

TP N°3

Détermination de la chaleur spécifique d'un échantillon métallique

Définitions

Calorimétrie :

La calorimétrie est une opération permettant de mesurer les quantités de chaleurs échangées au cours de transformations subies par le système, ainsi que la détermination des capacités calorifiques.

Calorimètre : Le calorimètre est un récipient adiabatique utilisé dans les différentes opérations de calorimétrie.

Valeur en eau du calorimètre : En calorimétrie, la valeur en eau du calorimètre, est la masse d'eau fictive μ qui a la même capacité calorifique que le calorimètre.

$$m_{\text{calorimètre}} \cdot C_{\text{calorimètre}} = \mu \cdot C_{\text{eau}}$$

La valeur en eau du calorimètre est une caractéristique du calorimètre, elle doit être déterminée expérimentalement et sera utilisée pour l'ensemble des manipulations.

$$C_{\text{eau}} = 4185 \text{ J/Kg/K}$$

Description du calorimètre adiabatique :

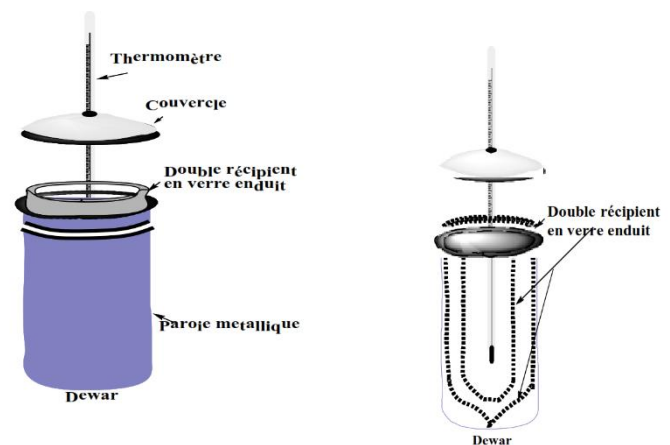
Un calorimètre adiabatique (ex : type Berthelot) est constitué de :

1 Vase en matériaux isolants (ex : vase Dewar*) 2 Thermomètre 3 Agitateur

* **Vase Dewar :** Le vase se compose de deux récipients imbriqués dont les parois isolantes sont en verre, séparées par du vide.

Le quasi-vide empêche tout transfert de chaleur par conduction et convection.

La surface intérieure du récipient externe et la surface externe du récipient intérieur, ont un enduit réfléchissant métallique pour empêcher la chaleur d'être transmise par radiation. De l'argent est le plus souvent employé à cette fin.



Principe

On introduit dans le calorimètre une masse d'eau m_1 à la température ambiante T_1 qui est la même température du calorimètre.

On lui ajoute l'échantillon de masse m_2 et de température T_2 , on attend l'équilibre et la température finale.

On applique le premier principe de la thermodynamique au système :

$$\{\text{Calorimètre} + \text{Masse d'eau} + \text{Echantillon}\}$$

Le calorimètre est un système adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur) $\Rightarrow Q_{\text{total}} = 0$.

$$Q_{\text{calorimètre}} + Q_{\text{eau}} + Q_{\text{échantillon}} = 0$$

Avec

$$Q_{\text{calorimètre}} = \mu \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{eau}} = m_1 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{échantillon}} = m_2 \cdot C_{\text{échantillon}} \cdot (T_F - T_2)$$

Mode opératoire

Introduire dans le calorimètre une masse d'eau $m_1 = 180$ g environ à la température ambiante T_1 . Le calorimètre est lui-même à la température T_1 . Mesurer la température à intervalles de temps régulières.

- Plonger une pièce métallique de masse m_2 (à déterminer en utilisant la balance) dans de l'eau portée à ébullition, et la maintenir suspendue à l'aide d'une pince ou une tenaille pendant au moins 5 minutes, pour acquérir une température de 100°C . Éviter le contact échantillon métallique avec la plaque chauffante.
- Introduire la pièce métallique chauffée à 100°C dans le calorimètre.
- Agiter le mélange, et prendre la température à intervalles régulières. Reporter dans le tableau le résultat des mesures.

