

T.P.13: Capacité thermique

Introduction

La quantité de chaleur Q (en J) reçue (ou cédée) par un corps à sa masse m (en kg) et à la variation de température $\Delta\theta = \theta_{finale} - \theta_{initiale}$ (en K ou °C) dans un domaine de température où il n'y a pas de changement de phase (solide, liquide, gaz).

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta \quad \text{où } c \text{ (en } \frac{J}{kg \cdot K} \text{) s'appelle } \mathbf{capacité\ thermique\ massique} \text{ du matériel.}$$

Pour le calorimètre on ne connaît pas la masse et la nature des composants. Q est proportionnelle à $\Delta\theta$.

$$Q = C \cdot \Delta\theta \quad \text{où } C \text{ (en } \frac{J}{K} \text{) désigne la capacité thermique. (massique) Ici } C_{cal} = 70 \text{ J/K.}$$

Pour déterminer la capacité thermique massique c on utilise ici deux méthodes :

1. Capacité thermique massique d'un liquide par chauffage

On chauffe électriquement un liquide dans un calorimètre. Dans ce cas, le calorimètre et le liquide s'échauffent et on a donc :

$$Q_{cal} + Q_1 = Q_{reçue} = U \cdot I \cdot t$$

La chaleur reçue est égale à l'énergie donnée par le courant électrique :

Donc :

$$C_{cal} \cdot \Delta\theta + m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta\theta = U \cdot I \cdot t$$

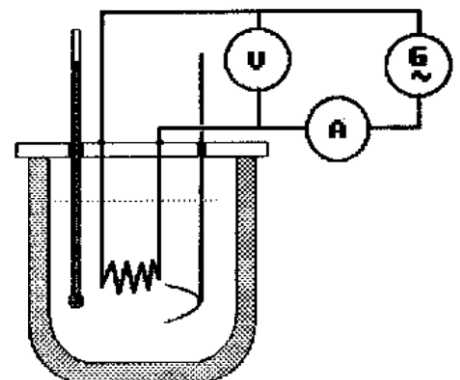
$$C_{cal} \cdot (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) + m_1 \cdot c_1 \cdot (\theta_{finale} - \theta_{initiale}) = U \cdot I \cdot t$$

On peut alors déduire la capacité thermique massique inconnue c_1 de l'équation.

$$c_1 = \frac{U \cdot I \cdot t_{finale} - C_{cal} \cdot (\theta_{finale} - \theta_{initiale})}{m_1 \cdot (\theta_{finale} - \theta_{initiale})}$$

Manipulation

- Remplir le calorimètre de 50% à 80% avec un **liquide de masse m_1**
- Fermer le couvercle, brancher le **courant stabilisé (continu)** pendant une courte durée pour vérifier le montage. **Attention:** résistance chauffante bien immergée. Attendre 1 minute et noter la **température initiale**.
- Brancher le courant, démarrer le chronomètre, lire la tension U et l'intensité de courant I avec précision.
- Agiter continuellement et noter la température toutes les 30 s pendant 6 minutes.
- Si la température a augmenté d'environ 10 °C, arrêter le courant et le chronomètre à la dernière tranche de 30 s, remuer puis noter la température finale précise.



Exploitation

Masse de liquide:	$m_1 =$	kg	Type de liquide:
Température initiale :	$\theta_{initiale} =$		et finale: $\theta_{finale} =$
Tension :	$U =$		Intensité du courant : $I =$
Durée totale:	$t_{finale} =$		Capacité thermique calorimètre: $C_{cal} =$

- a) **Représentation graphique** $Q_{reçue} = U \cdot I \cdot t$ en fonction $\Delta\theta$. Vérifier par une régression linéaire que Q est proportionnelle à $\Delta\theta$:

t (s)	θ (°C)	$\Delta\theta = \theta - \theta_{initiale}$ (°C)	$Q = U \cdot I \cdot t$ (J)
0	$=\theta_{initiale}$	0	0
30			
... 360			

- b) **Calcul de c_1 avec la dernière mesure.**

Comparer à la valeur théorique pour le liquide utilisé.

Comparer vos résultats avec les résultats de vos copains qui ont utilisé une masse différente ou un liquide différent.

2. Capacité thermique massique de corps solides par équilibre.

On plonge un corps chaud (m_2 ; θ_2) dans un calorimètre rempli d'eau froide (m_1 ; θ_1).

Puisque l'eau froide se trouve dans le calorimètre, celui-ci a aussi la température θ_1 . Les quantités de chaleur sont échangées sans pertes jusqu'à ce que l'équilibre se fasse et on mesure alors la température du mélange θ_m .

Quantité de chaleur cédée par le corps chaud : $Q_{2corps} = c_2 \cdot m_2 \cdot (\theta_m - \theta_2) < 0$

Quantité de chaleur reçue par l'eau froide : $Q_{1eau} = c_1 \cdot m_1 \cdot (\theta_m - \theta_1) > 0$

Quantité de chaleur reçue par le calorimètre : $Q_{cal} = C \cdot (\theta_m - \theta_1) > 0$

$$Q_{cal} \uparrow + Q_{1eau} \uparrow + Q_{2corps} \downarrow = 0 \quad (\uparrow \text{ et } \downarrow \text{ indique qui s'échauffe et qui se refroidit: signe de } Q)$$

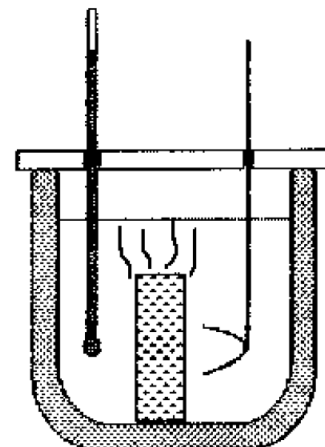
$$C \cdot (\theta_m - \theta_1) + c_1 \cdot m_1 \cdot (\theta_m - \theta_1) + c_2 \cdot m_2 \cdot (\theta_m - \theta_2) = 0$$

On peut alors déduire la capacité thermique massique c_2 du corps introduit dans le calorimètre.

$$c_{2corps} = \frac{(C_{cal} + c_{eau} \cdot m_{1eau}) \cdot (\theta_m - \theta_1)}{m_{2corps} \cdot (\theta_2 - \theta_m)}$$

Manipulation

- Chauffer un corps métallique de masse m_2 dans un chauffe-eau à $\theta_2 \approx 90$ °C. (Aide du professeur danger de brûlure!!)
- Egoutter brièvement et plonger dans un calorimètre rempli d'une masse m_{eau} d'eau à la température θ_1 .
- En agitant doucement on détermine la température du mélange θ_m (env. 2 minutes pour atteindre l'équilibre).



Exploitation

Nature du corps :

masse d'eau : $m_{1eau} =$ kg

masse du corps : $m_{2corps} =$ kg

température initiale eau&calorimètre $\theta_1 =$ °C

temp. initiale du corps : $\theta_2 =$ °C

$\theta_m =$ température du mélange

Donc: $c_{2corps} =$

Comparer aux valeurs théoriques. Evtl. faire la mesure pour un 2^e corps solide.