

Travaux dirigés des transferts thermiques Série N°1

Exercice 1 :

Pour une paroi simple de surface $S = 15,45 \text{ m}^2$ qui sépare deux ambiances, l'une intérieure à la température $T_i = 20^\circ\text{C}$ et l'autre extérieure à la température $T_e = -10^\circ\text{C}$, d'épaisseur $e_b = 15 \text{ cm}$, constituée de béton de conductivité thermique $\lambda_b = 1,75 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, dont les coefficients d'échanges superficiels sont respectivement pour l'intérieur $h_i = 9,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ et pour l'extérieur $h_e = 16,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

Exprimer littéralement puis calculer :

- 1) La résistance thermique surfacique totale R_T , de la paroi.
- 2) Le coefficient de transmission thermique U .
- 3) La densité de flux thermique ϕ et le flux thermique Φ traversant cette paroi simple.
- 4) Les températures de surface, respectivement T_{si} pour l'intérieur et T_{se} pour l'extérieur.
- 5) L'énergie E en kWh « dépensée » par cette paroi pendant 24 h.
- 6) Que faut-il faire pour réduire les pertes thermiques à travers cette paroi ?

Exercice 2 :

On ajoute à la paroi simple (exercice 1) une plaque de polystyrène ($e_p = 4 \text{ cm}$, $\lambda_p = 0,047 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) côté intérieur. Les températures intérieures et extérieures étant toujours égales à 20°C et -10°C , et les coefficients d'échanges superficiels h_i et h_e à $9,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ et $16,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$.

- 1) Calculer R_T , U , ϕ , Φ , T_{si} , T_{se} et l'énergie E dépensée pendant 24 h ainsi que la température T_1 à l'interface des deux matériaux.

On souhaite réduire d'un tiers la densité de flux thermique traversant cette paroi composite.

- 2) Calculer l'épaisseur e' nécessaire de l'isolant ($\lambda_p = 0,047 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).

Exercice 3 :

Un ballon d'eau chaude est un cylindre de hauteur 2 m et de diamètre 0,5 m. Il est en acier ($\lambda = 45 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) d'épaisseur $e = 1,5 \text{ mm}$. Son isolation est effectuée par la laine de verre ($\lambda = 0,07 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $e = 50 \text{ mm}$).

- 1) Calculer la surface totale du cylindre.
- 2) Quelle est la résistance thermique de la paroi ? (on néglige les résistances superficielles)
- 3) Montrer que l'acier est un très mauvais isolant.
- 4) Quelle est la densité de flux perdu si l'eau contenue dans le ballon est égale à 55°C , et celle de l'air ambiant 30°C ?
- 5) Quelle est la puissance thermique perdue par l'ensemble du ballon ?

Exercice 4 :

Une façade comporte un mur de surface $S_1 = 25 \text{ m}^2$ et une partie vitrée de surface $S_2 = 5 \text{ m}^2$. Les coefficients de transmission **thermiques** du mur et du vitrage sont respectivement : $U_m = 1,23 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ et $U_v = 2,81 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. La façade sépare deux ambiances aux températures égales à 20°C et -3°C .

- 1) Calculer les flux thermiques Φ_m et Φ_v traversant le mur et la baie vitrée.
- 2) Calculer le coefficient de transmission thermique U de la façade.
- 3) Déduire le flux thermique Φ traversant la façade.

Exercice 5 :

Une conduite cylindrique en acier (diamètre intérieur 53 mm, diamètre extérieur 60 mm, $\lambda_a = 40,4 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$) transportant de la vapeur est calorifugée par 32 mm d'un revêtement fondu à haute température, composé de terre à diatomée et d'amiante ($\lambda_t = 0,101 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$). Ce revêtement est isolé par 65 mm de feutre d'amiante feuilleté ($\lambda_f = 0,072 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$).

Au cours d'un essai, on a trouvé que la température du milieu environnant était de 30°C , la température moyenne intérieure au tuyau dans lequel circule la vapeur était de 482°C et la température de la surface extérieure du revêtement de 50°C .

On demande de calculer :

1. les pertes de chaleur exprimées par unité de longueur de tuyau.
2. la température de la surface comprise entre les deux couches de calorifuge.
3. le coefficient de transfert convectif h_c à l'extérieur de la conduite, exprimé par unité de surface extérieure de revêtement.