DM 5 : Transferts thermiques

Pour Mardi 5 Novembre

Simple et double vitrage

On considère une pièce à la température $T_i = 20$ °C. La température extérieure est $T_e = 5,0$ °C. On étudie les transferts thermiques avec l'extérieur à travers une vitre en verre de conductivité thermique $\lambda = 1,15$ W.m^{-1}.K^{-1}, de largeur 60 cm, de hauteur 60 cm et d'épaisseur 3,0 mm. On suppose qu'il n'y a pas de flux sortant à travers les autres parois de la pièce. On se place en régime stationnaire.

0. Faire un schéma
1. Définir et calculer la résistance thermique de la vitre. En déduire le flux thermique sortant à travers le simple vitrage.
2. On remplace le simple vitrage par un double vitrage constitué d'une vitre de 3,0 mm d'épaisseur, d'une couche d'air de conductivité thermique $\lambda_{air} = 0,025$ W.m^{-1}.K^{-1}, d'épaisseur 10 mm, et d'une autre vitre identique à la première. Donner le schéma thermique équivalent. Calculer le flux thermique sortant à travers le double vitrage et les différentes températures dans le double vitrage.

Cuisson d'un oeuf

La cuisson d'un œuf (de poule) à la coque dure 3 minutes. Un œuf moyen a une masse comprise entre 53 et 63 g.

0. Faire un schéma
1. Quelle serait la durée pour faire cuire à la coque un œuf d'autruche, sachant que la masse de celui-ci est comprise entre 1,2 et 1,8 kg ?

indice : Le blanc d'œuf coagule à 69° et le jaune d'œuf coagule à 62°.

Fonte d'un glaçon

Un glaçon cubique mets 5 min à fondre dans un verre d'eau

0. Faire un schéma
1. Quelle est la durée pour faire fondre un glaçon deux fois plus gros ?

Ailette de refroidissement

On considère une tige de cuivre cylindrique de rayon $a = 5$ mm, de longueur L. En $x = 0$, la tige de cuivre est en contact avec un milieu à la température $T_0 = 330$ K. Tout le reste de la tige est en contact avec l'air ambiant de température uniforme $T_e = 300$ K. On appelle $\lambda = 400$ W.m^{-1}.K^{-1} la conductivité thermique du cuivre et $h = 12$ W.m^{-2}.K^{-1} le coefficient de transfert conducto-convectif entre la tige de cuivre et l'air. On se place en régime stationnaire. On pose $\delta = \sqrt{\frac{\lambda a}{2h}}$

On rappelle la loi de Newton : $\delta Q = h(T_s - T_f)dSdt$ à l'interface solide/fluide avec T_s la température du solide et T_f la température du fluide.

0. Faire un schéma
1. On considère que la longueur de la tige est quasi infinie. Déterminer le profil de température $T(x)$ en tout point de la tige de cuivre.
2. On remplace la tige précédente par une tige de longueur $L = 20$ cm. Déterminer $T(x)$. Calculer $T(L)$.
3. Quel est l'intérêt du dispositif ? Quelle valeur de L faut-il choisir pour optimiser les performances du dispositifs ? Citer une application.

Effet de cave

L'atmosphère occupe le demi-espace $x < 0$ et le sol le demi-espace $x > 0$. La température au niveau du sol est : $T(0) = T_0 + a\cos(\omega t)$. On utilisera la notation complexe : $\underline{T}(0) = T_0 + a\exp(j\omega t)$. Pour le sol, on note $\mu = 3,0 \times 10^3$ kg.m^{-3} la masse volumique, $c = 515$ J.kg^{-1}.K^{-1} la capacité thermique massique et $\lambda = 1,2$ W.m^{-1}.K^{-1} la conductivité thermique. On pose $\delta = \sqrt{\frac{2\lambda}{\mu c\omega}}$

0. Faire un schéma
1. On cherche une solution de la forme : $\underline{T}(x,t) = T_0 + \underline{f}(x)\exp(j\omega t)$. Déterminer $\underline{f}(x)$. En déduire $T(x,t)$.
2. Calculer les variations de température à une profondeur de 50 cm pour une amplitude de variation journalière de la température $T(0)$ de 15°C autour d'une température moyenne de 3° en hiver.

En bonus :

N'importe quel(s) exos(s) des précédents TD non corrigé en classe dont vous voulez la correction