

Capacité calorifique et chaleur massique

But

- Déterminer expérimentalement la capacité calorifique d'un calorimètre.
- Déterminer expérimentalement la chaleur massique d'un métal.

Méthode

- En étudiant les échanges d'énergie thermique entre de l'eau chaude et de l'eau froide dans un calorimètre, déterminer la capacité calorifique de ce dernier.
- En étudiant les échanges d'énergie thermique entre de l'eau chaude et un objet métallique dans un calorimètre, déterminer la chaleur massique du métal dont est constitué l'objet.

Manipulations et mesures

1. DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ CALORIFIQUE DU CALORIMÈTRE

- a) Peser une certaine quantité d'eau froide, la verser dans un calorimètre et la brasser quelques instants.
- b) Peser une certaine quantité d'eau chaude.
- c) Mesurer la température de l'eau froide contenue dans le calorimètre.
- d) Mesurer la température de l'eau chaude puis sans tarder, la verser dans l'eau froide.
- e) Brasser le mélange quelques instants puis mesurer sa température d'équilibre.

2. DÉTERMINATION DE LA CHALEUR MASSIQUE DU MÉTAL

- f) Peser l'objet métallique.
- g) Mesurer la température ambiante (qui est égale à la température de l'objet métallique).
- h) Peser une certaine quantité d'eau chaude, la verser dans le calorimètre et la brasser quelques instants.
- i) Mesurer la température de l'eau chaude dans le calorimètre puis sans tarder, immerger l'objet métallique et mesurer la température d'équilibre de l'eau une fois l'objet immergé.

Éléments théoriques

La capacité calorifique

La capacité calorifique est la quantité d'énergie qu'il faut apporter à un corps pour augmenter sa température d'un Kelvin. Elle s'exprime en Joule/Kelvin (ou Joule/degré Celsius). C'est une grandeur extensive : plus la quantité de matière est importante plus la capacité thermique est grande. Plus précisément, la relation entre la quantité d'énergie Q échangée entre un objet et l'extérieur est directement proportionnelle à sa variation de température ΔT (pour autant que celle-ci soit faible)

$$Q = \mu \Delta T \quad (1)$$

- Q : quantité d'énergie échangée entre l'objet et l'extérieur, en J
 μ : capacité calorifique de l'objet, en J/°C
 ΔT : variation de température de l'objet, en °C

Principe de conservation de l'énergie

Le principe de conservation de l'énergie reste valable dans le cas particulier où l'énergie est sous forme thermique. Quand plusieurs objets (un système) thermiquement isolés de l'extérieur sont en contact et à température différentes, ils vont échanger de l'énergie thermique. Ces échanges obéissent au principe de conservation de l'énergie. Dans le cas le plus simple d'un système isolé constitué de deux corps en contact à températures différentes, le principe de conservation de l'énergie implique que :

$$\text{Quantité d'énergie reçue par le corps froid} = \text{Quantité d'énergie cédée par le corps chaud}$$

Ce qui symboliquement s'écrit :

$$Q_1 = -Q_2$$

- Q_1 : quantité d'énergie thermique reçue (d'où le signe positif) par le corps froid, en J
 $-Q_2$: quantité d'énergie cédée (d'où le signe négatif) par le corps chaud, en J

Ou encore :

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Pour un système isolé constitué de n corps, cette équation se généralise à :

$$\boxed{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0} \quad (2)$$

Traitement théorique

Capacité calorifique du calorimètre

En utilisant les relations (1) et (2), exprimer la capacité calorifique μ du calorimètre en fonction :

- de la masse m_1 et de la température initiale T_1 de l'eau froide
- de la masse m_2 et de la température initiale T_2 de l'eau chaude
- de la température d'équilibre du mélange T_{eq} et de la chaleur massique de l'eau c .

Chaleur massique du métal

En utilisant les relations (1) et (2), exprimer la chaleur massique de l'objet métallique en fonction de :

- la capacité calorifique μ du calorimètre
- la masse d'eau chaude m_3 , sa température initiale T_3 et sa chaleur massique c_3
- la masse de l'objet métallique m_4 et sa température initiale T_4 (la température ambiante)
- la température d'équilibre de l'eau une fois l'objet immergé T_{eq} .

Valeurs expérimentales

Substituez les valeurs numériques des mesures effectuées lors des manipulations (points 1. et 2.) dans les deux expressions obtenues ci-dessus pour la capacité calorifique du calorimètre et la chaleur massique du métal et calculez la valeur numérique de ces deux grandeurs en donnant leur unité.

À l'aide d'une table numérique, cherchez le nom du métal dont est constitué l'objet utilisé dans cette expérience.

Conclusion