

1 <sup>ère</sup> STIDD	TP 02 : Mesures de capacités thermiques de matériaux de l'habitat	Physique Chimie Thème habitat
------------------------	---	----------------------------------

## 1. Matériel

Matériel disponible sur votre table :	Matériel prof :
1 barreau de fer + 1 barreau d'aluminium de masses équivalentes	1 balance pesant 500 g minimum
1 calorimètre + 1 thermomètre électronique	1 bouilloire
1 bécher 500 mL gradué 100 mL, 1 bouteille en plastique d'eau froide	
1 bec élec+pince + chiffon	

### Données et notations

- 1 barreau de fer de masse  $m_{\text{fer}} = 240$  g et 1 barreau d'aluminium masse  $m_{\text{Alu}} =$
- Capacité thermique massique (ou chaleur massique) de l'eau :  $c_{\text{Eau}} = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- Capacité thermique massique (ou chaleur massique) du fer :  $c_{\text{fer}}$  à déterminer

## 2. 1- Préparation de l'expérience

On plonge dans une masse  $m_{\text{eau}}$  d'eau froide (température  $\theta_{\text{eau}}$ ), un barreau de fer masse  $m_{\text{fer}}$  chaud (température  $\theta_{\text{fer}}$ ) ; A l'équilibre thermique (appelé régime établi) la température finale de l'ensemble est  $\theta_{\text{fin}}$

2-1 Quelle relation permet de relier la variation d'énergie interne  $\Delta U_{\text{eau}}$  de l'eau à la variation de température  $\Delta\theta_{\text{eau}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{eau}}$  ? Préciser le signe de  $\Delta\theta_{\text{eau}}$

On note  $\Delta U_{\text{fer}}$  la variation d'énergie interne du fer et on ne tient pas compte de l'influence du calorimètre

2-2 Quelle relation permet de relier la variation d'énergie interne  $\Delta U_{\text{fer}}$  de l'eau à la variation de température  $\Delta\theta_{\text{fer}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{fer}}$  ? Préciser le signe de  $\Delta\theta_{\text{fer}}$

Le calorimètre est parfaitement isolé thermiquement c'est à dire qu'il n'absorbe pas de chaleur

2-3 Ecrire le bilan d'énergie c'est à dire la relation entre  $\Delta U_{\text{eau}}$  et  $\Delta U_{\text{fer}}$

2-4 Exprimer la capacité thermique massique du fer  $c_{\text{fer}}$  en fonction de :  $m_{\text{fer}}$ ,  $\Delta\theta_{\text{fer}}$  et  $\Delta U_{\text{fer}}$

2-5 Déduire de cette relation la formule permettant le calcul de la capacité thermique du fer

$$c_{\text{fer}} = c_{\text{eau}} \times \frac{m_{\text{eau}}}{m_{\text{fer}}} \times \frac{\Delta\theta_{\text{eau}}}{\Delta\theta_{\text{fer}}} \text{ Unités ?}$$

## 3. Expérience de mesure d'énergie interne de 2 matériaux

- 3.1 Peser les barreau de fer et d'aluminium et les placer dans le bain marie pour les chauffer 10 min
- 3.2 Faire 2 schémas : un au début et un à la fin de l'expérience avec les notations du texte (calorimètre, barreau  $m_{\text{fer}}$ ,  $m_{\text{eau}}$ ,  $\theta_{\text{fer}}$ ,  $\theta_{\text{eau}}$ ,  $\theta_{\text{fin}}$ )
- 3.3 Préparer 400 mL d'eau froide avec le bécher puis les verser dans le calorimètre

- 3.4 Stopper le chauffage quand la température du fer  $\theta_{\text{fer}}$  atteint au moins  $80^{\circ}\text{C}$  au thermomètre électronique (thermostat à  $300$ ) puis retirer le barreau avec la pince, le sécher
- 3.5 Mesurer la température exacte du matériau et le placer dans aussitôt dans le calorimètre ; bien remuer l'eau pour faciliter l'échange thermique
- 3.6 Compléter le tableau ci-dessous au bout de quelques minutes (quand la température est stable)