But de la deuxième manipulation :

.....

Masse de l'eau Valeur en eau du calorimètre Masse de la pièce métallique

$m_{\text{eau}} = m_1 =$

$\mu =$

$m_{\text{méta}} = m_2 =$

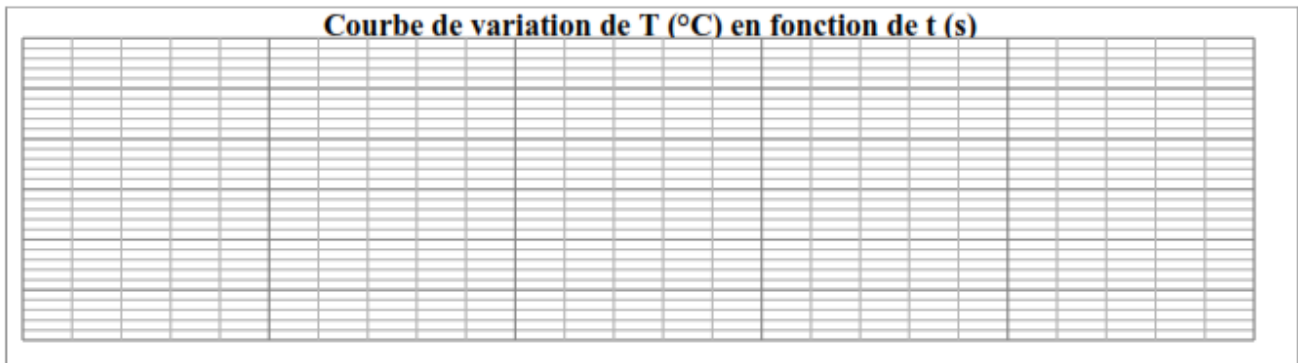
Bilan calorimétrique (équation)

Ecrire l'équation bilan après avoir cité la contribution calorifique de chaque constituant

.....

Tableau-1 : Variation de la température en fonction du temps.

t (s)														
T (°C)														



Température calorimètre + eau $T_c = T_e =$ Température de la pièce métallique $T_m =$

Température finale T_F (graphique) =

Ecrire l'expression analytique de $C_{\text{métal}}$ (Capacité calorifique de la pièce métallique) :

.....

A partir de la mesure de T_F , déterminer la valeur de la capacité calorifique massique du métal $C_{\text{métal}}$ (en J/Kg/°K).

.....

PRACTICAL EXERCISE 3

Determining the specific heat of a metal sample

Definitions

Calorimetry : Calorimetry is an operation used to measure the quantities of heat exchanged during transformations undergone by a system, as well as the determination of heat capacities.

Calorimeter: The calorimeter is an adiabatic vessel used in various calorimetry operations.

Calorimeter water value: In calorimetry the calorimeter water value is the fictitious mass of water μ that has the same heat capacity as the calorimeter.

$$m_{\text{calorimeter}} \cdot C_{\text{calorimeter}} = \mu \cdot C_{\text{eau}}$$

The water value of the calorimeter is a characteristic of the calorimeter, it must be determined experimentally and will be used for all manipulations.

$$C_{\text{eau}} = 4185 \text{ J/Kg/K}$$

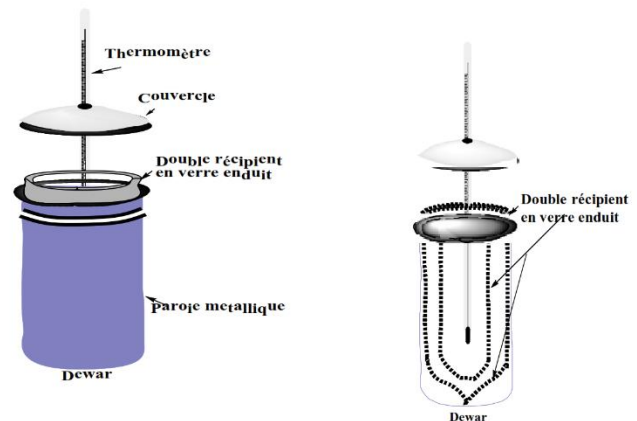
Description of the adiabatic calorimeter : An adiabatic calorimeter (e.g. Berthelot type) consists of :

- 1 Vase made of insulating material (e.g. Dewar* vase)
- 2 Thermometer
- 3 Stirrer

* **Dewar vase :** The vase consists of two nested vessels with glass insulating walls, separated by a vacuum.

