

TP 3.1. Transferts thermiques

Matériel expérience élève

- plaque chauffante
- deux thermomètres
- boîte calorifugé
- blocs métalliques avec trous lisses pour thermomètres
- carte d'acquisition
- pince en bois

Mesure de conductivité thermique

Dans ce TP nous allons mesurer la conductivité thermique d'une plaquette isolante en bois. Pour cela vous allez devoir utiliser un chauffage, prenez la précaution suivante :

Afin de ne rien détériorer et de ne pas vous bruler,
réglér les chauffages de 1 à 4 seulement.
Vérifiez la température des objets que vous êtes en train de chauffer
et évitez de faire chauffer du plastique.

étalonnage des thermomètres Les thermomètres que vous utilisez peuvent afficher des températures différentes dues à des paramètres de fonctionnement différent, afin de pouvoir comparer les températures données par les deux thermomètres nous allons étalonner un thermomètre en fonction de l'autre.

1. Brancher les thermomètres sur la carte eurosmart-sysam et enregistrer la température ambiante, que remarquez vous en comparant les tensions données par les deux thermomètres ?
2. faites chauffer à la même température les deux blocs d'aluminium et placez les dans leur même emplacement (sans isolant entre les deux) puis enregistrer le refroidissement des deux blocs, que remarquez vous en comparant les tensions données par les deux thermomètres ?
3. Afin d'établir une loi affine d'étalonnage, prenez un des deux thermomètres comme thermomètre de référence, et tracer la tension du thermomètre à étalonner en fonction de la tension du thermomètre de référence.
4. Modéliser la courbe obtenue par une droite affine, dont l'équation servira à convertir la tension du thermomètre à étalonner.

mesure de la conductivité thermique Une fois les thermomètres étalonnés, on va mesurer l'évolution des températures de blocs initialement à des températures différentes.

5. Chauffer un seul des deux blocs, et enregistrer l'évolution des températures des deux blocs placés dans leur emplacement et séparé par une plaque en bois.
6. Convertir la tension du thermomètre étalonné à l'aide de l'équation affine trouvé plus haut, et tracer sur un même graphe les températures des deux blocs d'aluminium. Interpréter le résultat obtenu.

On modélise la situation comme deux blocs métalliques, séparés par une couche isolante entre eux et séparé de l'extérieur par une autre couche isolante.

7. Les coefficient de diffusion thermique du zinc et de l'aluminium sont $D_z = 44.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ et $D_a = 98,8.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$. Etablir la durée nécessaire pour que la température s'uniformise au sein des blocs métalliques. On considérera la température toujours uniforme dans les blocs.

La plaque en bois joue le rôle de résistance thermique entre les deux blocs, de même on considérera que le régime permanent est établi à l'intérieur de la plaque en bois car la durée de la diffusion thermique est courte comparée à la durée de l'expérience.

8. Définir la résistance thermique R_{th} de la plaque en bois en fonction des températures T_1 , T_2 des deux blocs et de $\Phi_{\text{Bloc}_1 \rightarrow \text{Bloc}_2}$ le flux thermique entre les deux blocs.

De même définir aussi la résistance thermique R_{ext} de la boîte calorifugé entre chaque bloc et l'extérieur en fonction de T_{bloc} , T_{ext} , $\Phi_{\text{Bloc} \rightarrow \text{ext}}$.

9. En écrivant le premier principe sur le bloc 1 faire un bilan d'énergie qui permet d'obtenir l'équation différentielle $C \frac{dT_1}{dt} = -\frac{T_1 - T_2}{R_{th}} + -\frac{T_1 - T_{ext}}{R_{ext}}$, avec C la capacité calorifique du bloc.

Faire de même pour le bloc 2 et établir $C \frac{dT_2}{dt} = +\frac{T_1 - T_2}{R_{th}} + -\frac{T_2 - T_{ext}}{R_{ext}}$

10. Pour éliminer la variable température extérieure du problème, on s'intéressera uniquement à la différence de température entre les deux blocs. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $T_1 - T_2$.

En supposant que $R_{th} \ll R_{ext}$ que vaut la constante de temps de l'équation différentielle obtenue ?

11. Calculer avec latis pro et tracer la différence de température entre les deux blocs en fonction du temps. Choisir le modèle adéquat et en déduire la valeur expérimentale de τ .

Plusieurs paramètres caractérisent la situation :

la capacité thermique du bloc est donnée par $C = mc$, avec m masse du bloc et c capacité thermique massique. La conductivité thermique du bois est λ , l'épaisseur de la plaque de bois est e , la surface de la plaque de bois est S .

12. Exprimer la résistance thermique R_{th} en fonction de λ , e , et S .
13. A l'aide de l'expression de τ en fonction de R_{th} , établir l'expression de λ en fonction de e , m , C , τ et S .
14. En déduire la valeur expérimentale de la conductivité thermique du bois, comparer à l'ordre de grandeur attendu et à des valeurs que vous trouverez sur internet.