



A. Mesure de la capacité massique d'un matériau

1. Résultats des mesures :

$$\begin{aligned} m &= 100\text{g} = 0,100\text{kg} \\ \theta_1 &= 19,03^\circ\text{C} \\ \theta_2 &= 23,31^\circ\text{C} \\ \theta_3 &= 93,60^\circ\text{C} \end{aligned}$$

	température initiale	température finale
eau + calorimètre	$\theta_1 = 19,03^\circ\text{C}$	$\theta_2 = 23,31^\circ\text{C}$
matériau étudié	$\theta_3 = 93,6^\circ\text{C}$	$\theta_2 = 23,31^\circ\text{C}$

2. Système : {eau + calorimètre + matériau}

Premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$

Ce système est considéré parfaitement isolé donc : $Q = 0$ et il n'y a pas de travail fourni au système : $W = 0$
 $\Delta U(\text{eau} + \text{calorimètre} + \text{matériau}) = 0$

3. $\Delta U(\text{eau}) + \Delta U(\text{calorimètre}) + \Delta U(\text{matériau}) = 0$

$$m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot (\theta_2 - \theta_1) + C \cdot (\theta_2 - \theta_1) + m \cdot c_{\text{mat}} \cdot (\theta_2 - \theta_3) = 0$$

$$(m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} + C) \cdot (\theta_2 - \theta_1) + m \cdot c_{\text{mat}} \cdot (\theta_2 - \theta_3) = 0$$

$$(m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} + C) \cdot (\theta_2 - \theta_1) = -m \cdot c_{\text{mat}} \cdot (\theta_2 - \theta_3) = m \cdot c_{\text{mat}} \cdot (\theta_3 - \theta_2)$$

$$c_{\text{mat}} = \frac{(m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} + C) \cdot (\theta_2 - \theta_1)}{m(\theta_3 - \theta_2)} = \frac{(0,150 \times 4,18 \cdot 10^3 + 70) \cdot (23,31 - 19,03)}{0,100 \times (93,6 - 23,31)} = 424 \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

4. Comparaison à la valeur théorique :

$$\text{Écart relatif : } \left| \frac{c_{\text{th}} - c_{\text{exp}}}{c_{\text{th}}} \right| \times 100 = \left| \frac{377 - 424}{377} \right| \times 100 = 12\%$$

La valeur obtenue est cohérente avec la valeur théorique malgré un écart assez important.

Sources d'erreurs :

- non-idéalité du calorimètre,
- erreurs sur les mesures de température et de masse, sur la capacité thermique du calorimètre,
- transvasement trop lent de la masse en laiton du bain thermostaté vers le calorimètre.

B. L'expérience historique de James Prescott Joule

1. Énergie potentielle de pesanteur de la masse m : $E_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot z$

Variation d'énergie potentielle de pesanteur de la masse m :

$$\Delta E_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot (z_{\text{finale}} - z_{\text{initiale}}) = -m \cdot g \cdot h = -100 \times 9,8 \times 1,0 = -9,8 \cdot 10^2 \text{J}$$

2. Système : {eau+calorimètre}

Premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$

Ici : $Q = 0$ (le calorimètre est supposé parfaitement isolé).

donc $\Delta U = W$ travail mécanique réalisé par les palettes en rotation égal à la perte d'énergie potentielle de la masse.

$$\Delta U = 9,81 \cdot 10^2 \text{J}$$

3. Pour un système incompressible :

$$\Delta U = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T + C \cdot \Delta T \quad \text{donc : } \Delta T = \frac{\Delta U}{m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} + C} = \frac{9,8 \cdot 10^2}{0,200 \times 4,18 \cdot 10^3 + 95} = 1,1^\circ\text{C}$$

La température de l'eau augmente de $1,1^\circ\text{C}$.