

Série d'exercices sur les Rappels de thermodynamique et de transfert de chaleur

Exo n°1

On considère un local rectangulaire chauffé en régime permanent. La température intérieure est maintenue à 20 °C alors que la température extérieure est de 5 °C. Le local perd de la chaleur uniquement à travers ses murs extérieurs, dont le coefficient de transmission thermique global est $U=0,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. La surface totale des murs donnant sur l'extérieur est de 80 m².

1. Établir l'expression du flux thermique perdu par les murs.
2. Calculer la puissance thermique nécessaire pour maintenir la température intérieure constante.
3. Interpréter physiquement le résultat obtenu.

Exo n°2

Un mur de bâtiment est constitué d'une seule couche homogène d'épaisseur 20 cm et de conductivité thermique $\lambda=1,4 \text{ W/mK}$. Les résistances superficielles sont $R_{si}=0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ et $R_{se}=0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

1. Calculer la résistance thermique du mur.
2. En déduire la résistance thermique totale de la paroi.
3. Calculer le coefficient de transmission thermique U .
4. Commenter la performance thermique de ce mur.

Exo n°3

Une paroi extérieure est composée des couches suivantes (de l'intérieur vers l'extérieur) :

- Enduit intérieur : $e=1,5 \text{ cm}$, $\lambda=0,7 \text{ W/mK}$
 - Brique creuse : $e=20 \text{ cm}$, $\lambda=0,6 \text{ W/mK}$
 - Isolant thermique : $e=8 \text{ cm}$, $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$
1. Calculer la résistance thermique de chaque couche.
 2. Déterminer la résistance thermique totale de la paroi.
 3. En déduire le coefficient U .
 4. Comparer le rôle de l'isolant par rapport aux autres couches.

Exo n°4

Un logement perd de la chaleur par les éléments suivants :

- Murs : 150 m², $U=0,45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Toiture : 100 m², $U=0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Fenêtres : 25 m², $U=2,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

La différence de température intérieur–extérieur est de 18 K.

1. Calculer les pertes thermiques par chaque élément.
2. Déterminer la puissance thermique totale perdue par le logement.
3. Identifier l'élément le plus pénalisant énergétiquement.

4. Proposer une amélioration simple pour réduire les pertes.

Exo n°5

On ajoute une couche d'isolant de conductivité thermique $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$ sur un mur initialement non isolé, dont le coefficient de transmission thermique est $U_0=1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

1. Exprimer le nouveau coefficient U en fonction de l'épaisseur de l'isolant.
2. Calculer la valeur de U pour une épaisseur de 5 cm, puis 10 cm.
3. Commenter l'influence de l'épaisseur de l'isolant sur le bilan énergétique du bâtiment.

Exo n°6

Un bâtiment présente une puissance de pertes thermiques moyenne de 4 kW pendant une journée d'hiver.

1. Calculer l'énergie thermique perdue sur 24 heures.
2. Exprimer cette énergie en kWh.
3. Estimer la consommation journalière de chauffage nécessaire pour compenser ces pertes.

Exo n°7

Un bureau est occupé par 6 personnes. Chaque personne dégage en moyenne 100 W de chaleur. Les équipements informatiques apportent une puissance thermique de 600 W. Les pertes thermiques du local sont estimées à 2,8 kW.

1. Calculer la puissance totale des apports internes.
2. Établir le bilan énergétique du local.
3. Déterminer la puissance de chauffage nécessaire.
4. Discuter l'effet des apports internes sur la consommation énergétique.

Exo n°8

Un bâtiment est considéré en régime permanent hivernal. Les apports solaires sont négligés. Les pertes totales sont de 7 kW.

1. Écrire l'équation générale du bilan énergétique du bâtiment.
2. En déduire la puissance de chauffage nécessaire pour maintenir la température intérieure constante.
3. Expliquer pourquoi ce raisonnement n'est plus valable en régime transitoire.