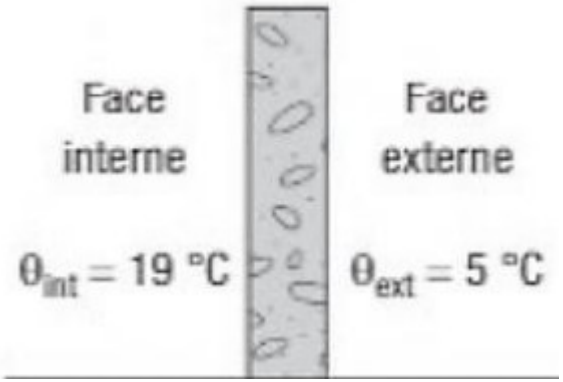
Transfert thermique – Exercices – Devoirs

Exercice 1 corrigé disponible

Soit le mur en parpaing suivant :



1. Représenter sur le schéma ci-contre le sens du transfert thermique.
2. Par quel mode de transfert le flux de chaleur se propage à travers le mur ?
3.a. Calculer le flux thermique traversant un mur d'une surface de 10 m² sachant que la résistance thermique surfacique du mur est de 0,1 m².K.W^{-1} (10 cm de parpaing).
3.b. Que deviendrait ce flux thermique si l'épaisseur du mur était divisée par 2 ?
4. Si on met 10 cm d'ouate de cellulose (isolant thermique) en plus sur le côté extérieur du mur, le nouveau flux thermique ne vaut plus que 50 W. En déduire la valeur de la résistance thermique surfacique de l'ensemble de la paroi (mur+isolant}.

Exercice 2 corrigé disponible

Un four industriel utilisé pour la fabrication de poteries en céramique est assimilé à un parallélépipède dont les caractéristiques sont les suivantes : ◎ la température intérieure du four est de 850°C lors de la cuisson et celle de la pièce est d'environ 20°C ; ◎ les parois du four sont constituées de 3 couches d'épaisseurs et de matériaux différents

Les caractéristiques des trois couches ①, ② et ③ sont synthétisées dans le tableau suivant :

Matériaux	Conductivité thermique moyenne λ (W.m^{-1}.°C^{-1})	Épaisseur e (mm)	Surface S (m²)
Réfractaires lourds ①	1,25	75	0,371
Fibreux ②	0,20	20	0,654
Isolants réfractaires ③	0,13	10	0,710

1. Par analyse dimensionnelle, déterminer l'unité de la résistance thermique.
2. Calculer les résistances thermiques R_1, R_2 et R_3 des couches ①, ② et ③ de la paroi composite.
3. En déduire la résistance thermique R_{th} totale de la paroi.
4. Calculer la valeur du flux thermique φ traversant la paroi.
5. En déduire l'énergie thermique Q qui s'échappe du four durant 2h en kWh

Exercice 3 corrigé disponible

On dispose de deux blocs d'acier. Lors d'un TP, le premier bloc est porté à 79°C et le second à 26°C avant d'être mis en contact dans un dispositif évitant toute perte de chaleur vers l'extérieur.
1) Définir la conduction thermique
2) Comment va évoluer la température de chacun de ces deux blocs ?
3) Quand aura-t-on atteint l'état final ?
4) Comment nomme-t-on cet état final ?

Exercice 4 corrigé disponible

Simon souhaite réaliser le bilan thermique de son local de travail. Des pertes thermiques n'existent que sur une face, composée :
- D'une baie vitrée de longueur 2,5 m et de hauteur 2,2 m
- D'une surface totale de murs (sans fenêtres !) de 25 m2

La température extérieure, en hiver est en moyenne de 3,0 °C et la température intérieure souhaitée est de 20,5 °C.
1. Calculer le flux thermique perdu à travers le mur (Φ_{mur}) si la résistance thermique de ce mur est $r_{mur} = 2{,}0\ m^2.K.W^{-1}$.
2. Calculer le flux thermique perdu à travers le vitrage (Φ_{vitr}) si

$$r_{vitrage} = 0{,}80\ m^2.K.W^{-1}$$

3. La ventilation de ce bureau implique une perte supplémentaire de 125W. Calculer la résistance thermique $R_{ventilateur}$ correspondante
4. En déduire la résistance thermique totale de l'association mur / fenêtre / ventilation ; quelle est la valeur du flux thermique total ?

