

Détermination de la chaleur massique de fusion de la glace

Objectifs expérimentaux

- Mesure de la température de mélange ϑ_M de glace et d'eau.
- Calcul de la chaleur massique de fusion de la glace.

Notions de base

En général, si on chauffe une substance à pression constante, sa température augmente. Si toutefois une transition de phase a lieu dans la substance, la température n'augmente pas malgré l'apport de chaleur puisque cette chaleur est utilisée pour passer d'une phase à l'autre. Dès que le passage d'une phase à une autre est achevé, la température augmente à nouveau avec un apport de chaleur supplémentaire. Un exemple bien connu pour un tel changement d'état physique est celui de la fusion de la glace en eau. La quantité de chaleur requise par unité de masse est caractérisée de chaleur massique de fusion Q_S .

Au cours de l'expérience, on remplit un calorimètre de glace pure pour déterminer la chaleur massique de fusion Q_S de la glace. Cette glace refroidit de l'eau chaude à la température

de mélange ϑ_m et fond en eau par absorption de la chaleur de fusion. Cette eau est portée à la température de mélange ϑ_m . On mesure en outre la température initiale ϑ_2 et la masse m_2 de l'eau chaude ainsi que la masse m_1 du fer puis on calcule la chaleur massique de fusion comme suit:

La quantité de chaleur absorbée par la glace se compose de la quantité de chaleur

$$\Delta Q_1 = c \cdot m_1 \cdot (\vartheta_M - 0^\circ\text{C}) \quad (\text{I}),$$

c : chaleur massique de l'eau

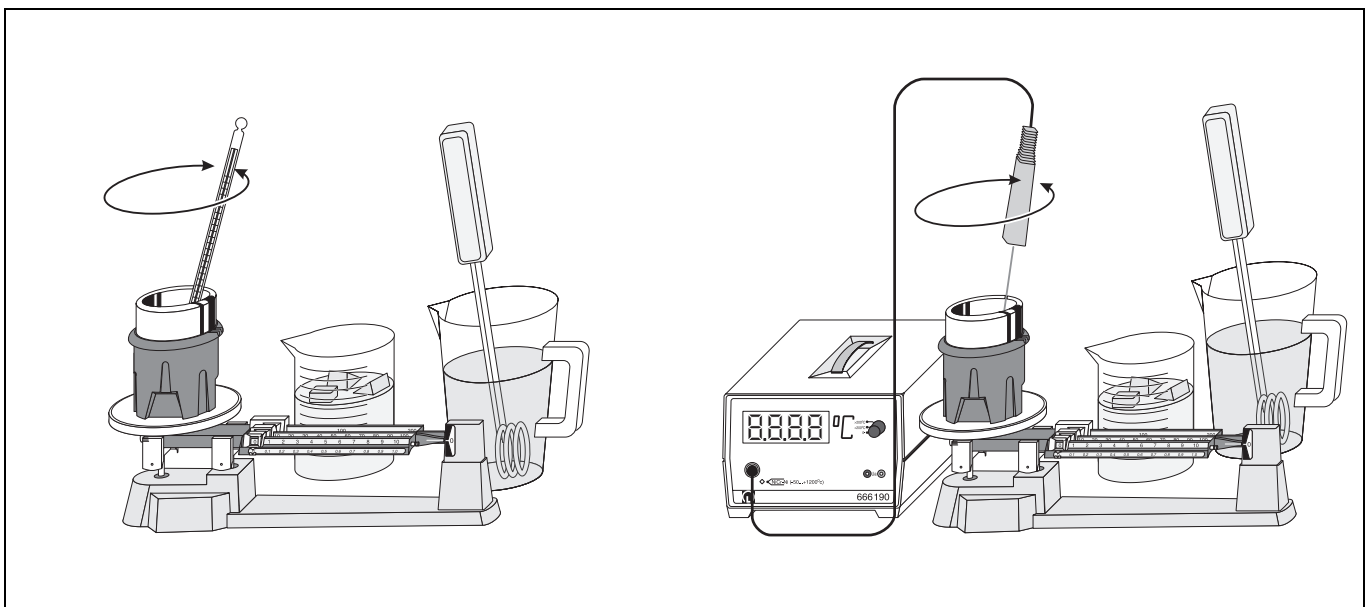
absorbée par la glace fondue au chauffage de $\vartheta_1 \approx 0^\circ\text{C}$ à la température ϑ_M et de la quantité de chaleur

