

DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DE LA CAPACITÉ THERMIQUE MASSIQUE D'UN LIQUIDE

Objectifs bac : Pratiquer une démarche expérimentale pour :

- déterminer l'énergie interne d'un corps
- déterminer la capacité thermique massique d'un corps
- effectuer le bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire

Contexte du sujet :

Chaque corps possède sa propre capacité à stocker et restituer de l'énergie thermique. Pour rendre compte de cette propriété du matériau, les scientifiques ont inventé la notion de capacité thermique massique. On se propose dans cette séance de déterminer la capacité thermique massique de l'eau.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document n°1 :** Notion de calorimètre

C'est une enceinte fermée et isolée du milieu extérieur. On parle de condition adiabatique. Lors des échanges d'énergie entre deux corps au sein du calorimètre, ce dernier reçoit ou restitue de l'énergie thermique. Il possède donc une capacité thermique. L'énergie thermique, notée Q_1 , absorbée par le calorimètre lors de l'expérience est donnée par la relation :

$$J \longrightarrow Q_1 = C \times (\theta_f - \theta_i)$$

↑
J.°K⁻¹

↑
°C

C est la capacité thermique du calorimètre. $C = 70,7 \text{ J.K}^{-1}$

θ_f : Température finale de l'eau ; θ_i : Température initiale de l'eau

Document n°2 : Relation entre l'énergie reçue par l'eau et sa variation de température

$$J \longrightarrow Q_2 = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)$$

↑
kg

↑
J.kg⁻¹.°K⁻¹

↑
°C

Q_2 : Énergie reçue par l'eau pour faire varier sa température

c_{eau} : Capacité thermique massique de l'eau = Énergie reçue par 1 kg d'eau pour que sa température augmente de 1°C.

Masse volumique de l'eau : $\mu_{\text{eau}} = 1000 \text{ g/L}$

θ_f : Température finale de l'eau ; θ_i : Température initiale de l'eau

Document n°3 : Relation permettant de calculer l'énergie fournie par le thermoplongeur

Un thermoplongeur de puissance électrique P et fonctionnant pendant une durée Δt , fournit l'énergie :

$$J \longrightarrow Q_3 = P \times \Delta t$$

↑
W

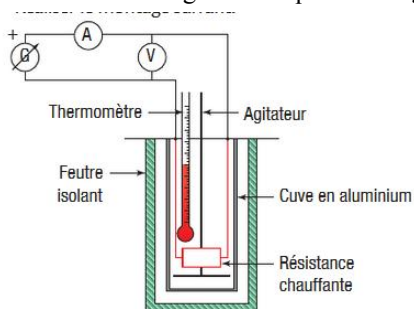
↑
s

Document n°4 : Réalisation du montage

Un volume V d'eau est introduit dans le calorimètre.

Le thermoplongeur (un conducteur ohmique de résistance électrique R) sera alimenté par un générateur de tension continue.

La résistance transformant l'énergie électrique en énergie thermique par effet Joule.



Document n°5 : Matériel mis à disposition





-Un calorimètre, une balance au centième de 2 kg, un thermomètre, deux multimètres, des fils de connexion, de l'eau

TRAVAIL A EFFECTUER**1. Mise en œuvre du protocole (15 min conseillées) (Compétence : Réaliser)**

- Verser $V = 100$ mL d'eau dans la cuve
- Régler le générateur de tension continue sur 6 V
- Réaliser le montage. Attention l'ampèremètre sera réglé sur le calibre 20A.
- Attendre l'équilibre thermique et mesurer la température initiale.
- Fermer le circuit et déclencher alors rapidement le chronomètre.
- Agiter régulièrement.
- Mesurer alors U_R et I_R .
- Quand la température du liquide a augmenté de 5°C , éteindre le générateur et noter la température finale ainsi que le temps mis pour y parvenir.

2. Exploitation des résultats obtenus (20 min conseillées) (Compétence : Valider)

- Calculer Q_1
- Calculer Q_3
- En déduire Q_2
- En déduire $C_{\text{eau,exp}}$
- Sachant que $C_{\text{eau,th}} = 4180 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$. Calculer l'écart relatif. Conclure.

Compétences évaluées	Indicateurs de réussite	Niveau expert A 	Bonne maîtrise B 	Maîtrise fragile C 	Pas de maîtrise D 
✦ Analyser un problème et concevoir un protocole ✦ ✦ Rechercher, extraire et exploiter l'information utile ✦					
Réaliser	Je sais suivre un protocole pour mesurer une quantité d'énergie transférée.				
	Niveau obtenu				
Valider	Je sais effectuer un bilan thermique et calculer une capacité thermique massique				
	Je sais utiliser des formules				
	Niveau obtenu				
Com/Auto (0)	Je sais soigner ma rédaction et utiliser le vocabulaire scientifique				
	Je sais produire un compte rendu d'expériences				
	Je sais travailler en équipe				
	Je sais faire preuve d'initiative				
	Niveau obtenu				
	Note globale			/ 20	

DEROULEMENT DE L'EXPERIENCE

Durée : 1H pour faire l'expérience et laisser le temps aux élèves pour réfléchir + 15 min pour la correction

Info : pour le petit calorimètre $R = 3 \text{ Ohms}$

-Attention ampèremètre sur 20A car intensité importante.

Les valeurs :

$$\theta_i = 24,2^\circ\text{C} ; \theta_f = 29,3^\circ\text{C} ; \Delta t = 3\text{min}16\text{s} = 196\text{s} ; U = 6\text{V} ; I_R = 2,20 \text{ A} \text{ et } U_R = 5,78\text{V}$$

-Calculer l'énergie fournie par la résistance.

Temps nécessaire pour chauffer l'eau : 3min16s

$$Q_3 = P \times \Delta t = U_R \times I_R \times \Delta t = 5,78 \times 2,20 \times 196 = 2,4923 \cdot 10^3 \text{ J}$$

-Calculer l'énergie reçue par le calorimètre :

$$Q_1 = 70,7 \times (29,3 - 24,2) = 3,6057 \cdot 10^2 \text{ J}$$

-En déduire Q_2

$$\text{D'après la conservation de l'énergie : } Q_3 = Q_1 + Q_2 \text{ d'où } Q_2 = Q_3 - Q_1 = 2,4923 \cdot 10^3 - 3,6057 \cdot 10^2 = 2,1317 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\text{D'où } C_{\text{eau exp}} = \frac{Q_2}{m_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i)} = \frac{2,1317 \cdot 10^3}{0,100 \times 1,0 \times (29,3 - 24,2)} = 4,1798 \cdot 10^3$$

$$\eta = 0,005 \%$$

PROFESSEUR		DATE DU TP	DATE DE DEPOT	PREPARATEUR
JOUR DU TP		SALLE		HORAIRE
TP : Détermination de la capacité thermique massique de l'eau				
BAC ELEVE (Nombre de binômes :)				
Le calorimètre le petit (pas le thermos)				1
Multimètre				2
Générateur de tension continue réglable				1
Fils de connexion (3 rouges et 2 noirs)				5
Eau distillée				1
Thermomètre électronique				1
Eprouvette graduée de 50 mL				1