

## TP6 - Calorimétrie

- Objectifs**
- mesurer la capacité thermique d'un calorimètre
  - mesurer une enthalpie massique de changement d'état
  - calculer une incertitude de type A (statistique)

### A ) Mesure de la capacité thermique du calorimètre

Pour la capacité thermique massique de l'eau, on utilisera la valeur de référence  $c_{\text{eau}} = 4,2 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

#### Travail demandé

- mesurer la capacité thermique  $C_{\text{cal}}$  du calorimètre grâce à la méthode des mélanges
- réaliser à nouveau l'expérience afin d'obtenir une deuxième valeur
- en utilisant les valeurs obtenues par tous les binômes, donner la meilleure estimation statistique de  $C_{\text{cal}}$  en précisant son intervalle de confiance à 95%

### B ) Mesure d'une enthalpie de changement d'état

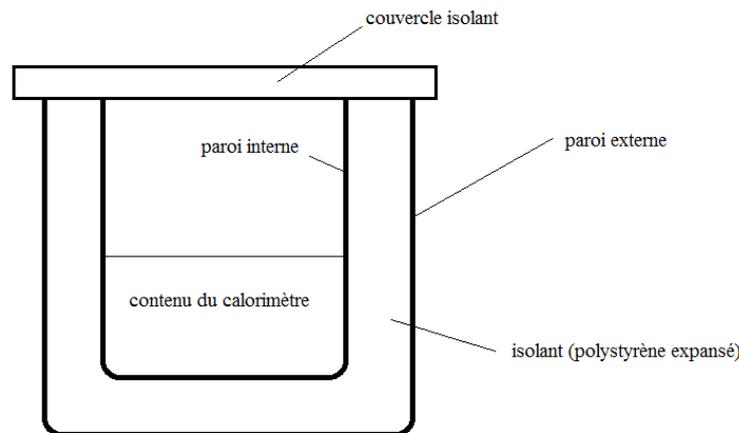
On s'intéresse à la fusion de la glace à  $0^\circ\text{C}$ , associée à une enthalpie de changement d'état  $l_{\text{fus}}$ . Des glaçons à  $0^\circ\text{C}$  sont disponibles au bureau.

#### Travail demandé

- proposer un protocole et réaliser les manipulations afin de mesurer  $l_{\text{fus}}$
- proposer des améliorations et effectuer une nouvelle mesure plus précise

### Annexe 1 Présentation du calorimètre

Un calorimètre est un récipient calorifugé (isolé thermiquement), qui permet de s'approcher expérimentalement des conditions adiabatiques : le transfert thermique entre le milieu extérieur et le système {paroi interne + contenu du calorimètre} est très limité.



La paroi interne (généralement en métal ou en verre), en contact avec le contenu du calorimètre, présente une capacité thermique  $C_{\text{cal}}$  (en  $\text{J.K}^{-1}$ ) non négligeable qui doit être connue précisément.

## Annexe 2 Méthode des mélanges (protocole)

- peser précisément une masse  $m_1$  (~100 g) d'eau froide puis l'introduire dans le calorimètre
- attendre la stabilisation de la température à l'intérieur du calorimètre, puis la mesurer ( $T_1$ )
- peser précisément une masse  $m_2$  (~100 g) d'eau chaude
- mesurer sa température  $T_2$  juste avant de l'introduire rapidement dans le calorimètre
- couvrir le calorimètre à l'aide du couvercle isolant et agiter doucement
- mesurer la température finale stabilisée  $T_f$  (sans attendre la diminution lente liée aux pertes)

## Annexe 3 Thermodynamique appliquée au calorimètre

Le calorimètre est à la pression atmosphérique (pas de fermeture hermétique), les transformations sont donc **isobares**. Il n'y a **pas d'autre travail que celui des forces de pression**, on peut donc appliquer le premier principe au système {paroi interne + contenu du calorimètre} :

$$\Delta H = Q$$

Pour un système formé de plusieurs constituants (paroi, eau froide, eau chaude...), la variation d'enthalpie du système au cours d'une transformation est la somme des variations d'enthalpie de chaque constituant :

$$\Delta H = \sum_k \Delta H_k$$

Expression de la variation d'enthalpie d'un solide ou liquide ( $C$  est la capacité thermique ( $J.K^{-1}$ ) et  $\Delta T$  sa variation de température) :

$$\Delta H = C \Delta T$$

Expression de la variation d'enthalpie pour une masse  $m$  qui change d'état à température constante :

$$\Delta H = m \cdot \ell$$

où  $\ell$  est l'*enthalpie massique de changement d'état* ( $\ell_{\text{fus}}$  pour la fusion,  $\ell_{\text{vap}}$  pour la vaporisation...). Attention, cette appellation est trompeuse : il s'agit d'une variation d'enthalpie (qui aurait pu être notée  $\Delta h_{\text{fus}}$ ,  $\Delta h_{\text{vap}}$  ...)

## Annexe 4 Calcul d'incertitude : approche statistique (incertitude de type A)

Lorsque plusieurs valeurs [ $x_1, x_2, \dots, x_N$ ] ont été mesurées de façon indépendante mais en utilisant la même méthode, la meilleure estimation de la valeur exacte (inconnue) est la moyenne :

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k$$

Pour un intervalle de confiance à 95%, l'incertitude absolue  $\Delta x$  sur cette estimation s'obtient grâce à :

$$\Delta x = \frac{2}{\sqrt{N-1}} \sigma$$

où  $\sigma$  est l'*écart-type* de la série de mesures [ $x_1, x_2, \dots, x_N$ ] :  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (x_k - \bar{x})^2}$

Sur la Ti-nspire, dans le classeur : Données, Liste Maths, Ecart-type de population (on applique la fonction `stdevpop()` à la liste des valeurs)