The near-vacuum prevents heat transfer by conduction and convection.

The inner surface of the outer vessel and the outer surface of the inner vessel have a reflective metallic coating to prevent heat being transferred by radiation. Silver is most often used for this purpose.



Principle

A mass of water m_1 is introduced into the calorimeter at room temperature T_1 , the same temperature as the calorimeter.

Add a sample of mass m_2 and temperature T_2 , and wait for equilibrium and the final temperature.

We apply the first principle of thermodynamics to the system:

(Calorimeter + Mass of water + Sample)

The calorimeter is an adiabatic system (no heat exchange with the outside) $Q_{\text{total}} = 0$.

$$Q_{\text{calorimeter}} + Q_{\text{water}} + Q_{\text{sample}} = 0$$

With

$$Q_{\text{calorimeter}} = \mu \cdot C_{\text{eau}} (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{water}} = m_1 C_{\text{eau}} (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{sample}} = m_2 \cdot C_{\text{sample}} (T_F - T_2)$$

Procedure

Introduce a mass of water $m_1=180$ g approximately at room temperature T_1 into the calorimeter. The calorimeter itself is at temperature T_1 . Measure temperature at regular intervals.

- Immerse a piece of metal of mass m_2 (to be determined using the balance) in boiling water, and hold it suspended using tongs or pliers for at least 5 minutes, to acquire a temperature of 100°C . Avoid contact of the metal sample with the hot plate.
- Introduce the metal sample, heated to 100°C , into the calorimeter.
- Shake the mixture and take the temperature at regular intervals. Record measurement results in the table.

Purpose of the second manipulation:

.....

Mass of water

Value of water in calorimeter

Mass of metal part

$m_{\text{water}} = m_1 =$

$\mu =$

$m_{\text{metal}} = m_2 =$

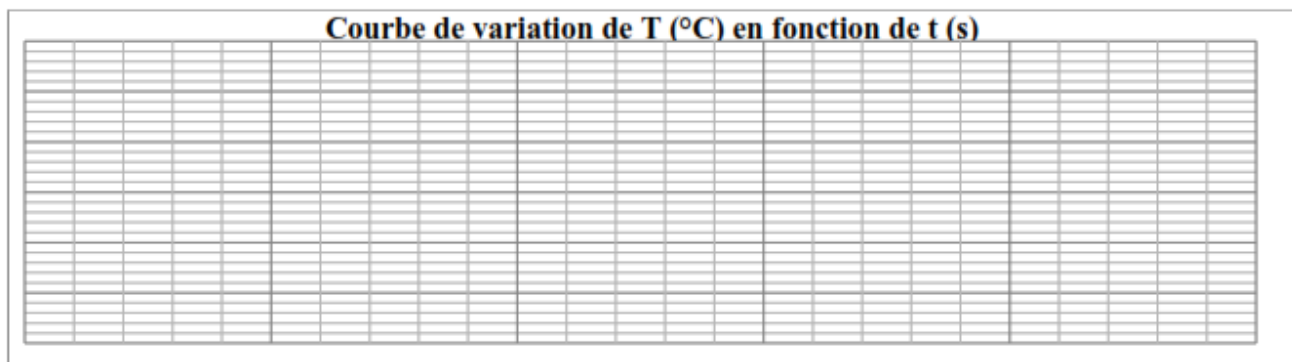
Calorimetric balance (equation)

Write the balance equation after quoting the calorific contribution of each component

.....

Table-1: Temperature variation as a function of time.

t (s)														
T (°C)														



Temperature of calorimeter + water $T_c = T_e =$

Temperature of metal part $T_m =$

Final temperature T_F (graph) =

Write down the analytical expression for C_{metal} (Heat capacity of the metal part):

.....

From the T_F measurement, determine the value of the metal's mass heat capacity C_{metal} (in $J/Kg/^\circ K$)

.....

