

Mesures calorimétriques : méthode des mélanges

Mettre en marche le bain thermostaté dès le début de la séance (paragraphe C - 1°). Lire, ensuite, l'introduction.

A - Description du calorimètre :

Le calorimètre est un récipient destiné à étudier les échanges de chaleur qui s'y produisent. C'est une enceinte que l'on considérera comme **adiabatique** c'est-à-dire ne permettant aucun échange de chaleur entre l'intérieur du calorimètre et l'extérieur.

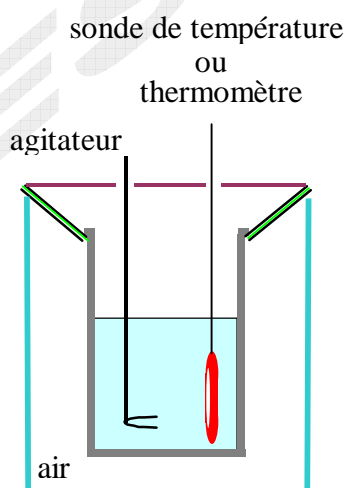
Il comprend :

- un vase intérieur en aluminium brillanté ;
- un vase extérieur en aluminium pouvant contenir le vase intérieur ;
- une **colerette** en plastique ;

La colerette, amovible, peut reposer sur le rebord du vase extérieur de façon à ménager un espace entre les deux vases.

▪ un **couvercle** transparent avec des ouvertures pour le thermomètre ou la sonde de température et l'agitateur. Il comporte aussi un opercule pour introduire les corps dans le calorimètre.

Le calorimètre et ses accessoires a une capacité thermique **C**



B - Détermination de la capacité calorifique **C** du calorimètre :

1°) Protocole expérimental :

- Peser le calorimètre et ses accessoires (masse m).
- Introduire, dans le calorimètre, une masse $m_1 \approx 200$ g d'eau (le calorimètre est remis sur la balance pour déterminer la masse d'eau introduite).
- Après quelques instants, relever la température θ_1 de l'ensemble.
- Ajouter une masse d'eau $m_2 \approx 160$ g à la température $\theta_2 > \theta_1$ ($\theta_2 \approx 70$ à 80 °C).
- Agiter doucement et relever la température d'équilibre θ_{eq} .
- Peser, enfin, le calorimètre et son contenu pour déterminer la masse exacte d'eau chaude m_2 introduite.

2°) Exploitation des résultats :

Le système considéré est : { le calorimètre + l'eau } ; ce système n'échange aucune chaleur avec l'extérieur.

En vous aidant des modélisations proposées en fin de T.P, montrer que l'expression de la capacité calorifique du calorimètre et de ses accessoires (thermomètre, agitateur, ...)

$$C = \frac{m_2 c_{eau} (\theta_2 - \theta_{eq})}{(\theta_{eq} - \theta_1)} - m_1 c_{eau}$$

Calculer **C** avec les valeurs expérimentales relevées. Bien préciser l'unité employée.

On donne : $c_{eau} = 4187 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ (à 25 °C).

Comparer **C** avec $m_1 c_{eau}$ puis avec $m_2 c_{eau}$.

Parfois, on néglige la capacité thermique du calorimètre devant celles des corps que l'on y introduit. Qu'en pensez-vous ?

C - Détermination de la capacité thermique massique d'un solide :

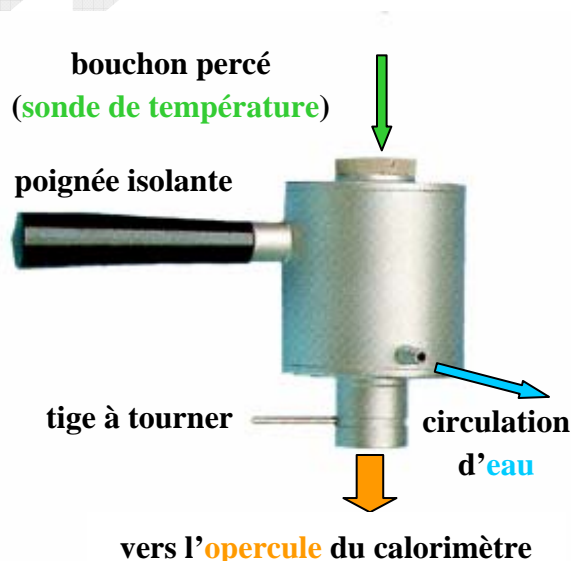
1°) Utilisation de l'étuve et du bain thermostaté :

On dispose d'une étuve munie d'une poignée isolante et reliée au bain thermostaté par deux tuyaux (entrée et sortie d'eau chaude).

L'eau chaude circule autour du cylindre central fermé par un bouchon et chauffe ce qui s'y trouve.

Une tige, située à la base de l'étuve, permet de faire tomber le solide à l'état divisé (grenaille) dans le calorimètre lorsqu'on la tourne.

