

**CLASSE** : Terminale

**EXERCICE 3** : 6 points

**VOIE** :  Générale

**ENSEIGNEMENT** : physique-chimie

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 1h03

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui sans mémoire, « type collègue »

### EXERCICE 3 : Étude d'une bouteille isotherme

#### 1. Constitution de la bouteille isotherme et échanges thermiques

##### Q1.

L'usage des ressorts centraux et du support en caoutchouc vise à minimiser le transfert thermique par conduction.

##### Q2.

Les surfaces intérieure et extérieure du vase interne sont réfléchissantes afin de supprimer le transfert thermique par rayonnement.

##### Q3.

Le gaz a très faible permet de réduire le transfert thermique par convection.

#### 2. Expérience visant à déterminer la capacité thermique du vase interne de la bouteille isotherme

##### Q4.

Premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U_S = Q + W$$

Hypothèse 1 : les transferts thermiques avec le milieu extérieur sont négligés :  $Q = 0$

Hypothèse 2 : les transferts d'énergie sous forme de travail sont également négligés :  $W = 0$

$$\Delta U_S = 0 + 0$$

$$\Delta U_S = 0$$

Ainsi, les deux hypothèses faites permettent d'écrire que le premier principe de la thermodynamique appliqué au système {S} donne :  $\Delta U_S = 0$ .

##### Q5.

$$\Delta U_S = \Delta U_{\text{Vase}} + \Delta U_{\text{Eau froide}} + \Delta U_{\text{Eau chaude}}$$

Or

$$\Delta U_S = 0$$

D'où

$$\Delta U_{\text{Vase}} + \Delta U_{\text{Eau froide}} + \Delta U_{\text{Eau chaude}} = 0$$

Or d'après les données

$$\Delta U_{\text{Vase}} = C_{\text{Vase}} \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}})$$

$$\Delta U_{\text{Eau froide}} = m_{\text{EF}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}})$$

$$\Delta U_{\text{Eau chaude}} = m_{\text{EC}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EC}})$$

D'où

$$C_{\text{Vase}} \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}}) + m_{\text{EF}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}}) + m_{\text{EC}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EC}}) = 0$$

$$C_{\text{Vase}} \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}}) = -m_{\text{EF}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}}) - m_{\text{EC}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EC}})$$

$$C_{\text{Vase}} = \frac{-m_{\text{EF}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}}) - m_{\text{EC}} \cdot c_E \cdot (\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EC}})}{(\theta_{\text{eq}} - \theta_{\text{EF}})}$$

$$C_{Vase} = -\frac{m_{EF} \cdot c_E \cdot (\theta_{eq} - \theta_{EF})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})} - \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{eq} - \theta_{EC})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}$$

$$C_{Vase} = -m_{EF} \cdot c_E + \frac{-m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{eq} - \theta_{EC})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}$$

$$C_{Vase} = -m_{EF} \cdot c_E + \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (-\theta_{eq} - (-\theta_{EC}))}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}$$

$$C_{Vase} = -m_{EF} \cdot c_E + \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (-\theta_{eq} + \theta_{EC})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}$$

$$C_{Vase} = -m_{EF} \cdot c_E + \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{EC} - \theta_{eq})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})}$$

$$C_{Vase} = \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{EC} - \theta_{eq})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})} - m_{EF} \cdot c_E$$

**Q6.**

$$C_{Vase} = \frac{m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{EC} - \theta_{eq})}{(\theta_{eq} - \theta_{EF})} - m_{EF} \cdot c_E$$

$$C_{Vase} = \frac{100 \times 10^{-3} \cdot 4,18 \times 10^3 \cdot (60 - 26)}{(26 - 15)} - 300 \times 10^{-3} \cdot 4,18 \times 10^3$$

$$C_{Vase} = 38 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Q7.**

$$C_{Vase} = m_1 \cdot c$$

$$m_1 \cdot c = C_{Vase}$$

$$c = \frac{C_{Vase}}{m_1}$$

$$c = \frac{38}{100 \times 10^{-3}}$$

$$c = 380 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

La valeur de la capacité massique trouvée est comprise entre celle de l'argent et de l'acier inoxydable.

Matériau	Capacité thermique massique ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )
Argent	235
Acier inoxydable	450
Titane	520
Aluminium	900

Remarque : Le matériaux utilisé est certainement l'acier inoxydable qui est adapté au contact alimentaire et bien moins cher que l'argent. La différence trouvée vient certainement des hypothèses faites.

**Q8.**

$$\Phi_{ext} = \frac{|T_2 - T_1|}{R}$$

$$\Phi_{ext} = \frac{|26 - 19|}{23}$$

$$\Phi_{ext} = 0,30 \text{ W}$$

**Q9.**

$$\Phi_{ext} = \frac{Q_{ext}}{\Delta t}$$

$$\frac{Q_{ext}}{\Delta t} = \Phi_{ext}$$

$$Q_{ext} = \Phi_{ext} \times \Delta t$$

$$Q_{ext} = 0,30 \times 180$$

$$Q_{ext} = 54 \text{ J}$$

**Q10.**

$$\Delta U_{\text{Eau chaude}} = m_{EC} \cdot c_E \cdot (\theta_{eq} - \theta_{EC})$$

$$\Delta U_{\text{Eau chaude}} = 100 \times 10^{-3} \cdot 4,18 \times 10^3 \cdot (26 - 60)$$

$$\Delta U_{\text{Eau chaude}} = -1,4 \times 10^4 \text{ J}$$

$|\Delta U_{\text{Eau chaude}}| \gg Q_{ext}$  : la variation d'énergie interne  $\Delta U_{\text{Eau chaude}}$  est très supérieure à l'énergie  $Q_{ext}$  échangée par le système {S} avec le milieu extérieur.

L'hypothèse 1 : les transferts thermiques avec le milieu extérieur sont négligés est justifiée.