Exercice 5 corrigé disponible

Un mur de garage exposé plein sud, de 6,0 m de longueur sur 2,5 m de hauteur, est constitué de 20 cm de parpaing recouverts de 2,0 cm d'un enduit extérieur.
1. Quel est le nom du mode de transfert thermique qui a lieu ici ? Expliquer son principe en quelques mots.
2. Montrer que la résistance thermique de ce mur est égale à $0{,}24\ m^2.K.W^{-1}$.
conductivités thermiques en $W.m^{-1}.K^{-1}$: $\lambda_{parpaing} = 0{,}9$; $\lambda_{enduit} = 1{,}15$
3. Quelle est le meilleur isolant : le parpaing ou l'enduit ? Justifier
4. La température extérieure est de 30°C et la température intérieure de 22°C. Calculer le flux thermique à travers ce mur.
5. Le mur exposé plein sud, est à une température de 30°C. Quel est le nom du mode de transfert thermique qui a lieu ici ?
6. Quel est le nom du troisième mode de transfert thermique qui n'a pas encore été évoqué ? Donner un exemple

Exercice 6 corrigé disponible

Soit un four industriel constitué de trois murs différents.

- brique réfractaire en silice $e_1 = 5$ cm, $\lambda_1 = 0{,}8$ W/m.K
- brique réfractaire en argile $e_2 = 5$ cm, $\lambda_2 = 0{,}16$ W/m.K
- brique rouge $e_3 = 5$ cm, $\lambda_3 = 0{,}4$ W/m.K

Température surface intérieure $T_{four} = 800°C$
Température de surface extérieure $T_{ext} = 20°C$

1. Calculer la résistance thermique du four.
2. Calculer le flux thermique pour 1 m²

Exercice 7

On a mesuré le flux thermique traversant différents échantillons pour des températures de part et d'autre 12°C et 22°C, Les échantillons ont la même épaisseur la même surface S =20 cm². On a regroupé les résultats dans le tableau ci-dessous :

	Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3
φ en W	0,38	1,7	0,054
R_{th} en $m^2.K.W^{-1}$			

Retrouver le matériau correspondant à chaque échantillon dans la liste suivante : verre – Polystyrène -Placoplatre.

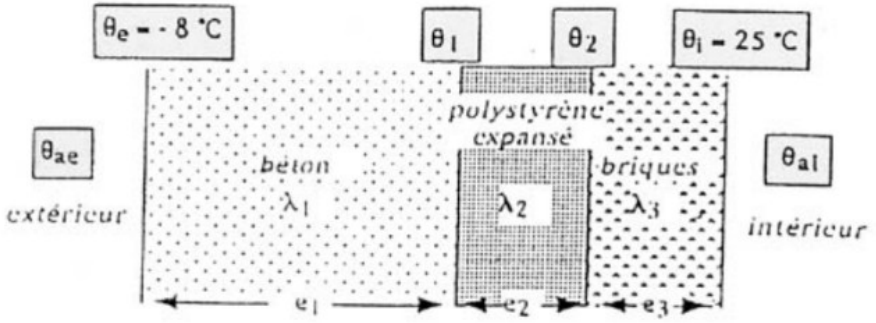
Exercice 8

La déperdition thermique d'un mur en béton de 30 m² de surface est 690 W.

Sachant que le mur a une épaisseur de 10 cm, et que la température de sa face intérieure est 25°C, calculer la température de la face extérieure.

