

TP28 : Calorimétrie

1 Objectif du TP

Dans ce TP, nous allons mettre en œuvre des techniques de calorimétrie permettant de mesurer certaines propriétés thermodynamiques de la matière. Nous allons mesurer la capacité thermique d'un métal ainsi que l'enthalpie massique de fusion de la glace.

2 Détermination de la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires : méthode du mélange



- Placer dans le calorimètre environ 150 cm^3 d'eau chauffée préalablement aux environs de 50°C dans un b cher. Cette quantité d'eau (masse m_c) sera mesurée aussi précisément que possible à l'éprouvette graduée.
- Bien fermer le calorimètre, introduire la sonde de température et l'agitateur.
- Préparer l'acquisition en choisissant une durée d'acquisition d'environ 15 min et un nombre de points raisonnable (environ 500). Lancer l'acquisition et agiter continuellement.
- Lorsque la température de l'eau du calorimètre s'est stabilisée, introduire avec précaution 150 ml d'eau à température ambiante dont vous aurez mesuré la température T_f (masse m_f). Continuer à agiter doucement et continuellement.
- Une fois que la température est à nouveau stable, arrêter l'acquisition. Déterminer la température T_c juste avant l'introduction d'eau froide ainsi que la température T_{fin} stabilisée après le mélange.

En négligeant les fuites thermiques et en considérant l'évolution comme isobare, on peut montrer que (le faire pour vous entraîner!) :

$$m_F c_e (T_{\text{fin}} - T_f) + (m_c c_e + C)(T_{\text{fin}} - T_c) = 0 \quad (1)$$

avec $c_e = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ la capacité thermique massique de l'eau.

- Déterminer C en J K^{-1} et la valeur en eau μ du calorimètre. μ est la masse d'eau qui aurait la même capacité thermique que le calorimètre, soit $C = \mu c_e$. C doit être de l'ordre de 100 J K^{-1} .

3 Mesure de la capacité thermique massique d'un métal

Nous allons mesurer la capacité thermique massique c d'un métal.



- Mesurer la masse m du cylindre en métal.
- Suspending le cylindre en métal dans le bécher d'eau chaude que l'on porte à une température proche de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il faut que le métal reste suffisamment longtemps dans l'eau bouillante pour que sa température soit la même que celle de l'eau.
- Pendant que l'eau chauffe, introduire dans le calorimètre une masse m_f d'environ 200 g d'eau à température ambiante mesurée à l'éprouvette graduée.
- Lancer une acquisition de 15 min avec un nombre de points raisonnable. Lorsque la température dans le calorimètre est stable, et lorsque le métal a atteint la température de l'eau bouillante, noter la température T_c de l'eau chaude (qui doit être la même que celle du métal).
- Effectuer rapidement l'opération suivante : sortir le métal du bécher, mesurer sa température avec un thermomètre infrarouge (si disponible) et l'introduire dans le calorimètre en vous assurant que la totalité du métal est en contact avec l'eau du calorimètre.

En négligeant les fuites thermiques et en considérant l'évolution comme isobare, on peut montrer (faites-le aussi!) que

$$(m_f c_e + C)(T_{\text{fin}} - T_f) + mc(T_{\text{fin}} - T_c) = 0 \quad (2)$$

- Déterminer la capacité thermique massique c du métal. Dans le tableau ci-dessous, on donne les capacités thermiques de quelques métaux

Métal	c_p ($\text{J K}^{-1} \text{kg}^{-1}$)	M (g/mol)
Aluminium	910	27
Fer	450	56
Laiton	377	65

- Vérifier la loi de Dulong et Petit donnant la capacité thermique massique d'un métal

$$M_{\text{métal}} c \approx 25 \text{ J K}^{-1} \text{mol}^{-1} \quad (3)$$

4 Mesure de l'enthalpie massique de fusion de la glace



Nous allons mesurer l'enthalpie massique h_f de fusion de l'eau à 0°C .

- Placer une masse $m = 200\text{ g}$ d'eau liquide mesurée à l'éprouvette graduée à température ambiante T_c dans le calorimètre vide. Peser l'ensemble (vase en aluminium+eau), noter la masse m_1 . T_c est la température stabilisée, elle sera déterminée à partir de la courbe.
- Lancer une acquisition de 15 min. Deux minutes après le début de l'acquisition (lorsque la température est stable), introduire environ 50 g de glaçons à $T_0 = 0^\circ\text{C}$ dans le calorimètre après les avoir essuyés sommairement avec du papier absorbant. Agiter doucement et continuellement.
- Lorsque la température est stabilisée et que tous les glaçons ont fondu, l'acquisition peut être arrêtée. Peser l'ensemble (vase en alu + eau), noter la masse m_2 et en déduire la masse M des glaçons.

En négligeant les fuites thermiques et en considérant l'évolution comme isobare, on peut montrer que (il faut le faire!) :

$$(mc_e + C)(T_{\text{fin}} - T_c) + Mc_e(T_{\text{fin}} - T_0) + Mh_f = 0 \quad (4)$$

- Déterminer h_f . La valeur de h_f communément admise est $h_f = 330\text{ kJ kg}^{-1}$