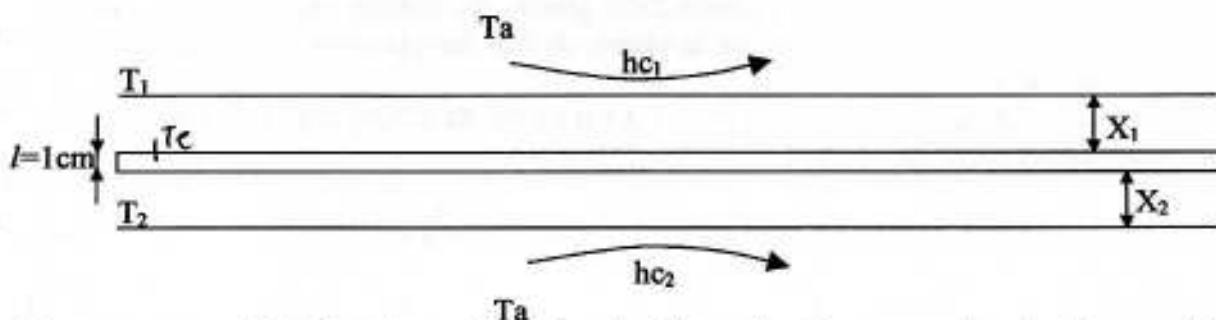
- 1) Déterminer, en fonction de l'éclairement E , du rayon R , et de la longueur l , l'expression analytique du flux solaire qui serait reçu par la surface du sol occupée par le tube, sachant que l'éclairement au sol dû au soleil (rayonnement courte longueur d'onde) vaut : $E = 800$ W/m^2 . (On considère pour la suite que ce flux est effectivement totalement absorbé par le tube métallique).
- 2) Déterminer l'expression analytique de la puissance perdue par le tube avec l'air, celui-ci échangeant avec l'air ambiant un flux convectif et radiatif (grande longueur d'onde) dont le coefficient d'échange global vaut : $h = 15$ $W/m^2.K$, et sachant que la température de l'air ambiant vaut $T_a = 20^\circ C$. On notera T_p^0 la température du tube.
- 3) On suppose que la partie inférieure de ce tube (en contact avec le sol) est recouverte d'une surface parfaitement isolante, et que l'on est à l'équilibre thermique. En déduire, à l'aide d'un bilan thermique du tube la température T_p^0 de ce tube soumis au rayonnement solaire
- 4) La partie inférieure de ce tube (c'est à dire la moitié du tube) est désormais recouverte d'une couche d'isolant d'épaisseur $e_i = R$, de conductivité thermique $\lambda_i = 0,1$ $W/m.K$. Le flux thermique pouvant être considéré comme radial et le contact entre l'isolant et le sol étant supposé parfait, montrer que la nouvelle température T_p^1 d'équilibre du tube peut s'écrire sous la forme :



où C est une constante à définir.

En effectuant un nouveau bilan thermique, calculer alors T_p^1 , en considérant la température du sol $T_s = 15^\circ C$; et sachant que le flux reçu et absorbé reste inchangé. Conclure sur la pertinence de ce choix d'isolant.

Exercice 2 (8 points). Etude d'un plancher chauffant



On se propose d'étudier le système de chauffage électrique par le plancher en béton (conductivité = $1,2$ $W/m.^{\circ}C$) représenté sur la figure suivante :

La densité de flux de chaleur créée par le câble électrique (chauffant) est de $\varphi=100 \text{ W/m}^2$. Ce flux se partage en une densité de flux ascendant φ_1 (chauffage par le plancher) et φ_2 (chauffage par le plafond).

Les coefficients d'échange superficiels par convection sur les surfaces horizontales valent respectivement :

- $hc_1 = 5,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ pour la face supérieure.
- $hc_2 = 3,6 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ pour la face inférieure.

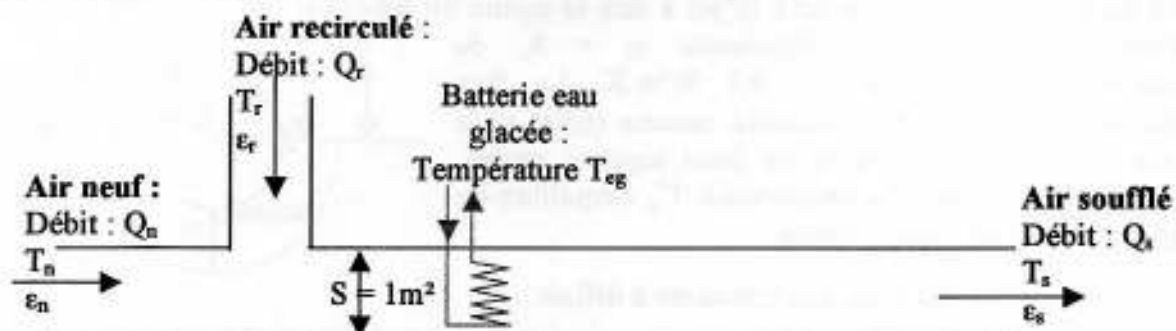
La température T_a de l'air de chaque côté du plancher est de 18°C . De plus, la température de l'élément chauffant est supposée uniforme et égale à T_e .

On a par ailleurs $x_1 = x_2 = 7,5 \text{ cm}$. En négligeant les échanges radiatifs sur chacune des deux surfaces horizontales, déterminer :

- Les résistances globales de transmission de la chaleur (R_1 pour la partie supérieure et R_2 pour la partie inférieure exprimées en $^\circ\text{C/W}$) de la zone comprise entre l'élément chauffant et l'ambiance.
- Une relation liant la densité de flux globale aux températures T_e et T_a . En déduire T_e .
- Les densités de flux φ_1 et φ_2 .
- Les températures superficielles T_1 (sur la face supérieure) et T_2 (sur la face inférieure)

Exercice 3 (6 points) : Etude d'une installation de génie climatique

On se propose d'étudier les transformations de l'air dans une installation de génie climatique classique. Cette installation se présente de la manière suivante :



Les caractéristiques de l'air neuf (indice n) et de l'air recirculé (en provenance de la salle, indice r) sont :

$$Q_n = 750 \text{ m}^3/\text{h} \quad T_n = 32^\circ\text{C}, \quad \varepsilon_n = 15\%$$

$$Q_r = 1500 \text{ m}^3/\text{h} \quad T_r = 24^\circ\text{C}, \quad \varepsilon_r = 40\%$$

- Calculer l'humidité spécifique et les débits massiques (par kg d'air sec) de l'air neuf et de l'air recirculé. On suppose que la pression totale est de 101310 Pa .
- Déterminer la température, l'humidité spécifique et l'humidité relative de l'air après mélange et avant son passage sur la batterie d'eau glacée. En déduire également son volume spécifique, son débit volumique, ainsi que la vitesse de l'air dans la gaine (supposée uniforme sur toute sa section $S=1 \text{ m}^2$).
- La température d'eau glacée étant de 9°C , y a-t-il risque de condensation de l'humidité de l'air au niveau de la batterie froide?

NB: Tous les résultats devront être obtenus par calcul clairement explicité.