

Université ZIANE ACHOUR de DJELFA

Faculté: Sciences Exacte et Informatique

Module: TP Thermodynamique

Département: Physique

TP: N° 01

Niveau: 2^{ème} Année LMD

NOM et PRENOM :

MATRICULE :

GROUPE N° :

SOUS-GROUPE :

Calorimétrie : Détermination de la capacité calorifique du calorimètre et la chaleur Spécifique (massique) d'un métal

Partie théorique :

D'après le premier principe de la thermodynamique :

$$dU = dW + dQ.$$

$$\text{Et : } dW = -PdV.$$

$$\text{Donc : } dU = -PdV + dQ.$$

- Si la transformation isochore : $dV = 0 \implies dU = dQ$

$$\implies \boxed{\Delta U = Q_v = \int m \cdot c_v \cdot dT}$$

$$\text{On a : } H = U + PV \implies dH = dU + PdV + VdP \implies dH = dQ + VdP.$$

- Si la transformation isobare, $dP = 0 \implies \boxed{\Delta H = Q_p = \int m \cdot c_p \cdot dT}$

1. Chaleur sensible :

Est la quantité de chaleur nécessaire pour modifier la température d'une matière. $Q = \int m \cdot c \cdot dT$

A. La chaleur spécifique:

Définition: La chaleur spécifique (massique) d'une substance, désignée par la lettre « c », elle est la quantité de chaleur qu'un gramme d'une substance doit absorber (dégager) pour que sa température s'élève (diminuer) d'un degré Celsius. Il peut donc être défini :

- Une chaleur spécifique molaire (J/mol. °K) $\implies Q = \int n \cdot c \cdot dT = n \cdot c \cdot (T_f - T_i) \rightarrow c = Q / n \cdot (T_f - T_i)$
- Une chaleur spécifique massique (J/kg. °K) $\implies Q = \int m \cdot c \cdot dT = m \cdot c \cdot (T_f - T_i) \rightarrow c = Q / m \cdot (T_f - T_i)$

Où

- Q : représente la quantité d'énergie transférée en joules (J).
- m : représente la masse de la substance en grammes (kg).
- n : représente le nombre de mole de la substance (mole).
- c : représente la capacité thermique de la substance en J/ (kg·°k). Ou bien : J/ (mole·°k).
- ΔT : représente la variation de température (T_{finale} - T_{initiale}) en °k.

B. La capacité thermique (calorifique)

Définition: La capacité thermique (anciennement capacité calorifique) d'un corps est une grandeur qui mesure l'énergie qu'il faut lui transférer pour augmenter sa température d'un kelvin. Inversement, elle permet de quantifier la possibilité qu'a ce corps d'absorber ou de restituer de l'énergie par échange thermique au cours d'une transformation pendant laquelle sa température varie. Elle s'exprime en joules par kelvin (J/K). $Q = C \cdot (T_f - T_i) \rightarrow C = Q / (T_f - T_i)$.

Un calorimètre :

Est un récipient formé de parois quasi-adiabatiques, destiné à mesurer les échanges de chaleur (calor = chaleur / mètre = mesure). Cet échange peut se produire entre plusieurs corps et aussi mettre en jeu des changements d'états. Le calorimètre constitue un système thermodynamique isolé, ce qui implique qu'il n'y a pas d'échange de matière et d'énergie (travail ou chaleur) avec l'extérieur. Le calorimètre participe aux échanges de chaleur avec les corps qu'il contient. Il est caractérisé par sa capacité calorifique C_{cal} (exprimée en J/K). Et de température ΔT , la chaleur qu'il reçoit/qu'il fournit vaut:

$$Q = C_{cal} \cdot \Delta T \quad \text{Avec : } C_{cal} = \mu c_e$$

c_e La chaleur spécifique (massique) de l'eau liquide, soit **4180 J.K⁻¹.kg⁻¹**

μ La masse équivalente en eau du calorimètre et ces accessoires (la valeur en eau) (kg).

Théorie de calorimètre

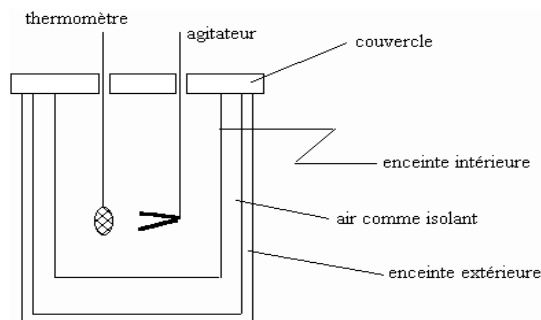
Dans un calorimètre de capacité thermique C , on introduit une masse m_1 d'un liquide de chaleur spécifique (massique) c_1 , ayant une température initiale T_1 (après quelque temps, la température initiale du calorimètre et ces accessoires est donc aussi égale à T_1).

On ajoute un corps de masse m_2 , ayant une température initiale $T_2 > T_1$. Sa chaleur spécifique (massique) c_2 est inconnue. Après peu de temps, la température d'équilibre du mélange (calorimètre + liquide + corps inconnu) mesurée vaut T_E .

