

Devoir n°5 : calorimétrie et premier principe

Exercice 1: premier principe (4 points)

1- **Enoncez** le premier principe de la thermodynamique.

2- **De quel signe** affecte-t-on une quantité de chaleur:

- reçue par un système ?
- cédée par ce système ?

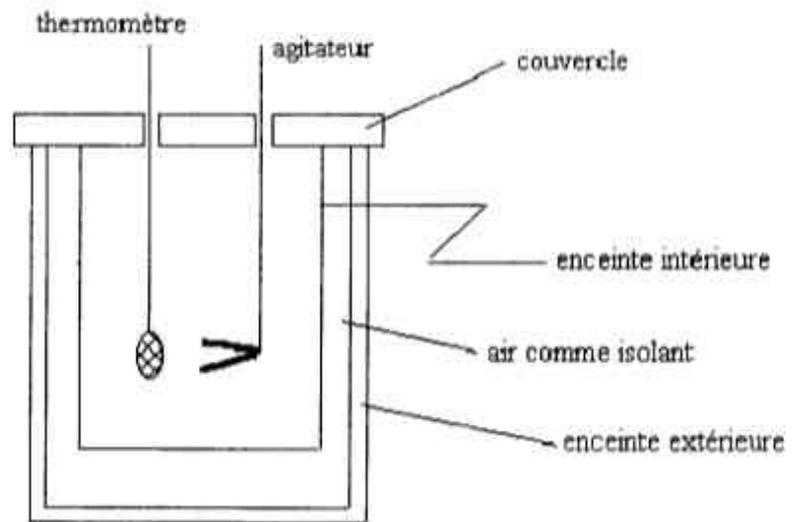
3- **Calculez** la variation d'énergie interne d'un système qui reçoit une quantité de chaleur de 32 J et qui cède à l'extérieur un travail de 20 J.

4- L'énergie interne d'un gaz diminue de 100J. Sachant qu'il a fourni à l'extérieur un travail de 120 J, **a-t-il reçu ou fourni** de la chaleur ? **Calculez** cette quantité de chaleur.

Exercice 2 : Détermination de la capacité thermique du propylène glycol (BTS AVA 2010) (11 points)

L'étude porte sur la mesure effectuée en laboratoire de la capacité thermique du propylène glycol, un additif utilisé dans les liquides de refroidissement en substitution de l'éthylène glycol. Bien que plus coûteux, il présente l'avantage d'être non toxique : il est utilisé également comme additif alimentaire.

Pour mesurer les quantités de chaleur mises en jeu au cours de transformations quelconques, on utilise un calorimètre, enceinte quasi adiabatique.



Les expériences sont réalisées sous pression constante (pression atmosphérique).

1 - Etalonnage du calorimètre

Avant toute mesure, il est indispensable de connaître la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

On mesure cette capacité thermique C dans des conditions aussi proches que possible de l'expérience.

Un conducteur métallique de résistance $R = 40 \Omega$ est immergé dans une masse $m = 200 \text{ g}$ d'eau dont la capacité thermique massique $c = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$. L'ensemble est placé dans un calorimètre de capacité thermique C .

Le conducteur est soumis à la tension continue U et parcouru par le courant d'intensité $I = 0,75 \text{ A}$ pendant l'intervalle de temps $\Delta t = 8 \text{ min}$. On appelle Q_1 la quantité d'énergie thermique cédée par celui-ci.

1.1 On rappelle qu'un conducteur de résistance R , traversée par un courant I , cède par effet Joule une puissance $P = R.I^2$. **Ecrire** la relation liant Q_1 , R , I et Δt .

1.2 Lorsque la température du calorimètre et de son contenu augmente de $\Delta\theta = 12 \text{ }^\circ\text{C}$, l'ensemble reçoit une quantité d'énergie thermique qu'on appellera Q_2 . **Ecrire** la relation liant Q_2 , m , c , C et $\Delta\theta$.

1.3 **Que peut-on dire** des échanges de chaleur entre le calorimètre et l'extérieur lorsque l'enceinte du

calorimètre est adiabatique ? **En déduire** la relation qui lie Q_1 et Q_2 .

