

Compte rendu : TP 26

Calorimétrie

27 mai 2026

Grenier Nathanaël / Jardin Logan

Objectifs : Déterminer expérimentalement des grandeurs thermodynamiques. Réaliser un protocole de calorimétrie et effectuer des bilans d'énergie.

Théorie

$$1. \Delta U = \delta W + \delta Q + \delta E$$

$$\Delta U = 0 \implies \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$$

$$= C_{V_1} \Delta T_1 + C_{V_2} \Delta T_2 = 0$$

$$= m_1 c_1 (T_f - T_1) + m_2 c_2 (T_f - T_2) = 0$$

2. Énergie pour chauffer 1 kg de 1 degré.
3. L'énergie nécessaire pour faire bouillir 1 kg d'eau.
4. Énergie nécessaire pour faire fondre 1 kg de glace à 0 C.
5. Énergie libérée pour solidifier 1 kg de glace à 0 C.

$$\text{C'est l'inverse : } \Delta h_{\text{fusion}}(\text{glace}) = -\Delta h_{\text{solidification}}(\text{eau})$$

Mesures

Protocole

Expérience 1 : On verse de l'eau tiède (environ 20 C) dans le calorimètre, puis on y ajoute de l'eau chaude à environ 95 C.

Expérience 2 : On verse de l'eau tiède (environ 20 C) dans le calorimètre, puis on y plonge un échantillon de métal porté à 100 C.

Expérience 3 : On verse de l'eau tiède (environ 20 C) dans le calorimètre, puis on y introduit un glaçon.

Expérience 1 – Masse en eau équivalente μ

$$\boxed{T_1, V_1} \longrightarrow \boxed{T_f} \longleftarrow \boxed{T_2, V_2}$$

$$V_1 = 7,93 \text{ mL}, \quad V_2 = 260 \text{ mL}, \quad T_1 = 20 \text{ C}, \quad T_2 = 71 \text{ C}$$

$$V_c = 440 \text{ mL}, \quad T_f = 51 \text{ C}$$

$$\Delta U = 0$$

1

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 + \Delta U_{\text{pertes}} = 0$$

Expérience 2 – Capacité thermique massique du fer

$$\boxed{T_M, M} \longrightarrow \boxed{T_f, V_{\text{eau}}}$$

$$V_{\text{eau}} = 250 \text{ mL}, \quad T_{\text{eau}} = 20 \text{ C}, \quad T_M = 100 \text{ C}, \quad T_f = 27 \text{ C}$$

$$M = 158 \text{ g}, \quad \rho = 8,73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}, \quad V_M = 22,6 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} c_{\text{fer}} &= \frac{(V_{\text{eau}} \rho_{\text{eau}} + \mu) c_{\text{eau}} (T_f - T_{\text{eau}})}{M (T_M - T_f)} \\ &= \frac{(250 + 61,5) \times 4,18 \times (27 - 20)}{158 \times (100 - 27)} \\ &\approx \boxed{453 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}} \end{aligned}$$

Expérience 3 – Enthalpie massique de fusion de la glace

$$\boxed{T_0, V_0} \longleftarrow \boxed{m_{\text{glace}}, 0 \text{ C}}$$

$$V_0 = 400 \text{ mL}, \quad T_0 = 40 \text{ C}, \quad T_1 = 20 \text{ C}, \quad T_2 = -10 \text{ C}, \quad T_f = 34 \text{ C}$$

$$m_{\text{glace}} = 17 \text{ g}$$

$$\Delta h_{\text{fusion, glace}} = -c_{\text{glace}}(T_0 - T_1) - c_{\text{eau}}(T_f - T_0) - \frac{M}{m} c_{\text{eau}}(T_f - T_0) - \frac{\mu}{m} c_{\text{glace}}(T_f - T^*)$$

$$\Delta h_{\text{fusion, glace}} \approx \boxed{360 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}}$$

Analyse

5. La masse en eau équivalente est la masse d'eau qui aurait la même capacité à absorber de l'énergie que le calorimètre.
6. Pour un calorimètre idéal, $\mu = 0$: il n'absorbe aucune énergie, ce qui n'existe pas en pratique.
7. La calorie est l'énergie nécessaire pour chauffer 1 g d'eau de 1 °C, soit 1 cal = 4,186 J.
8. Notre résultat ($360 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) est proche de la valeur tabulée ($333 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$), l'écart de 8 % est dû aux pertes thermiques du calorimètre et aux imprécisions sur la masse de glace.
9. Faire fondre 1 kg de glace demande $\approx 333 \text{ kJ}$, soit presque autant que chauffer 1 kg d'eau de 0 C à 100 C ($\approx 418 \text{ kJ}$). Dans un réfrigérateur, le fluide absorbe de l'énergie en se vaporisant dans l'évaporateur et la rejette en se condensant dans le condenseur.

10. **Annexe 1 :**

$$m_1 c_{\text{eau}}(T_f - T_1) + m_2 c_{\text{eau}}(T_f - T_2) + \mu c_{\text{eau}}(T_f - T_1) = 0 \implies \mu = -m_1 - m_2 \frac{T_f - T_2}{T_f - T_1}$$

Annexe 2 :

$$M c_{\text{fer}}(T_f - T') + (m_{\text{eau}} + \mu) c_{\text{eau}}(T_f - T) = 0 \implies c_{\text{fer}} = -\frac{(m_{\text{eau}} + \mu) c_{\text{eau}}(T_f - T)}{M(T_f - T')}$$

Annexe 3 :

$$\Delta h_{\text{fusion, glace}} = -c_{\text{glace}}(T_0 - T_1) - c_{\text{eau}}(T_f - T_0) - \frac{M}{m} c_{\text{eau}}(T_f - T_0) - \frac{\mu}{m} c_{\text{glace}}(T_f - T^*)$$