

Détermination de la capacité thermique massique du lait

On souhaite déterminer la capacité thermique massique c_2 d'un lait.

A. Laiton : Le laiton est un alliage de cuivre et de zinc, utilisé notamment pour fabriquer des instruments de musique. Lors de cette fabrication, on recherche du laiton ayant un pourcentage massique de **80 % en cuivre et 20 % en zinc**.

B. Capacités thermiques

Pourcentage massique		Capacité thermique massique du laiton ($\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$)
Cuivre	Zinc	
90	10	386
80	20	388
70	30	390

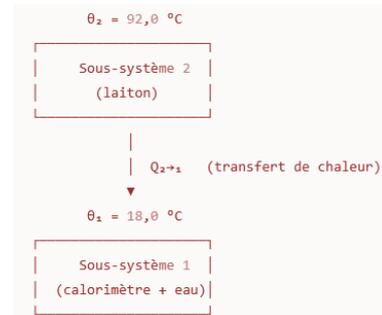
C. Calorimètre : Un calorimètre est une enceinte dans laquelle il n'y a pas de transfert thermique Q entre l'extérieur et l'intérieur. À l'intérieur du calorimètre, $\Sigma Q = 0 \text{ J}$.

Le laiton, le calorimètre et l'eau liquide sont incompressibles. Les pertes thermiques sont négligées. On dispose d'un calorimètre de capacité thermique $C = 225 \text{ J}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ contenant une masse d'eau $m_1 = 300 \text{ g}$. L'ensemble est à la température $\theta_1 = 18,0^\circ\text{C}$. L'échantillon de laiton de masse $m_2 = 100 \text{ g}$ est placé dans une étuve à une température fixée $\theta_2 = 92,0^\circ\text{C}$. On le plonge ensuite rapidement dans le calorimètre et l'eau. La température finale de l'ensemble est $\theta_f = 19,9^\circ\text{C}$.

1. Schématiser la situation initiale et indiquer, à l'aide de flèches, le sens des transferts thermiques entre le sous-système 1 (calorimètre et eau) le sous-système 2 (laiton).

La chaleur $Q_{2 \rightarrow 1}$ est **cée** par le laiton et **absorbée** par le calorimètre et l'eau.

Initialement, $\theta_2 > \theta_1$, donc le flux thermique va du sous-système 2 vers le sous-système 1.



2. Calculer la variation d'énergie interne ΔU_1 du sous-système 1.

La variation d'énergie interne du sous-système 1 (calorimètre + eau) s'écrit :

$$\Delta U_1 = (C + m_1 \times c_{eau}) \times \Delta\theta_1 = (225 + 0,300 \times 4180) \times (19,9 - 18,0) = 2810,1 \text{ J} = 2,81 \times 10^3 \text{ J}$$

3. Exprimer la variation d'énergie interne ΔU_2 du sous-système 2.

$$\Delta U_2 = m_2 \times c_2 \times \Delta\theta_2 = 0,100 \times c_2 \times (92,0 - 18,0) = -7,21 \times c_2 \text{ J}$$

ΔU_2 sera négative (le laiton perd de l'énergie).

4. a. Montrer que $\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \text{ J}$.

Puisque le calorimètre est isolé $\Sigma Q = 0$ et qu'il n'y a que deux sous-systèmes en interaction (1 : calorimètre + eau, 2 : laiton), toute chaleur perdue par l'un est reçue par l'autre. On a donc directement

$$\Sigma Q = \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0 \text{ J.}$$

b. À l'aide des réponses précédentes, exprimer puis calculer la capacité thermique massique c_2 du laiton.

$$\begin{aligned} \Delta U_1 = 2,81 \times 10^3 \text{ J} &= \Delta U_2 = 7,21 \times c_2 J \\ c_2 &= \frac{\Delta U_1}{m_2 \times (\theta_f - \theta_2)} \\ c_2 &= \frac{2,81 \times 10^3}{7,21} = 3,90 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \end{aligned}$$

5.

a. Cet échantillon de laiton est-il utilisable pour la fabrication d'un instrument de musique ?

Non, cet échantillon n'est pas adapté à la fabrication d'un instrument de musique :

Nous avons mesuré $390 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, ce qui correspond plutôt à un alliage de **70 % de cuivre et 30 % de zinc**.

b. Le pronostic chimique à l'issue de cette expérience est-il sûr ?

Non, le « pronostic chimique » n'est pas sûr à l'issue de cette seule expérience calorimétrique. En effet :

- Incertitudes expérimentales : Température ; Masse ; Capacité calorimétrique.
- Pour confirmer la composition, il faudrait utiliser une méthode plus précise (spectrométrie, titrage,)

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$