

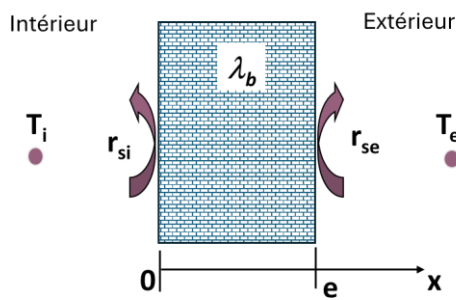
Admissibilité – session 2026
Epreuve de Physique
Sujet de Transferts Thermiques

Aucun document autorisé

Chacun des exercices peut être traité de manière indépendante.

1^{ère} partie : paroi monocouche en régime permanent.

Dans cette première partie, on cherche à caractériser le comportement thermique d'une paroi monocouche d'épaisseur e constituée de brique de conductivité thermique λ_b ; comme présentée sur le schéma ci-dessous :



Données du problème (uSI : unité du système international) :

$e = 25 \text{ cm}$

$\lambda_b = 1,15 \text{ uSI}$

$T_e = -10^\circ\text{C}$

$T_i = 20^\circ\text{C}$

Résistance superficielle extérieure : $r_{se} = 0,04 \text{ uSI}$

Résistance superficielle intérieure : $r_{si} = 0,13 \text{ uSI}$

On rappelle ici que le coefficient d'échange global U d'une paroi composée de n couches s'exprime en fonction des résistances thermiques r_i de chaque couche i :

$$\frac{1}{U} = r_{si} + r_{se} + \sum_{i=1}^n r_i$$

1. Reprendre le schéma de la paroi ci-dessus en précisant le sens du flux de chaleur la traversant.
2. Quelle est la signification physique des résistances superficielles extérieure et intérieure ?
3. Quelles sont les unités de λ , U , r_{si} et r_{se} ?

On se propose maintenant de retrouver l'expression du profil de température dans la paroi, régie par l'équation de la chaleur associée à des conditions aux limites mixtes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 T}{dx^2} = 0 \\ \text{en } x = 0 : \frac{T_i - T(x=0)}{r_{si}} = -\lambda \frac{dT}{dx} \\ \text{en } x = e : -\lambda \frac{dT}{dx} = \frac{T(x=e) - T_e}{r_{se}} \end{array} \right.$$

4. Par intégration de l'équation de la chaleur, déterminer le profil de température $T(x)$ dans la paroi.

- Par application des conditions aux limites, identifier les deux constantes d'intégration obtenues à la Q4.

Exercice 2 : Performance d'un isolant

Le matériau choisi pour une isolation est la fibre de bois. L'entreprise en charge des travaux dispose d'un stock issu d'un précédent chantier mais a perdu l'historique du stockage. Le technicien doit vérifier si la fibre de bois ne s'est pas abîmée et si elle est toujours conforme aux spécifications du fabricant qui indique une conductivité thermique λ égale à 0,041 uSI. Le maître d'œuvre tolère un écart maximal de 10% par rapport à la valeur annoncée par le fabricant. Il a donc besoin de vérifier la valeur de la conductivité de ce matériau à l'aide du dispositif expérimental décrit en annexe 1. Il obtient les résultats suivants :

U (Volt)	5,0
I (mA)	110
T_1 (°C)	22,5
T_2 (°C)	5,5

- Lors de l'utilisation du dispositif expérimental, préciser pourquoi on néglige les pertes de chaleur par les surfaces latérales de l'échantillon.
- Déterminer la résistance thermique r_{th} de l'échantillon en précisant toutes vos étapes.
- En déduire la valeur expérimentale de la conductivité thermique du matériau, λ_{exp} et conclure.

Exercice 3 : Etude d'un émetteur de chaleur

Un émetteur de chaleur est dimensionné pour émettre une puissance P égale à 2 kW dans une ambiance à la température $T_i = 20^\circ\text{C}$ lorsqu'il est alimenté en eau chaude à une température $T_{ee} = 80^\circ\text{C}$ (température d'eau à l'entrée). La température de retour T_{es} (température de l'eau en sortie) est alors égale à 65°C .

- Déterminer le débit massique d'eau qui est alors mis en circulation.

On admet alors que la loi d'émission est de type :

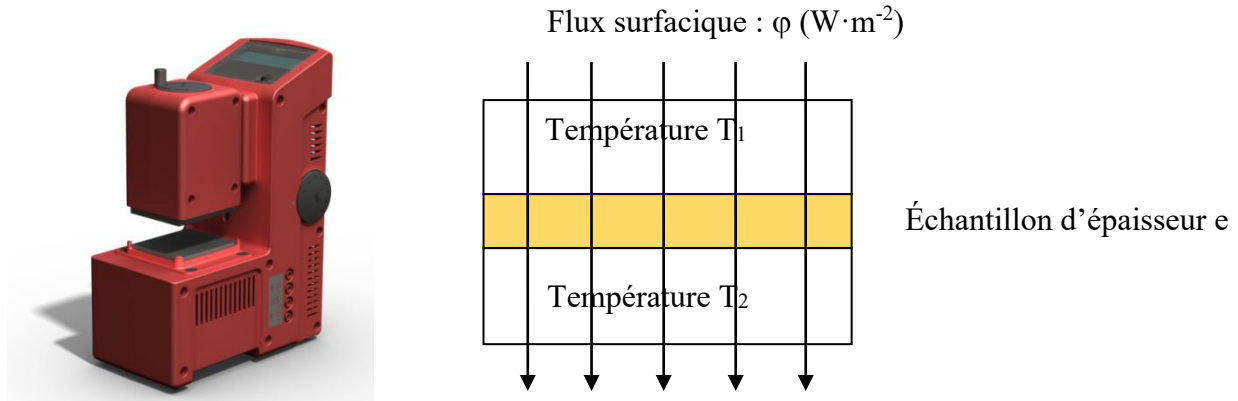
$$P = B \cdot \left(\frac{T_{ee} + T_{es}}{2} - T_i \right)^{1.3}$$

- Déterminer la valeur du coefficient B caractérisant le matériel choisi.
- A partir de la loi d'émission précédente, déterminer la nouvelle température de retour T_{es2} pour obtenir une puissance émise de 1000 W, en admettant que la température d'entrée reste égale à 80°C .
- Quel est alors le débit massique d'eau à faire circuler ?
- A partir des équations traduisant le bilan thermique de l'émetteur en régime permanent, déterminer la nouvelle température d'entrée T_{ee3} à imposer pour obtenir une émission de 1 kW, le débit initial calculé à la Q1 étant conservé. Préciser alors la nouvelle valeur de la température de retour T_{es3} .

Annexe 1 :

Principe :

Un échantillon de dimension $5,0\text{ cm} \times 6,0\text{ cm}$ et d'épaisseur e égale à $5,0\text{ mm}$ est placé entre les mâchoires de l'appareil. Une résistance chauffante permet de générer un flux thermique sur une des faces de cet échantillon.



Source : notice d'utilisation du dispositif ScienCéthic

Protocole :

- Placer l'échantillon entre les mâchoires de l'appareil,
- Alimenter l'appareil puis régler la tension U aux bornes de la résistance chauffante afin d'atteindre le régime permanent (les températures T_1 et T_2 des deux faces n'évoluent plus),
- Relever l'ensemble des valeurs fournies par l'appareil.