

CORRIGE INTERROGATION N°2

Exercice 01 (13pts)

1. Calcul du coefficient de convection interne h_i :

- Nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{V \cdot d_i \cdot \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{1,3 \cdot 10^{-3}} = 15400 \quad (1,5pts)$$

- Nombre de Nusselt :

$Re > 2400$, alors le régime d'écoulement est turbulent (1 pt)

La corrélation à appliquer est celle de Colburn : (1pt)

$$Nu = 0,023 \cdot P_r^{0,33} \cdot Re^{0,8} = 0,023 \cdot 9^{0,33} \cdot 15400^{0,8} = 108,7 \quad (1pt)$$

- Coefficient convectif interne:

$$Nu = \frac{h_i \cdot d_i}{\lambda} \quad (1pt) \Rightarrow h_i = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_i} = \frac{108,7 \cdot 0,6}{20 \cdot 10^{-3}} = 3261 \text{ W/m}^2\text{°C} \quad (1pt)$$

2. Calcul des différentes résistances thermiques :

- Convection interne

$$R_i = \frac{1}{h_i (\pi \cdot d_i L)} = \frac{1}{3261 (\pi \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 30)} = 1,63 \cdot 10^{-4} \text{ °C/W} \quad (1pt)$$

- Convection externe

$$R_e = \frac{1}{h_e (\pi \cdot d_e L)} = \frac{1}{10 (\pi \cdot 27 \cdot 10^{-3} \cdot 30)} = 0,04 \text{ °C/W} \quad (1pt)$$

- Résistance thermique totale:

$$R_T = R_i + R_e = 1,63 \cdot 10^{-4} + 0,04 = 40,163 \cdot 10^{-3} \text{ °C/W} \quad (1pt)$$

3. Calcul du flux de chaleur total gagné par le tube :

$$\phi = \frac{T_{air} - T_{eau}}{R_T} = \frac{25 - 8}{40,163 \cdot 10^{-3}} = 423,275 \text{ W} \quad (1pt)$$

4. Calcul de la température interne du tube :

$$\phi = \frac{T_i - T_{eau}}{R_i} \quad (0,75 \text{ pts}) \quad \Rightarrow \quad T_i = \phi \cdot R_i + T_{eau} \quad (0,75 \text{ pts})$$

$$T_i = (423,275 \cdot 1,63 \cdot 10^{-4}) + 8 \simeq 8,1^\circ\text{C} \quad (1 \text{ pt})$$

Exercice 02 (7pts)

1. Calcul de l'émittance à la température de **1403K** et à la longueur d'onde $\lambda=4,5\mu\text{m}$:

On applique la loi de Planck :

$$M_{0\lambda T} = \frac{c_1 \lambda^{-5}}{\exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1} \quad (1 \text{ pt})$$

$$M_{0\lambda T} = \frac{3,741 \cdot 10^{-16} (4,5 \cdot 10^{-6})^{-5}}{\exp\left(\frac{1,4388 \cdot 10^{-2}}{4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1403}\right) - 1} = 2,3 \cdot 10^{10} \text{W/m}^3 \quad (1 \text{ pt})$$

2. Calcul de la longueur d'onde λ_m pour une émittance maximale :

D'après la 1^{ère} loi de Wien :

$$\lambda_m = \frac{2898 \cdot 10^{-6}}{T} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\lambda_m = \frac{2898 \cdot 10^{-6}}{1403} = 2,065 \cdot 10^{-6} \text{m} = 2,065 \mu\text{m} \quad (1 \text{ pt})$$

3. C'est un rayonnement Infrarouge **(1 pt)**

4. Calcul de l'émittance monochromatique dans ce cas :

$$M_{0\lambda_M T} = 1287 \cdot 10^{-8} \cdot T^5 \quad (1 \text{ pt})$$

$$M_{0\lambda_M T} = 1287 \cdot 10^{-8} \cdot (1403)^5 = 7 \cdot 10^{10} \text{W/m}^3 \quad (1 \text{ pt})$$