

**Ch.14. TRANSFERTS MACROSCOPIQUES D'ENERGIE.****EXERCICES CORRIGES p : 370 n°34****p : 370 n°34. Que calor !** **Compétences : Mobiliser ses connaissances; raisonner; faire preuve d'esprit critique.**

La calorimétrie est l'ensemble des techniques de mesure de transferts thermiques. Elle permet de déterminer des énergies de changement d'état et des capacités thermiques. Un calorimètre à vase de Dewar est un récipient métallique muni d'un couvercle et d'un système d'agitation, dans lequel est placé un vase à double paroi dont les parois sont en verre, argentées et séparées par du vide. Ce vase est appelé vase de Dewar.

*On peut considérer que le contenu du vase est thermiquement isolé de l'extérieur.*

Dans le but de déterminer la capacité thermique massique  $c_2$  du cuivre solide, on place dans un calorimètre une masse  $m_1 = 80,1$  g d'eau liquide.

À l'équilibre thermique, la température à l'intérieur du calorimètre est  $T_1 = 16,4$  °C.

Dans une étuve, on chauffe un bloc de cuivre solide de masse  $m_2 = 62,3$  g, sa température est  $T_2 = 75,0$  °C. Très rapidement, on place ce bloc dans l'eau du calorimètre que l'on referme. Quand le nouvel état d'équilibre thermique est atteint, la température à l'intérieur du calorimètre est  $T_f = 20,4$  °C.

- Justifier la phrase du texte en italique.
- Exprimer la variation d'énergie interne du système {cuivre} en fonction des températures.
- Établir le bilan énergétique pour ce système. Quel est le signe des différentes grandeurs qui y apparaissent ?
- En déduire l'expression de la capacité thermique massique  $c_2$  du cuivre et la calculer. On notera  $C_{cal}$  la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires (agitateur, thermomètre, etc.).
- La valeur de  $c_2$  lue dans les tables thermodynamiques est  $0,390$  J . g<sup>-1</sup> . °C<sup>-1</sup>. Identifier toutes les sources d'erreur lors de sa détermination. Comment améliorer le résultat ?

Données : pour l'eau liquide  $c_1 = 4,18$  J . g<sup>-1</sup> . °C<sup>-1</sup>; pour le calorimètre et ses accessoires  $C_{cal} = 8,5$  J . °C<sup>-1</sup>.

**1. Justifier la phrase du texte en italique.**

Les transferts thermiques par conduction et convection sont limités par le vide entre les parois ; le couvercle limite aussi la convection. Le rayonnement est limité grâce aux surfaces argentées réfléchissantes.

**2. Exprimons la variation d'énergie interne du système {cuivre} en fonction des températures.**

La variation d'énergie interne du système {cuivre} s'écrit :  $\Delta U = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_f - T_2)$

Remarque : le bilan devrait être enthalpique et non en énergie interne, l'évolution se fait à pression constante et non à volume constant ; mais pour des phases condensées, il y a en général peu d'écart entre les variations d'énergie interne et celles d'enthalpie du système.

**3. Bilan énergétique pour ce système. Signe des différentes grandeurs qui y apparaissent :**

Ce système n'échange aucun travail ( $W = 0$ ), mais il échange de l'énergie thermique :

- $Q_a$  avec l'eau initialement froide, négative, car cédée par le cuivre (corps chaud) à l'eau (corps froid) ;
- $Q_b$  avec le calorimètre, négative, car cédée par le cuivre (corps chaud) au calorimètre (corps froid).

**4. En déduire l'expression de la capacité thermique massique  $c_2$  du cuivre et la calculer. On notera  $C_{cal}$  la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires (agitateur, thermomètre, etc.).**

D'après ce qui précède, la variation d'énergie interne du cuivre solide est donc :  $\Delta U = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_f - T_2) = Q_a + Q_b$  soit  $m_2 \cdot c_2 \cdot (T_f - T_2) = -m_1 \cdot c_1 \cdot (T_f - T_2) - C_{cal} \cdot (T_f - T_2)$ . Il vient :  $c_2 = - \frac{m_1 \cdot c_1 + C_{cal} \cdot (T_f - T_2)}{m_2 \cdot (T_f - T_2)}$

$$c_2 = - \frac{(80,1 \times 4,19 + 8,5) \times (2,4 - 16,4)}{62,3 \times (20,4 - 75,0)} \quad c_2 \approx 0,404 \text{ J g}^{-1} \text{ °C}.$$

**5. La valeur de  $c_2$  lue dans les tables thermodynamiques est  $0,390$  J . g<sup>-1</sup> . °C<sup>-1</sup>. Identifier toutes les sources d'erreur lors de sa détermination. Comment améliorer le résultat ?**

Les sources d'erreur systématique sont dues à l'opérateur, au calorimètre (isolation thermique non parfaite, incertitude sur la valeur de  $C_{cal}$ ), au thermomètre (mesures de  $T$ ), à la balance (mesures de  $m$ ) et à l'incertitude sur  $c_1$ .

Pour améliorer le résultat, il faut répéter plusieurs fois la mesure (par exemple, tenir compte des mesures de tous les binômes en TP), utiliser des balances et thermomètres de précision, un calorimètre très bien isolé.