

Solution de la série de TD N°4

EX1.

- La quantité de chaleur transférée à la boule de cuivre est simplement égale au changement de son énergie interne :

$$Q = \Delta U = m.c.(T_2 - T_1)$$

$$m = \rho.V = 8950 \times \left(\frac{4}{3}\pi 0,05^3\right) = 4,69 \text{ kg}$$

$$\text{Donc : } Q = 4,69 \times 0,395 \times (150 - 100) = 92,6 \text{ kJ}$$

- Le flux de chaleur transféré pendant 30 mn :

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{92,6}{1800} = 0,0514 \text{ kJ / s} = 51,4 \text{ W}$$

La densité de flux thermique est la quantité de chaleur par unité de surface et de temps, ou flux de chaleur par unité de surface :

$$\dot{Q} = \frac{\phi}{S} = \frac{\phi}{\pi D^2} = \frac{51,4}{\pi \times 0,1^2} = 1636 \text{ W / m}^2$$

EX2.

Dans des conditions régulières, le flux de chaleur transféré par le fond de la casserole par conduction est :

$$\phi = -\lambda S \frac{\Delta T}{E} = -\lambda S \frac{(T_{ext} - T_{int})}{E}$$

$$S = \pi.R^2 = \pi.0,1^2 = 0,0314 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow 800 = 237 \times 0,0314 \times \frac{T_{ext} - 105}{0,004} \Rightarrow T_{ext} = 105,43^\circ \text{C}$$

EX3.

La densité de flux de chaleur est : $\dot{Q} = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}T} = -1,1 \times \frac{15 - 40}{0,25} = 110 \text{ W / m}^2$

Le flux de chaleur est : $\phi = \dot{Q} \times S = 110 \times (5 \times 4) = 2200W$

La quantité de chaleur est : $Q = \phi \times \Delta t = 2200 \times (3 \times 3600) = 23760kJ$

EX4.

En régime stationnaire, le flux de chaleur perdu par le fil est égal au flux de chaleur généré par ce fil.

C'est-à-dire : $E_g = V \times I = 110 \times 3 = 330W$

La surface du fil est : $S = \pi D.L = 3,14 \times 0,002 \times 1,4 = 0,0088m^2$

La loi de Newton du refroidissement par convection est exprimée par :

$$\phi = E_g = h.S(T_s - T_\infty) \Rightarrow h = \frac{E_g}{S(T_s - T_\infty)} = \frac{330}{0,0088 \times (240 - 20)} = 170,5W/m.^{\circ}C$$

EX5.

On assume que transfert radiatif se fait seulement entre les deux plaques A et B. ce flux radiatif a été donné par la loi de Stéphane-Boltzmann :

$$\dot{Q} = \varepsilon.\sigma.(T_B^4 - T_A^4) = 0,97 \times 5,67.10^{-8} \times (1073^4 - 473^4) = 70,15kW/m^2$$

EX6.

Le flux net de transfert de chaleur par rayonnement à partir du corps aux murs environnants, au plafond et au plancher en hiver :

$$\phi_{rad,hiver} = \varepsilon.\sigma.S.(T_s^4 - T_{sur,hiver}^4) = 0,095 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 1,4 \times (303^4 - 283^4) = 152W$$

Le flux net de transfert de chaleur par rayonnement en été :

$$\phi_{rad,été} = \varepsilon.\sigma.S.(T_s^4 - T_{sur,été}^4) = 0,095 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 1,4 \times (303^4 - 298^4) = 40,9W$$