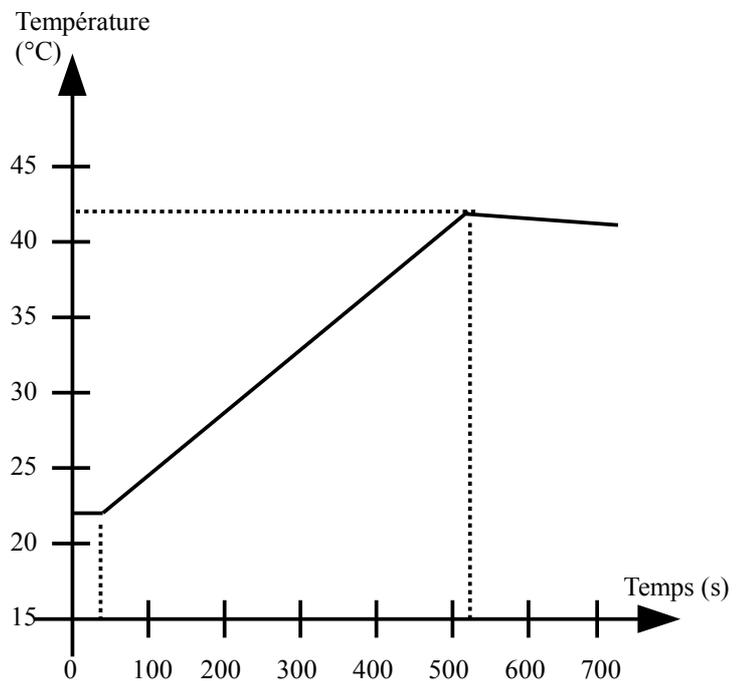
1.4 **Montrer** que la capacité thermique du calorimètre s'exprime par : $C = \frac{R.I^2 \cdot \Delta t}{\Delta \theta} - m.c$

Calculer la valeur de C en précisant son unité.

2 - Mesure de capacité thermique

On remplace la masse d'eau par la même masse de propylène glycol (PG) pur, de capacité thermique c_{PG} et à la température ambiante $\theta_A = 22^\circ\text{C}$.

On déclenche le chauffage au temps $t = 40\text{ s}$ et on le laisse fonctionner pendant 8 min. Le conducteur est soumis à la même tension et parcouru par le même courant que lors de l'étalonnage du calorimètre. On enregistre la température θ en fonction du temps t . On obtient le graphique donné ci-contre.



2.1 **Calculer** la variation de température subie par le propylène glycol pendant la chauffe.

2.2 La courbe comporte trois parties distinctes, **justifier** l'allure de la courbe à partir de $t = 520\text{ s}$.

2.3 Par analogie avec la relation (1) de la question 1.4, **donner** l'expression de c_{PG} .

2.4 En prenant $C = 64\text{ J}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, **calculer** la capacité thermique du propylène glycol.

Le rôle d'un liquide de refroidissement est d'évacuer les calories d'un système qui en produit plus qu'il ne peut en évacuer naturellement.

2.5 **Pourquoi** est-il intéressant que la capacité thermique d'un liquide de refroidissement soit très élevée ?

Exercice 3: coulée d'une masse de zinc (6 points)

On charge un four de puissance $P = 26\text{ kW}$ avec une masse de zinc $m=100\text{ kg}$ à la température $T_0 = 298\text{K}$. La masse de zinc est chauffée depuis T_0 jusqu'à sa température de coulée qui est $T_C = 743\text{K}$. Le zinc a une température de fusion $T_f = 693\text{ K}$.

1- **Définir** la chaleur latente de changement d'état d'un corps pur.

2- **Donner** les expressions littérales des quantités d'énergie calorifique nécessaires aux différentes étapes que vous préciserez et **calculer** ces quantités d'énergie.

3- **En déduire** la quantité d'énergie calorifique nécessaire à la coulée de zinc.

4- **Calculer** la durée nécessaire pour atteindre la température de coulée sachant que l'on néglige toutes les fuites thermiques (le résultat sera exprimé en minutes).

Données:

Capacité thermique massique du zinc solide: $C_{zns} = 417\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Capacité thermique massique du zinc liquide: $C_{znl} = 480\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Chaleur latente de fusion du zinc: $L_f = 102\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.