

TP n°2 CALORIMETRIE 1 (THERMODYNAMIQUE)

Objectifs du TP n°1

Ce TP comporte deux manipulations, soient :

1. Détermination de la valeur en eau du calorimètre.
2. 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 subis 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.

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

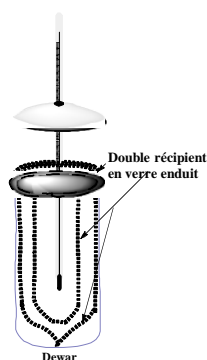
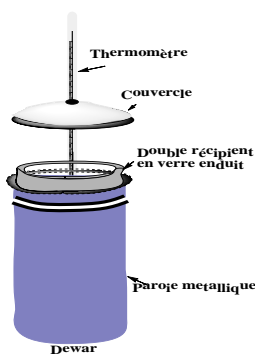
La valeur en eau du calorimètre est une caractéristique du calorimètre, elle doit être déterminée expérimentalement et sera utilisée pour l'ensemble des manipulations.

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

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.

Première manipulation : Détermination de la valeur en eau μ du calorimètre.

Principe

Le calorimètre est un système adiabatique (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur) $\Rightarrow Q = 0$.

On met une masse m_1 d'eau à la température T_1 , on ajoute une autre quantité m_2 d'eau à une température T_2 . De la chaleur va passer de l'eau chaude vers l'eau froide et vers le calorimètre. L'équilibre s'établit, on enregistre la température finale T_F .

En vertu du premier principe de la thermodynamique

$$Q_{\text{calorimètre}} + Q_{\text{eau}(1)} + Q_{\text{eau}(2)} = 0$$

Soit

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

$$Q_{\text{eau}(1)} = m_1 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_1)$$

$$Q_{\text{eau}(2)} = m_2 \cdot C_{\text{eau}} \cdot (T_F - T_2)$$

Premier mode opératoire

- Introduire dans le calorimètre une masse d'eau $m_1 = 80$ g (environ) à la température ambiante T_1 . Le calorimètre est lui-même à la température T_1 . Mesurer cette température, pendant deux minutes, en prenant la température chaque 30 secondes (4 valeurs successives).
- Ajouter une seconde masse d'eau $m_2 = 60$ g préalablement portée à la température $T_2 = 65^\circ\text{C}$.
- Agiter le mélange et prendre la température à intervalle régulier (toutes les 30 secondes) attendre que le système soit à l'équilibre thermique (3 à 4 valeurs de température constantes). Reporter les valeurs dans un tableau. Tracer la courbe de variation de la température en fonction du temps.

Deuxième manipulation:

Détermination de la chaleur spécifique d'un échantillon métallique

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

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

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

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

Deuxième 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 n°2 le résultat des mesures.

Compte rendu du TP n°2

Nom. Prénom. groupe_ sous groupe.

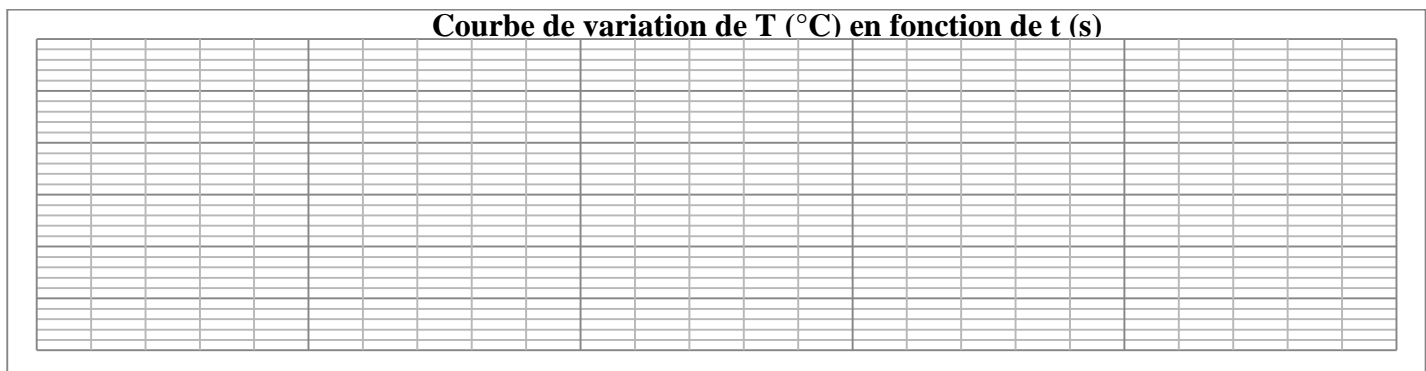
But de la manipulation n°1

Quantités de chaleurs mises en jeu:

Equation bilan détaillée du premier principe:

Tableau-1 : première manipulation, variation de la température en fonction du temps.

t (s)														
T (°C)														



Expression littérale de μ .

Température initiale : $T_{\text{calorimètre}} =$ Température de l'eau chaude: $T_{\text{ch}} =$

Température finale : T_F (graphique) =

Masse de l'eau froide $m_1 =$ Masse de l'eau chaude $m_2 =$

Valeur en eau μ du calorimètre (en kg)

But de la deuxième manipulation :

.....

Masse de l'eau

Valeur en eau du calorimètre

Masse de la pièce métallique

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

$$\mu =$$

$$m_{\text{métal}} = m_2 =$$

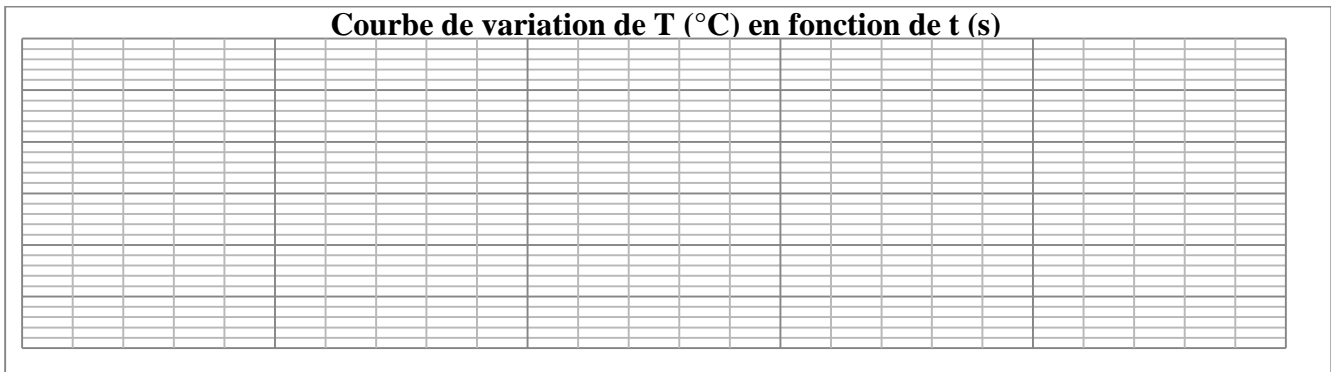
Bilan calorimétrique (équation)

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

.....

Tableau-2 : deuxième manipulation, 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

$$T_F \text{ (graphique)} =$$

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).

.....
