

**Filière : Parcours Energétique.****Convection****Exercice 1 :**

Les fumées, les gaz chauds non utilisables dans de nombreuses usines sont souvent récupérés pour chauffer de l'eau qui circule dans des récupérateurs de calories (échangeurs).

On suppose que le système est constitué par deux tubes coaxiaux comme figure ci-dessous. Le débit des gaz chauds est de 21 kg/s, celui de l'eau est de 15 kg/s. Les chaleurs massiques à pression constante sont :

Pour l'eau  $c' = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$  et pour les gaz  $c = 1 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$

En régime permanent les températures sont :

Température d'entrée de l'eau est  $\theta_{e'} = 20^\circ\text{C}$

Température d'entrée des gaz est  $\theta_e = 600^\circ\text{C}$

Température de sortie des gaz est  $\theta_s = 400^\circ\text{C}$

- Quelle est la quantité de chaleur échangée par seconde entre les gaz et l'eau (puissance thermique échangée).
- Quelle est la température de sortie de l'eau.

**Exercice 2**

L'eau rentre dans une conduite, de 100 mm de diamètre extérieur et 10 mm d'épaisseur, avec un débit de 9 m<sup>3</sup>/h. L'eau à l'entrée sa température est de 70°C et sort à une température de 60°C. Les déperditions thermiques de la conduite sont réduites à l'aide d'un calorifuge cylindrique en laine de verre.

Masse volumique de l'eau à 65°C :  $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ ,

Chaleur massique de l'eau à 65°C :  $C = 4.185 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$

- Calculer la puissance thermique  $\Phi$  (en kW) perdue pendant le transport, entre l'entrée et la sortie.
- En admettant que l'eau est à la température moyenne de 65°C, et pour une température extérieure de 15°C, déterminer la résistance thermique globale  $R_{\text{tot}}$  de la conduite calorifugée.

**Exercice 3 :**

De l'air à faible pression circule le long d'une plaque dont la température  $T_p$  est imposée. On donne :

$$- T_\infty = 300^\circ\text{C}, \quad U_\infty = 10 \text{ m/s}, \quad p_\infty = 6 \cdot 10^3 \text{ Pa}.$$

- La longueur de la plaque est  $L = 0.5 \text{ m}$ .

Calculer, par unité de longueur de la paroi, le flux total de refroidissement nécessaire pour maintenir la plaque à la température  $T_p = 27^\circ\text{C}$ .

**Exercice 4 :**

Calculer le coefficient de convection forcée pour l'eau s'écoulant avec une vitesse moyenne de 2m/s à l'intérieur d'un tuyau de 6 m de longueur et 14 mm de diamètre intérieur. La température de la paroi interne (imposée par le phénomène extérieur) est de 60°C. La température moyenne de l'eau est estimée à 30°C.

**Exercice 5 :**

De l'air atmosphérique à 10°C passe transversalement à l'axe d'un faisceau de tubes en ligne comprenant 5 rangs de 20 tubes de 5m de longueur. La vitesse de l'air est de 6m/s avant de pénétrer dans le faisceau. Les tubes sont chauffés intérieurement par de l'eau chaude et on peut considérer que la paroi extérieure est à 65°C.

On donne : diamètre des tubes 25 mm ; maille carrée de 38mm\*38mm/  
Calculer le coefficient de convection.

**Exercice 6 :**

De la vapeur d'eau à 2 bar se condense à l'intérieur d'un tuyau horizontal en cuivre de 25 mm de diamètre extérieur. Le métal du tuyau étant bon conducteur, on peut admettre que la paroi externe du tuyau est à une température  $t_{\text{sat}} = 120^\circ\text{C}$  ( $P=2$  bar). Ce tuyau est placé dans l'air atmosphérique calme à 20°C.

- a) Calculer le coefficient de convection.
- b) Calculer le flux linéique transmis à l'air par convection.

**Exercice 7 :**

Une plaque verticale est chauffée sur une face par de la vapeur à une température de 90°C. L'autre face est en contact avec de l'air à 20°C.  
Calculer le coefficient de convection.

-----