

Thème : Effectuer des bilans d'énergie sur un système
 TP C26 Partie 1 : Le premier principe de la thermodynamique
 TP collaboratif - (version élèves)

B. O. Effectuer l'étude énergétique d'un système thermodynamique.

Objectif : Réaliser une étude énergétique en établissant un bilan thermique dans le cas d'un métal chaud plongé dans l'eau.

Deux expériences seront réalisées par des groupes d'élèves différents.

Les résultats seront mis en commun par les quatre groupes afin de rédiger une synthèse sur les transferts thermiques mis en jeu lors du mélange d'un métal chaud dans de l'eau contenue dans un calorimètre.

Q_1 est l'énergie thermique perdu par le métal vers l'eau.

Q_2 est l'énergie thermique reçue par l'eau à partir du métal

Q_3 est l'énergie thermique absorbée par le calorimètre.

On considérera que $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

L'équation calorimétrique tenant compte de tous les échanges thermiques de cette expérience s'écrit :

$$m_a \cdot c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_a) + m_b \cdot c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_b) + C (\theta_f - \theta_a) = 0 \text{ pour un système adiabatique.}$$

Adiabatique : Se dit d'une transformation au cours de laquelle un système de corps n'échange pas de chaleur avec le milieu environnant ; relatif à une telle transformation.

Expérience 1 : Capacité thermique d'un vase calorimétrique par la méthode des mélanges.

Objectif : Déterminer la capacité thermique C (J.K^{-1}) du calorimètre.

Expérience :

Préparer $m_b = 150$ g d'eau froide dans un bécher.

Attendre 2 min et noter la température de l'eau froide θ_b à l'aide de la sonde de température.

Introduire une masse $m_a = 200$ g d'eau chaude (60°C - 65°C) dans le calorimètre.

Mettre en place la sonde de température et relever la température initiale stabilisée θ_a . Attendre au moins 2 min.

Verser l'eau froide dans le calorimètre et relever la température finale θ_f stabilisée au bout de 2 minutes environ.

Données expérimentales à relever pendant l'expérience :

Masse d'eau froide m_b préparée dans le bécher	$m_b =$
Température initiale de l'eau froide stabilisée dans le bécher	$\theta_b =$
Masse m_a d'eau chaude introduite dans le calorimètre.	$m_a =$
Température initiale "stabilisée" θ_a avant introduction de l'eau froide	$\theta_a =$
Température finale "stabilisée" du système 4 min après ajout de l'eau froide.	$\theta_f =$
Capacité thermique massique de l'eau	$c_{\text{eau}} = 4186 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Questions :

Déterminer la valeur de la capacité thermique du calorimètre avec l'équation calorimétrique :

$$m_a \cdot c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_a) + m_b \cdot c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_b) + C (\theta_f - \theta_a) = 0$$

La valeur de la capacité thermique attendue est généralement comprise entre 20 et 200 J.K^{-1}

Expérience 2 : Capacité thermique massique d'un solide par la méthode des mélanges.

Objectif : Déterminer la capacité thermique massique c_m ($\text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) du métal.

Expérience :

Introduire une $m_e = 500$ g d'eau froide mesurée à l'éprouvette graduée, dans le calorimètre de capacité thermique C déjà mesurée (voir l'expérience 1)

Mettre en place la sonde de température et noter la température initiale stabilisée θ_e de l'eau froide.

Prendre deux plaques de cuivre et les peser sur une balance sa masse m_m . (de masses 60 g environ chacune).

Placer les plaques de cuivre un bécher contenant de l'eau portée à ébullition.

Maintenir le solide dans l'eau bouillante pendant environ 2 minutes. On pourra alors considérer qu'il a atteint la température d'ébullition de l'eau.

S'assurer que la température initiale du calorimètre contenant l'eau froide, est stable.

Introduire rapidement le solide considéré à $\theta_m = 100$ °C dans le calorimètre.

Données expérimentales à relever pendant l'expérience :

Capacité thermique du calorimètre (prendre la moyenne des valeurs déterminées précédemment).	$C =$
Masse d'eau froide m_e initialement présente dans le calorimètre	$m_e =$
Température initiale "stabilisée" de l'eau froide.	$\theta_e =$
Masse du solide que l'on introduira dans le calorimètre.	$m_m =$
Température initiale du solide chauffé (supposée à la température de l'eau bouillante)	$\theta_m = 100$ °C.
Température finale "stabilisée" du système	$\theta_f =$
Capacité thermique massique de l'eau	$c_{\text{eau}} = 4\,186$ $\text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Questions :

- Faire la liste des échanges thermiques mis en jeu dans ce cas et le sens de leurs échanges.
- Calculer la valeur de la capacité thermique massique c_m du métal en utilisant l'équation calorimétrique suivante :

$$m_e \cdot c_{\text{eau}} (\theta_f - \theta_e) + m_m \cdot c_m (\theta_f - \theta_m) + C (\theta_f - \theta_m) = 0$$

La valeur théorique de la capacité thermique massique du cuivre est égale à $c_m = 385$ $\text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

- Valider votre résultat avec le z-score. On prendra pour incertitude-type $\hat{u}_{c_m} = 50$ $\text{J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$
Justifier l'écart observé entre la valeur théorique et la valeur expérimentale.