

TP29 : Enthalpie massique de fusion de la glace

MATÉRIEL : calorimètre avec résistance chauffante, générateur continu 6V-12V, 2 multimètres, 1 bécher, interface d'acquisition primo avec module thermomètre, balance, fils, burette graduée, eau, glace pilée.

1 Objectif du TP

L'objectif de ce TP est d'utiliser un calorimètre pour mesurer l'enthalpie massique de fusion de la glace (h_{fus}).

Ne pas oublier qu'une mesure physique doit toujours être associée à une incertitude expérimentale. Penser à lire la notice des appareils pour connaître l'incertitude liée aux valeurs qu'ils fournissent.

2 Méthode

2.1 Méthode électrique

Pour mesurer la chaleur latente de fusion de la glace, on place dans un calorimètre une masse m_g de glace en équilibre avec une masse m_e d'eau liquide à 0°C .

Dans le calorimètre on plonge une résistance chauffante parcourue par une intensité $i(t)$ sous une tension $u(t)$. La quantité de chaleur fournie par effet Joule au système eau+glace pendant le temps t est

$$Q_{Joule} = \int_0^t ui \, dt$$

Le changement d'état solide \rightarrow liquide se fait à température constante $T = 0^\circ\text{C}$, ce qui signifie que l'enthalpie du calorimètre ($H_{cal} = C_{cal}T$) et celle de l'eau liquide ($H_e = m_e c_e T$) restent constantes au cours de l'expérience. La seule variation d'enthalpie est due au changement d'état solide \rightarrow liquide et vaut $\Delta H = m_g l_{fus}$.

On a donc la relation :

$$\Delta H = Q_{Joule} = m_g h_{fus} \quad \text{d'où} \quad h_{fus} = \frac{Q_{Joule}}{m_g} \quad (1)$$

2.2 Méthode du mélange

On a besoin de connaître la capacité thermique du calorimètre. Pour cela on place dans le calorimètre une masse m_1 d'eau liquide à température ambiante, on attend quelques

instants et on mesure sa température T_1 . On ajoute une masse m_2 d'eau à une température T_2 différente (par exemple autour de 0°C) et on attend que l'équilibre thermique s'établisse à la température T_f .

La variation d'enthalpie du système calorimètre+eau est nulle et vaut $\Delta H = C_{cal}(T_f - T_1) + m_1 c_e(T_f - T_1) + m_2 c_e(T_f - T_2)$. On en déduit :

$$C_{cal} = c_e \left(m_2 \frac{T_f - T_2}{T_1 - T_f} - m_1 \right) \quad (2)$$

Pour mesurer l'enthalpie de fusion de la glace on introduit une masse m_g de glace à la température $T_g = 0^\circ\text{C}$ dans le calorimètre contenant une masse m_ℓ d'eau liquide à la température T_ℓ . Lorsqu'on attend assez longtemps, le mélange atteint une température T_f . Encore une fois la variation d'enthalpie du système est nulle et vaut $\Delta H = (C_{cal} + m_\ell c_e)(T_f - T_\ell) + m_g h_{fus} + m_g c_e(T_f - T_g)$, ce qui donne :

$$h_{fus} = \frac{1}{m_g} (C_{cal} + m_\ell c_e)(T_\ell - T_f) - c_e(T_f - T_g) \quad (3)$$

Données : $c_e = 4,2 \, \text{J g}^{-1} \text{K}^{-1}$

3 Manipulations

- Déterminer l'enthalpie massique de fusion de la glace par la méthode électrique.
- Déterminer l'enthalpie massique de fusion de la glace par la méthode du mélange.
- Comparer les deux résultats en tenant compte des incertitudes. Et discuter des avantages et inconvénients des deux méthodes.

4 Précautions à prendre

- Placer le générateur de **tension sur 6 V**, puis choisir la résistance qui vous paraît la mieux adaptée.
- Pendant une mesure penser à agiter le calorimètre pour homogénéiser la température à l'intérieur de l'eau.
- Faire attention à éviter les projections d'eau sur les appareils électriques (générateur, interface d'acquisition).