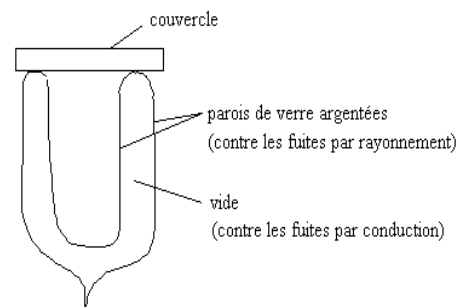
- Chaleur reçue par le calorimètre: $Q_0 = C_{cal} \cdot \Delta T_0 = \mu \cdot c_e \cdot (T_E - T_1)$
- Chaleur reçue par le liquide: $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (T_E - T_1)$
- Chaleur cédée par le corps inconnu: $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_E - T_2)$

Comme les parois du calorimètre sont adiabatiques, aucune chaleur n'est échangée avec l'extérieur et on a une conservation de la chaleur à l'intérieur du système, c'est-à-dire: $\sum Q_i = 0$

Le calorimètre de Berthelot et le vase de Dewar sont des exemples de calorimètres quasi adiabatiques.



Calorimètre de Berthelot



Le vase Dewar

Partie expérimentale :

Matériels et produits :

- Un calorimètre
- Un thermomètre
- Erlenmeyer, une éprouvette graduée et Bécher.
- Une bouilloire ou une plaque électrique
- Des morceaux de métal (cuivre, aluminium, fer...). des quantités de liquide : l'eau.
- Balance.

Manipulation 01 : Détermination de la capacité calorifique du calorimètre :

- Prendre $m_{\text{eau}} = m_1 = \dots \text{g}$ d'eau à l'aide de l'éprouvette graduée.
- Mettre $m_1 = \dots \text{g}$ d'eau dans le vase calorimétrique. Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant **15 s**, puis lire la température (T_1) sur le thermomètre. c'est la température initiale de l'eau et du calorimètre.
- Noter la température initiale de l'eau et du calorimètre T_1 :

$$T_1 = \quad \text{K}$$

- Exprimer la quantité de chaleur Q_0 reçue par le calorimètre et ces accessoires à température T_1

$$Q_0 =$$

- Exprimer la quantité de chaleur Q_1 reçue par l'eau à température T_1 :

$$Q_1 =$$

- Prendre $m_{\text{eau}} = m_2 = \dots \text{g}$ d'eau à l'aide de l'éprouvette graduée. Mettre cette quantité dans un erlenmayer.
- Chauffer l'erlenmayer à laide d'une bouilloire ou une plaque électrique, puis mesurer la température de l'eau chaude T_2 entre 30° et 40° .

$$T_2 = \quad \text{K}$$

- verser rapidement l'eau chaude dans le calorimètre pour éviter le refroidissement de l'eau.
- Exprimer la quantité de chaleur Q_2 reçue par l'eau chaude :

$$Q_2 =$$

- Agiter bien le mélange puis noter la température d'équilibre.

$$T_E = \quad \text{K}$$

- Le calorimètre étant supposé idéal, en déduire l'expression de la capacité calorifique du calorimètre

.....
.....
.....
.....
.....

$$C_{\text{cal}} =$$

- Déduire l'expression de la valeur en eau du calorimètre μ après calculer la valeur de μ :

- La masse équivalente en eau du calorimètre (kg) :

$$\mu =$$

Manipulation 01 : Détermination de la chaleur spécifique (massique) d'un métal:

- Prendre $m_{\text{eau}} = m_1 = \dots \text{g}$ d'eau à l'aide de l'éprouvette graduée.
- Mettre $m_1 = \dots \text{g}$ d'eau dans le vase calorimétrique. Mettre en place le thermomètre, bien agiter pendant 15 s, puis lire la température (T_1) sur le thermomètre. c'est la température initiale de l'eau et du calorimètre.
- Noter la température initiale de l'eau et du calorimètre T_1 :

$$T_1 = \quad \text{K}$$

- Exprimer la quantité de chaleur Q_0 reçue par le calorimètre et ces accessoires à température T_1

$$Q_0 =$$

- Exprimer la quantité de chaleur Q_1 reçue par l'eau à température T_1 :

$$Q_1 =$$

- Choisir un morceau de métal (cuivre, aluminium, fer....) et déterminer sa masse $m_2 = \dots \text{g}$. Le porter à la température en le mettant dans l'eau bouillante de l'erenmayer T_2 (attendre suffisamment longtemps).

$$T_2 = \quad \text{K}$$

- Exprimer la quantité de chaleur Q_2 reçue par le morceau de métal :

$$Q_2 =$$

- Introduire rapidement ce morceau du métal dans l'eau du calorimètre
- Agiter et observer l'élévation de température de l'eau du calorimètre et noter la température d'équilibre T_E

$$T_E = \quad \text{K}$$

- Le calorimètre étant supposé idéal, en déduire l'expression de la chaleur massique du métal $C_2 = C_{\text{métal}}$ en fonction de T_E, T_1, T_2, m_1, μ et la masse de métal m_2

.....

$$C_2 = C_{\text{métal}} =$$

- Calculer $C_2 = C_{\text{métal}}$:

$$C_{\text{métal}} =$$

- A partir des valeurs de chaleur massique des métaux ci-dessous, déterminer la nature de la substance étudiée :

métal	fer	aluminium	acier	cuivre
Chaleur massique J /Kg .°C	460	880	469	400