On donne : λ béton = 1,75 W/(m.K)

Exercice 9



Le mur d'un local est constitué de trois matériaux différents :

- Un béton d'épaisseur e1 = 15 cm à l'extérieur
  conductivité thermique λ1 = 0,23 W/(m.K).
- Un espace e2 = 5 cm entre les deux cloisons rempli de polystyrène expansé
  conductivité thermique λ2 = 0,035 W/(m.K).
- Des briques d'épaisseur e3 = 5 cm à l'intérieur
  conductivité thermique λ3 = 0,47 W/(m.K).

1) On a mesuré en hiver, les températures des parois intérieures θi et extérieure θe qui étaient θi = 25°C et θe = -8°C.

1. Donner la relation littérale, puis calculer la résistance thermique du mur pour un mètre carré.
2. Donner la relation littérale, puis calculer le flux thermique dans le mur pour un mètre carré.
3. Calculer la quantité de chaleur transmise par jour à travers un mètre carré de mur, pour ces températures.

Exercice 10

On se propose de comparer un simple vitrage, d'épaisseur e = 5,0 mm et un double vitrage constitué de deux vitres d'épaisseurs égales à 5,0 mm chacune séparées par une lame d'air de 1 cm d'épaisseur.

- la surface totale vitrée de l'appartement est de S = 15 m²,
- résistance de surface intérieure d'une vitre r_{si}=0,11m².K/W
- résistance thermique extérieure d'une vitre r_{se}=0,06 m.K/W
- résistance thermique surfacique lame d'air de 1 cm r_{verre} = 0,14 $m^2 .K.W^{-1}$
- conductivité thermique du verre : λ = 1,15 W. $m^{-1} .K^{-1}$,
- prix du kilowattheure : 0,2516 €,
- température intérieure : 19°C.

1) La température extérieure est de 5 °C. Suivant les deux cas (vitrage simple et vitrage double), calculer la puissance thermique perdue par la surface vitrée totale de l'appartement.

2) On considère que l'hiver dure 150 jours avec une température extérieur moyenne de 5 °C, évaluer le surcoût sur la facture d'électricité.

Exercice 11

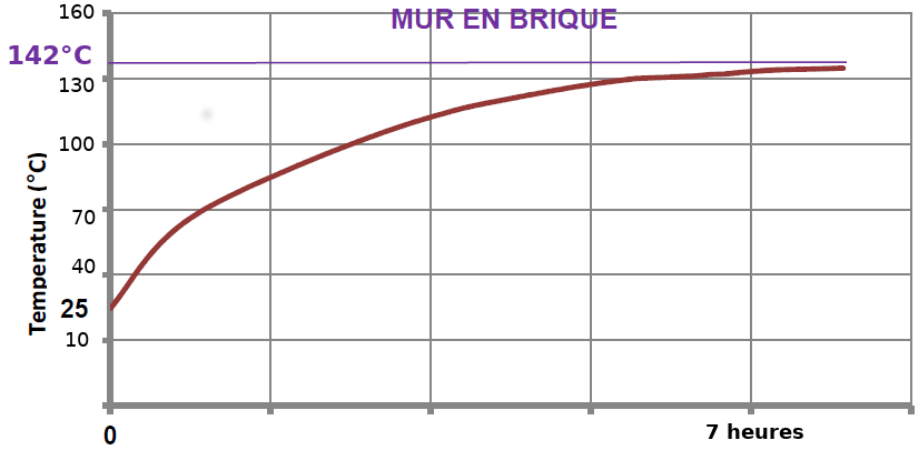
On considère une porte en bois (sapin très tendre) de surface S = 2,0 m^2 et d'épaisseur e = 5,0 cm. La température extérieure est de 4,0 °C et la température intérieure de la maison de 19 °C, calculer :

a. la résistance thermique R de la porte.

b. la quantité d'énergie Q qui s'est échappée à travers la porte pendant 1h

Donnée : $\lambda_{sapin} = 0,12\,W/m/K$

Exercice 12

Nous disposons d'une enceinte thermique sur laquelle un des coté peut être changé afin de choisir le type de mur à tester (brique, béton, bois, …). Le mur fait 1m^2. La source de chaleur fournit 150W.

Nous relevons l'évolution de température suivante :