

Travaux Pratiques : Détermination d'une résistance thermique

Une bouteille isotherme permet de conserver un liquide à une température proche de sa température initiale en isolant le liquide de l'extérieur. Pour être efficace, une bouteille doit limiter les pertes d'énergie thermique.

Dans ce TP, on considérera uniquement les pertes par conduction à travers la paroi.

**Document N°1 : Capacité thermique massique**

La capacité thermique massique d'un corps, notée c , correspond à la quantité d'énergie qu'il faut apporter pour élever d'un kelvin la température d'un kilogramme de ce corps. Elle s'exprime en $\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Document N°2 : Énergie interne d'un matériau

Lorsqu'il n'y a pas changement d'état, la quantité d'énergie thermique Q transférée par un corps de masse m pour faire varier sa température d'une valeur T_{initiale} à T_{finale} s'écrit :

$$Q = m \times c \times (T_{\text{finale}} - T_{\text{initiale}})$$

Le flux thermique (noté ϕ) correspond à la quantité d'énergie qui traverse une paroi chaque seconde :

$$\phi = Q / \Delta t$$

Le flux thermique se produit de manière spontanée de la source chaude vers la source froide.

Document N°3 : Résistance thermique d'un matériau

En régime stationnaire, la résistance thermique d'un matériau est la capacité de ce matériau à résister au flux thermique. On la calcule alors par la relation :

$$R_{\text{th}} = (T_{\text{chaud}} - T_{\text{froid}}) / \phi$$

L'objectif de cette manipulation est d'estimer la résistance thermique d'une bouteille isotherme. Pour cela, nous allons relever l'évolution de la température dans le temps.

Protocole expérimental :

- Dans le tableur de Latis Pro, créer les grandeurs suivantes : temps t (en s) et température T (en °C).
- À l'aide d'une balance, déterminer la masse m_{calo} du calorimètre et de ses accessoires ;
- Remplir le calorimètre avec environ 500 mL d'eau chaude puis refermer le calorimètre. Noter la masse d'eau exacte m_{eau} ajoutée.

$$m_{\text{eau}} = \dots\dots\dots \text{ kg}$$

- Patienter 2 minutes.
- Placer le thermomètre dans le calorimètre et relever la température toutes les 30 secondes à l'aide d'un chronomètre pendant 20 minutes.
- Relever enfin la température extérieure notée T_{froid} .

$$T_{\text{froid}} = \dots\dots\dots \text{ °C}$$

- 1/ Rappeler les trois formes de transferts thermiques ainsi que leurs caractéristiques.
- 2/ Réaliser un schéma légendé du montage expérimental.
- 3/ Tracer la courbe représentant la température en fonction du temps. Repérer et noter la température initiale.

$$T_{\text{initiale}} = \dots\dots\dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

- 4/ Dans le tableur, créer une nouvelle grandeur nommée Q (en J) et contenant les valeurs calculées de l'énergie transférée par l'eau vers l'extérieur à chaque instant t. On prendra $c_{\text{eau}} = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- 5/ Tracer la courbe $Q = f(t)$. Commenter la courbe. L'eau perd-elle ou gagne-t-elle de l'énergie ?
- 6/ En modélisant par une fonction judicieusement choisie, déterminer la valeur du coefficient directeur de la courbe. Ce coefficient directeur représente le flux thermique ϕ cédé par l'eau.
- 7/ Calculer la valeur moyenne de la température de l'eau chaude durant toute l'expérience. On la notera T_{chaude} .
- 8/ En déduire la résistance thermique R_{th} du calorimètre. Proposer une unité pour R_{th} .
- 9/ Quel est le principal défaut thermique du calorimètre que vous avez utilisé ?

Pour aller plus loin :

Comment est fabriquée une gourde isotherme ?

Pour mieux comprendre le mode de fabrication de ce contenant, il est important de découvrir sa composition.

Quelle est la matière utilisée ?

Les matériaux utilisés pour la confection de d'une bouteille isotherme varient selon les fabricants. Il n'est donc pas rare de les trouver à base d'aluminium, de verre, de plastique ou encore d'acier inoxydable. Cette dernière matière est la plus recommandée parce qu'elle freine autant que possible les transferts thermiques.

L'acier inoxydable est un métal né de l'alliage du chrome, du fer et du carbone à haut fourneau. Les contenants conçus à partir de cette matière sont insensibles à la rouille, s'entretiennent facilement et sont plus durables.



Comment est-elle fabriquée ?

Cela n'est pas visible, mais le thermos possède une double paroi séparée par un vide qui isole la partie qui contient un liquide. Grâce à ce système, l'air ambiant n'atteindra pas le contenu de la partie interne. Concrètement, il s'agit de deux bouteilles encastrées l'une dans l'autre et séparées par un vide de sorte à éviter les transferts thermiques. Ainsi, l'extérieur de la bouteille isotherme aura une température ambiante au toucher pendant que le boîtier interne contenant un thé chaud sera isolé par le vide. Cette autorégulation due à la combinaison des deux parois cloisonnées par un vide justifie le terme « isolation à double paroi ».

d'après le site : <https://takaterra.com/fr/blog/comment-faite-bouteille-isotherme.html>

- 10/ Quelle grandeur physique fait de l'acier inoxydable un bon matériau pour la fabrication d'une gourde isotherme ? Cette grandeur est-elle petite ou grande ?
- 11/ Pourquoi placer une séparation faite de vide entre les deux bouteilles encastrées ? Expliquer.
- 12/ L'épaisseur de la séparation faite de vide a-t-elle une importance dans les qualités de la bouteille isotherme ? Expliquer.