TP : Détermination de la capacité calorifique massique de quelques matériaux

Le compte rendu du TP sera rendu sur feuille.

1. **But du TP**

Afin de quantifier la quantité d’énergie thermique nécessaire pour élever de 1°C la température d’une masse unitaire d’un matériau donné, on définit une grandeur caractéristique du matériau appelée capacité calorifique massique.

Nous allons déterminer expérimentalement dans ce TP la capacité calorifique massique de 3 substances : l’eau, le duralumin (alliage d’aluminium) et un acier donné.

Vous devrez décrire et analyser les manipulations nécessaires à ces mesures, et comparer les résultats obtenus afin de comparer les propriétés thermiques de ces trois matériaux.

1. **Principe et analyse du problème**

*Question 1 :* Donner la définition de la capacité calorifique massique d’un matériau à travers une phrase et une relation mathématique. Par une analyse dimensionnelle, en déduire l’unité de la capacité calorifique massique.

Un échantillon de matériau ne possède pas toujours une masse unitaire. On définit la capacité calorifique du matériau par le produit de la masse de l’échantillon et de la capacité calorifique massique.

*Question 2 :* En déduire la relation donnant la capacité calorifique d’un échantillon ainsi que l’unité utilisée. Quel est l’intérêt de distinguer les deux grandeurs précédentes ?

1. **Manipulation**
   1. Capacité calorifique massique de l’eau

On réalise le montage suivant :

Dans un calorimètre, on place 150 mL d’eau à température ambiante. Dans ce calorimètre plonge une résistance chauffante alimentée sous 6 V continu, ainsi qu’un thermomètre digital. Il conviendra de mesurer en permanence la tension appliquée aux bornes de la résistance ainsi que l’intensité du courant qui la parcourt. On dispose par ailleurs d’un chronomètre.

*Question 3 :* Donner un schéma de l’installation.

*Question 4 :* Décrire le calorimètre. A quoi sert la mousse de polystyrène l’entourant ?

*Question 5 :* Effectuer une analyse énergétique de la manipulation (chaîne énergétique). Que devient l’énergie électrique absorbée par la résistance ? Que peut-on dire de l’énergie cédée à l’extérieure ?

On souhaite augmenter la température du dispositif d’une dizaine de degré Celsius ainsi que mesurer le temps de chauffe.

*Question 6 :* Indiquer, en le justifiant, le protocole expérimental.

*Question 7 :* Réaliser la manipulation en agitant régulièrement, mais faiblement. Relever le temps de chauffe ainsi que les températures initiale et finale. Donner les valeurs des tensions et courants aux bornes de la résistance.

*Question 8 :* Calculer l’énergie électrique fournie à la résistance chauffante. En déduire l’énergie thermique fournie au calorimètre.

*Question 9 :* Calculer la masse d’eau mise en jeu. Déduire de l’expérience la valeur de la capacité calorifique de l’échantillon, puis la valeur de la capacité calorifique massique de l’eau. Comparer avec la valeur théorique *cm(eau) = 4180 J.kg-1.°C-1*. Conclure sur la qualité de la manipulation effectuée.

* 1. Capacités calorifiques massiques de l’aluminium et d’un acier.

Le protocole expérimental précédent est modifié :

L’échantillon de matériau est porté à environ 40°C dans un récipient d’eau. Il est extrait rapidement du bain et placé dans le calorimètre contenant 150 mL d’eau froide. La résistance chauffante n’est plus alimentée. On agitera régulièrement, mais faiblement, jusqu’à atteindre la température d’équilibre.

Remarque : on pourra avantageusement placer les résultats numériques dans un tableau.

*Question 10 :* Donner la valeur de la température initiale de l’eau, de l’échantillon de métal ainsi que la température finale à l’équilibre thermique.

*Question 11 :* Comment évolue la température de l’échantillon de métal ? Comment évolue la température de l’eau ? Comment évolue la chaleur stockée dans l’échantillon de métal ? Comment évolue la chaleur stockée dans l’eau.

*Question 12 :* Que ce passe-t-il à l’équilibre thermique d’un point de vu énergétique ? Ecrire l’équation correspondante. En déduire la capacité calorifique massique du métal.

*Question 13 :* Comparer avec les valeurs théoriques :

*cm(duralumin) = 945 J.kg-1.°C-1; cm(acier) = 470 J.kg-1.°C-1*.

Conclure sur la qualité de la manipulation effectuée.

1. **Conclusions**

*Question 14 :* Comparer les valeurs des capacités calorifiques massiques des trois « matériaux » considérés.

*Question 15 :* La densité de l’eau vaut 1, celle de l’aluminium 2,7, celle de l’acier 7,8. Que peut-on dire de la capacité calorifique d’un même volume pour les 3 « matériaux » précédents. En déduire pourquoi dans un four chaud, s’il est possible de toucher sans problème une feuille d’aluminium, on se brule au contact de la grille ou d’un oignon.