

## PTSI. TP de thermodynamique n°2. Détermination de capacité thermique de solide

Le but de ce TP est de déterminer la capacité thermique massique d'un métal.

### I. Principe :

#### 1) Théorie

Pour déterminer la capacité thermique massique  $c$  d'un matériau solide, on utilise un ensemble calorimètre et accessoires (thermomètre, vase, agitateur) et on réalise les opérations suivantes (méthode dite « des mélanges ») :

a) On verse une masse  $M$  d'eau dans le vase calorimétrique. Après agitation, la température est uniforme et ne varie plus dans le temps, on lit sur le thermomètre la mesure  $\theta_1$ .

b) On immerge le corps ( $m, c$ ) de température  $\theta_2 > \theta_1$ . Lorsque l'équilibre thermique est réalisé (penser à agiter !), on lit la mesure  $\theta_3$ , comprise entre  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .

Montrer que le premier principe donne la relation :

$$(M.c_e + K).(\theta_3 - \theta_1) = m.c.(\theta_2 - \theta_3)$$

où  $c_e$  est la capacité massique de l'eau liquide et  $K$  la capacité thermique du calorimètre et accessoires.

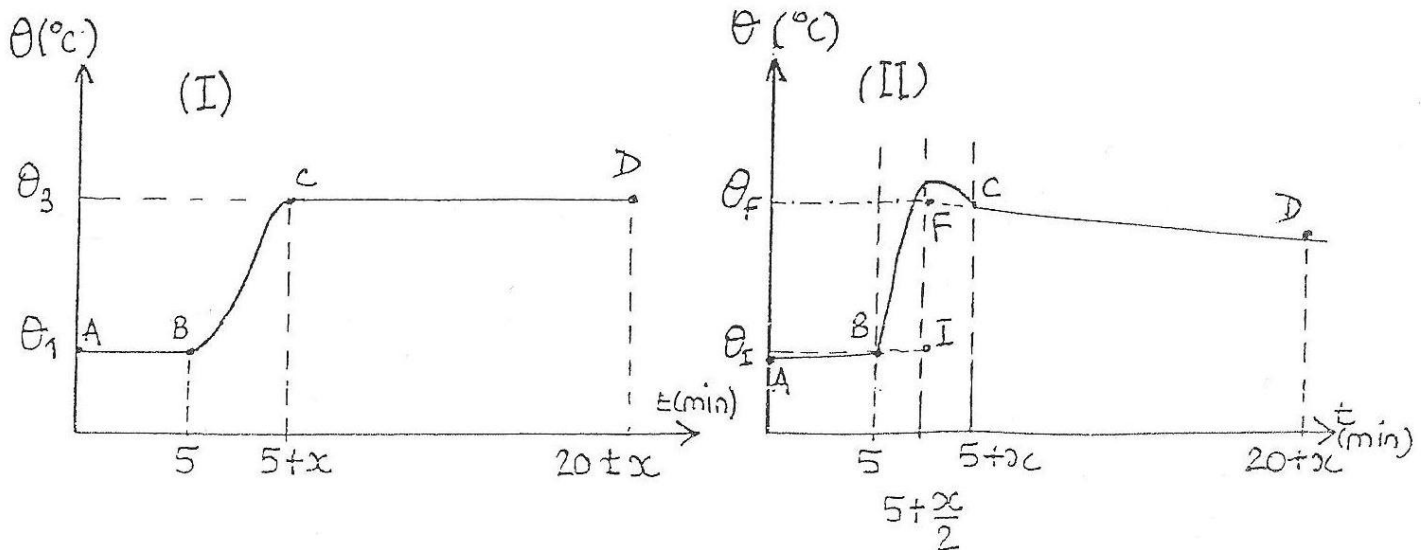
c) On réalise deux expériences identiques :

- la première avec un solide ( $m, c$ ) de capacité thermique massique connue (on prendra le cylindre de cuivre, dont la capacité thermique massique est  $c = 397,727 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ )
- la seconde avec le solide dont on veut mesurer la capacité thermique massique  $c'$ .

En faisant le rapport des équations obtenues à partir du premier principe, on élimine l'inconnue  $K$  (et  $M.c_e$  également). Donner l'expression de  $c'$  en fonction de  $c, m, m', \theta_1, \theta_1', \theta_2, \theta_2', \theta_3, \theta_3'$ .

#### 2) Cas pratique

Le calorimètre étant imparfait, des échanges thermiques ont lieu entre le calorimètre et l'atmosphère. Si l'on représente la température  $\theta$  en fonction du temps, on peut comparer la courbe théorique (I) (calorimètre idéal) avec la courbe expérimentale (II) (calorimètre réel).



Les parties AB et CD sont sensiblement rectilignes : dans les conditions expérimentales du TP, la partie AB est très proche de la courbe idéale (segment de droite parallèle à l'axe des temps, d'ordonnée  $\theta_1$ ), mais pas la partie CD.

On a établi empiriquement la correction : les températures  $\theta_1$  et  $\theta_3$  sont les ordonnées des points I et F, obtenus graphiquement par intersection des droites AB et CD avec la droite verticale à l'instant  $t = 5 + x/2$ .

On a donc  $\theta_3 - \theta_1 = \theta_F - \theta_I$ .

## II Manipulation :

1) Verser une masse d'eau  $M = 250 \text{ mL}$  dans le vase du calorimètre (mesurée à l'éprouvette graduée). Relever  $\theta(t)$  toutes les minutes pendant 5 minutes, à l'aide du thermocouple (voltmètre sur le calibre température). Pendant ce temps, porter le cylindre de cuivre à la température  $\theta_2$  lue sur le thermomètre (dans la cuve d'eau chauffée avec la résistance chauffante).

Remarque : Pour vérifier la valeur de la température  $\theta_2$ , plonger le thermocouple dans la cuve d'eau chauffée et comparer à la valeur lue sur le thermomètre.

2) Introduire rapidement le cylindre de cuivre dans le calorimètre, et continuer à relever  $\theta(t)$  toutes les minutes, tout en agitant, pendant encore 15 minutes.

3) Reprendre exactement les mêmes phases avec le cylindre d'aluminium, après avoir rincé le vase du calorimètre à l'eau froide.

4) Déterminer précisément la masse des solides.

## III Résultats

Tracer les deux courbes, en déduire les températures  $\theta_1$ ,  $\theta_3$ ,  $\theta_1'$ ,  $\theta_3'$  et calculer la valeur de  $c'$ . Evaluer la précision de la mesure.