	<b>Eau</b>	<b>Fer</b>
Températures initiales (celcius)	$\theta_{\text{eau}} = \dots$	$\theta_{\text{fer}} = \dots$
Températures finales ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\theta_{\text{fin}} = \dots$	$\theta_{\text{fin}} = \dots$
Variations de températures ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta\theta_{\text{eau}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{eau}} = \dots$	$\Delta\theta_{\text{fer}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{fer}} = \dots$
Masses des corps	$m_{\text{eau}} = 400 \text{ g}$	$m_{\text{fer}} = 240 \text{ g}$
Capacités thermiques ( $\text{J.kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	$c_{\text{Eau}} = \dots$	
Variation d'énergie interne (Joule)	$\Delta U_{\text{eau}} = \dots$	$\Delta U_{\text{fer}} = \dots$
Capacités thermiques ( $\text{J.kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )		$c_{\text{fer}} = \dots$

3.7 Faire vérifier les calculs puis vider l'eau tiède dans le seau puis essuyer le calorimètre

3.8 Recommencer comme en 3.5 avec la barre d'aluminium

	<b>Eau</b>	<b>Aluminium</b>
Températures initiales (celcius)	$\theta_{\text{eau}} = \dots$	$\theta_{\text{alu}} = \dots$
Températures finales ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\theta_{\text{fin}} = \dots$	$\theta_{\text{fin}} = \dots$
Variations de températures ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\Delta\theta_{\text{eau}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{eau}} = \dots$	$\Delta\theta_{\text{alu}} = \theta_{\text{fin}} - \theta_{\text{alu}} = \dots$
Masses des corps	$m_{\text{eau}} = 400 \text{ g}$	$m_{\text{alu}} = \dots$
Capacités thermiques ( $\text{J.kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	$c_{\text{Eau}} = \dots$	
Variation d'énergie interne (Joule)	$\Delta U_{\text{eau}} = \dots$	$\Delta U_{\text{alu}} = \dots$
Capacités thermiques ( $\text{J.kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ )		$c_{\text{alu}} = \dots$

#### 4. Exploitation des expériences

- 4.1 En comparant les variations de températures : quelle substance (fer ou alu) accumule le plus d'énergie ?
- 4.2 Comparer vos résultats de capacités thermiques massiques avec celles du tableau annexe - Faire un calcul d'erreur relative (cf TP01)
- 4.3 En comparant les capacités thermiques massiques du fer et de l'aluminium expliquer pourquoi l'aluminium accumule mieux l'énergie que le fer
- 4.4 En utilisant le tableau des capacités thermique expliquer quel serait le meilleur matériau pour fabriquer un mur à accumulation d'énergie thermique.

## 5. Application au calcul de la température d'un mélange

On souhaite obtenir un bain d'eau à la température de 37,5° C à partir de 300 mL d'eau froide (20 °C à contrôler)

5-1 Calculer le volume d'eau chaude à 63°C (du chauffe-eau) nécessaire

5-2 Verser 300 mL d'eau froide dans le calorimètre

5-3 Prélever à la bouilloire le volume d'eau chaude calculé et le placer dans le bécher (sec) avec le thermomètre électronique et attendre que l'eau soit à la température de 63 °C.

5-4 Verser ce volume d'eau chaude dans l'eau froide du calorimètre puis attendre l'équilibre thermique.

5-5 Comparer la température d'équilibre réelle du mélange avec la valeur théorique, conclusion ?

Matériau de construction	Capacité thermique massique (J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	Substances A température ambiante	Capacité thermique massique (J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )
Cuivre pur	386	Air sec	1005
Aluminium (duralumin)	881	Azote	1042
Acier	470	diamant	502
Granite	820	Eau solide (0°C)	2060
Grès	710	Eau liquide	4186
Béton	880	Eau gaz	1850
Roches calcaires	900	Ethanol	2460
Verre (à vitres)	830	Fer	444
Plâtre	830	Graphite	720
Brique	840	hélium	3160
terre	830 a 1000	hydrogène	14300
Bois (chêne, pin, contreplaqué...)	2390 - 2700	lithium	3582
Laine de verre	670	Or	129
Zinc	380	Oxygène	920