Remplir la cuve en cuivre du bain thermostaté avec de l'eau du robinet et immerger la pompe refoulante **jusqu'au trait de niveau indiqué au dos de la pompe**. Mettre celle-ci en marche. Le tuyau du bain thermostaté est fixé à l'étuve. Le tuyau de sortie de



l'étuve devant, quant à lui, revenir dans la cuve !

Régler le thermostat sur la température désirée (80°C) puis mettre en marche l'installation après avoir vérifié que l'eau circule bien !

Un voyant lumineux permet de repérer l'instant où la température est atteinte. Vérifier la température du solide avant de l'introduire dans le calorimètre (par l'opercule, afin de limiter les pertes thermiques).

2°) Principe de la mesure :

- Introduire, **dans le calorimètre précédent**, une masse M d'eau ($M \approx 100 \text{ g}$).
- Relever la masse M d'eau introduite, par pesée.
- Relever la température θ_i de l'eau contenue dans le calorimètre, après quelques instants.

Un solide, à l'état divisé (plomb puis cuivre), de masse m , de capacité calorifique massique c_p inconnue, issu de l'étuve (sa température est alors égale à $\theta_s \approx 80^{\circ}\text{C}$) est introduit dans le calorimètre, par l'opercule du couvercle.

- Relever, après agitation, la température d'équilibre θ_f de l'ensemble {calorimètre + masse M d'eau + solide}.
- Peser l'ensemble {calorimètre + masse M d'eau + solide} pour déterminer précisément la masse m .

3°) Exploitation des résultats :

Le système considéré est : { le calorimètre + la masse M d'eau + le solide }.

Établir l'expression suivante :

$$c_p = \frac{(M c_{\text{eau}} + C) (\theta_f - \theta_i)}{m (\theta_s - \theta_f)}$$

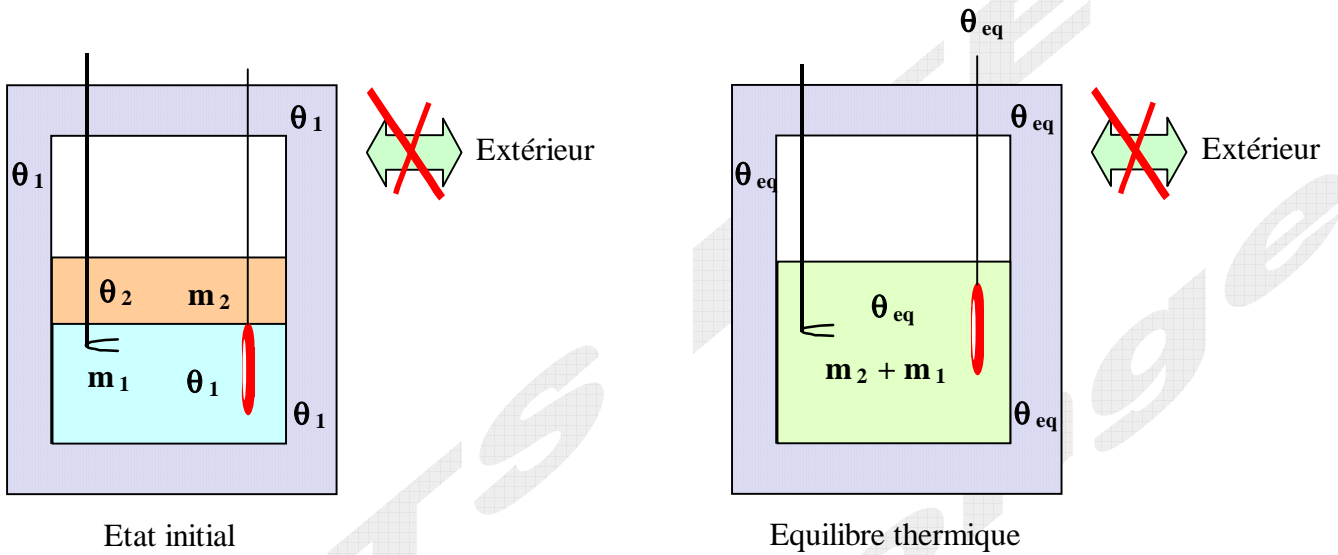
Déterminer, alors, la capacité calorifique massique (ou capacité thermique massique) du plomb puis celle du cuivre et comparer les valeurs trouvées avec les valeurs théoriques. Conclure.

Capacité thermique massique du cuivre, à 20°C : $390 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Capacité thermique massique du plomb, à 20°C : $130 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$

Annexe

Détermination de la capacité thermique C du calorimètre



$q_1 = \dots\dots\dots$ $q_2 = \dots\dots\dots$ $q_{cal} = \dots\dots\dots$

$q_1 + q_2 + q_{cal} = 0$



Relation demandée

Détermination de la capacité thermique massique d'un solide.