$$\Delta Q_2 = m_1 \cdot Q_S \quad (\text{II}),$$

absorbée lors de la fusion de la glace en eau. En mélangeant de la glace, on prélève de l'eau chaude la quantité de chaleur

$$\Delta Q_3 = c \cdot m_2 (\vartheta_2 - \vartheta_M) \quad (\text{III}).$$

Fig. 1 Montage expérimental pour la détermination de la chaleur massique de fusion de la glace.
à gauche: mesure de la température avec le thermomètre
à droite: mesure de la température avec le thermocouple



Matériel

1 vase de Dewar	386 48
1 balance d'enseignement et de laboratoire 610 Tara, 610 g	315 23
1 thermomètre, -10° à $+110^{\circ}\text{C}$ ou	382 34
1 sonde de température NiCr-Ni	666 193
1 thermomètre numérique	666 190
1 thermoplongeur de sécurité	303 25
1 bécher, 400 ml, forme basse, verre trempé	664 104
1 bécher en plastique, 1000 ml	590 06

En supplément:

Env. 100 g de glaçons

Réalisation

- Relever la masse à vide du vase de Dewar.
- Chauffer l'eau dans le bécher en plastique avec le thermoplongeur de sécurité jusqu'à 40°C à 50°C .
- Remplir le vase de Dewar avec env. 200 g d'eau et en déterminer la masse m_2 ainsi que la température ϑ_2 (mélanger).
- Ajouter 50 g de glaçons «secs» dans l'eau chaude.
- Mélanger l'eau jusqu'à ce que la glace fonde complètement et relever la température ϑ_M .

Exemple de mesure

Masse m_2 de l'eau chaude:	200 g
Température ϑ_2 de l'eau chaude:	$45,8^{\circ}\text{C}$
Masse de l'eau et de la glace:	251 g
Température de mélange ϑ_M de l'eau refroidie:	$23,0^{\circ}\text{C}$

Exploitation et résultat

$$m_1 = 251 \text{ g} - 200 \text{ g} = 51 \text{ g}$$

$$m_2 = 200 \text{ g}$$

$$\vartheta_2 = 45,8^{\circ}\text{C}$$

$$\vartheta_M = 23,0^{\circ}\text{C}$$

Equivalent en eau du vase de Dewar: $m_K = 20 \text{ g}$

$$\text{Chaleur massique de l'eau: } c = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

L'insertion des valeurs dans l'équation (V) donne:

$$\frac{Q_S}{c} = 75,3 \text{ K et } Q_S = 316 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Valeur littéraire:

$$Q_S = 334 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Le calorimètre cède lui aussi simultanément de la chaleur. On peut calculer cette quantité de chaleur étant donné que l'équivalent en eau m_K du calorimètre est connu:

$$\Delta Q_4 = c \cdot m_K(\vartheta_2 - \vartheta_M) \text{ avec } m_K = 20 \text{ g} \quad (\text{IV})$$

La chaleur absorbée $\Delta Q_1 + \Delta Q_2$ et la chaleur cédée $\Delta Q_3 + \Delta Q_4$ coïncident, d'où

$$\frac{Q_S}{c} = \frac{(m_2 + m_K)}{m_1} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_M) - (\vartheta_M - 0^{\circ}\text{C}) \quad (\text{V})$$

Montage

Le montage expérimental est représenté sur la fig. 1. Le vase de Dewar est situé sur la balance d'enseignement et de laboratoire pendant toute la durée de l'expérience.

- Mettre des glaçons dans le bécher rempli au quart avec de l'eau froide afin d'amener la glace à la température de 0°C (à vérifier avec le thermomètre ou la sonde de température).
- Placer le thermomètre ou la sonde de température NiCr-Ni dans le vase de Dewar.