

Correction Activité expérimentale n°18.3 : Étude énergétique d'un chauffe-eau électrique et d'un radiateur en céramique

1-

Les résultats expérimentaux obtenus sont :

	$m_1 = 199 \text{ g}$	$m_2 = 106 \text{ g}$
Température initiale [°C]	$\theta_1 = 19,5 \text{ °C}$	$\theta_2 = 39,5 \text{ °C}$
Température finale [°C]	$\theta_f = 25,8 \text{ °C}$	$\theta_f = 25,8 \text{ °C}$

2-

1. Calcul de l'énergie Q_1 échangée par l'eau froide : $Q_1 = m_1 c_{eau} (\theta_f - \theta_1)$.

$$Q_1 = 199 \times 10^{-3} \times 4185 \times (25,8 - 19,5) = 5247 \text{ J soit } Q_1 = 5,25 \times 10^3 \text{ J} = 5,25 \text{ kJ.}$$

2. Calcul de l'énergie Q_2 échangée par l'eau chaude : $Q_2 = m_2 c_{eau} (\theta_f - \theta_2)$.

$$Q_2 = 106 \times 10^{-3} \times 4185 \times (25,8 - 39,5) = -6077 \text{ J soit } Q_2 = -6,08 \times 10^3 \text{ J} = -6,08 \text{ kJ.}$$

3. Calcul de la somme $Q_1 + Q_2$:

$$Q_1 + Q_2 = 5,25 \times 10^3 - 6,08 \times 10^3 = -831 \text{ J}$$

soit $Q_1 + Q_2 = -831 \text{ J}$.

3 et 4-

4. La somme précédente n'est pas nulle :

$$Q_1 + Q_2 = -831 \text{ J} \neq 0 \text{ J.}$$

La transformation n'est donc pas adiabatique.

5. La somme $Q_1 + Q_2$ est négative car le système {eau froide + eau chaude} a perdu de l'énergie. L'écart provient du fait que le vase intérieur n'a pas été inclus au bilan d'énergie, ni les pertes thermiques au travers des parois du calorimètre.

5-

1. L'énergie qui n'est pas transférée à l'eau correspond à l'énergie perdue :

• Calcul de l'énergie électrique absorbée par chaque chauffe-eau :

- Pour le premier chauffe-eau : $\Delta E_1 = P_1 \Delta t_1$.
 $\Delta E_1 = 1200 \times (5 \times 3600) = 21,6 \times 10^6 \text{ J}$
 soit $\Delta E_1 = 21,6 \times 10^6 \text{ J} = 21,6 \text{ MJ}$.

- Pour le second chauffe-eau : $\Delta E_2 = P_2 \Delta t_2$.
 $\Delta E_2 = 2400 \times (5 \times 3600) = 43,2 \times 10^6 \text{ J}$
 soit $\Delta E_2 = 43,2 \times 10^6 \text{ J} = 43,2 \text{ MJ}$.

• Calcul de l'énergie absorbée par l'eau :

- Pour le premier chauffe-eau : $Q_1 = m_1 c \Delta \theta$.
 $Q_1 = 100 \times 4185 \times 50 = 20,9 \times 10^6 \text{ J}$ soit
 $Q_1 = 20,9 \times 10^6 \text{ J}$.

- Pour le second chauffe-eau : $Q_2 = m_2 c \Delta \theta$.
 $Q_2 = 200 \times 4185 \times 50 = 41,9 \times 10^6 \text{ J}$ soit
 $Q_2 = 41,9 \times 10^6 \text{ J}$.

• Calcul de l'énergie perdue :

- Pour le premier chauffe-eau :

$$E_{pertes1} = \Delta E_1 - Q_1.$$

$$E_{pertes1} = 21,6 \times 10^6 - 20,9 \times 10^6 \text{ J} = 0,675 \times 10^6 \text{ J}$$
 soit $E_{pertes1} = 0,675 \times 10^6 \text{ J}$.

- Pour le second chauffe-eau :

$$E_{pertes2} = \Delta E_2 - Q_2.$$

$$E_{pertes2} = 43,2 \times 10^6 - 41,9 \times 10^6 \text{ J} = 1,35 \times 10^6 \text{ J}$$
 soit $E_{pertes2} = 1,35 \times 10^6 \text{ J}$.

6-

2. Le rendement du chauffe-eau se calcule en réalisant de rapport de l'énergie reçue par l'eau sur l'énergie électrique absorbée :

- Pour le premier chauffe-eau : $\eta_1 = \frac{Q_1}{\Delta E_1}$.

$$\eta_1 = \frac{20,9 \times 10^6}{21,6 \times 10^6} = 0,97 \text{ soit } \eta_1 = 97 \%$$

- Pour le second chauffe-eau : $\eta_2 = \frac{Q_2}{\Delta E_2}$.

$$\eta_2 = \frac{41,9 \times 10^6}{43,2 \times 10^6} = 0,97 \text{ soit } \eta_2 = 97 \%$$

III. REPÈRES POUR L'ÉVALUATION

Remarque : Le test a été réalisé avec de la céramique.

1. Propriétés des matériaux du Kachelofe (10 minutes conseillées)

La valeur du produit $\rho \cdot c$ doit être la plus grande possible pour avoir une diffusivité thermique D faible et une effusivité thermique E élevée.

2. Détermination de la masse volumique du matériau en céramique (20 minutes conseillées)

2.1. La masse des morceaux de céramique est déterminée par pesée et leur volume est déterminé par déplacement d'eau en utilisant l'éprouvette graduée.

2.2. Résultats obtenus lors des essais réalisés avec de la faïence en terre cuite (céramique) :

Volume total des morceaux de céramique $V = 37 \text{ mL} = 37 \text{ cm}^3$, pour une masse $m = 77,5 \text{ g}$. La masse volumique mesurée vaut donc : $\rho = \frac{m}{V} = \frac{77,5}{37} = 2,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.

Commentaire : il n'est pas obligatoire d'utiliser la totalité des morceaux de céramique mis à disposition.

3. Détermination de la capacité thermique du matériau en céramique (20 minutes conseillées)

Avec une masse initiale d'eau $m_{\text{eau}} = 500 \text{ g}$ à une température $\theta_i = 21,0 \text{ }^\circ\text{C}$ et des morceaux de céramique de masse $m_2 = 77,5 \text{ g}$ à une température $\theta_2 = 95,9 \text{ }^\circ\text{C}$, on obtient une température finale $\theta_f = 24,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Avec $C_{\text{calorimètre}} = 193 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ dans les conditions des essais, on obtient une capacité thermique massique $c_2 = 1,40 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ pour le matériau.

4. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

$$\rho_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}} = 7,8 \times 0,44 = 3,4 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho_2 \cdot c_2 = 2,1 \times 1,40 = 2,9 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$$

$\rho_2 \cdot c_2 < \rho_{\text{Fe}} \cdot c_{\text{Fe}}$ donc le fer est un meilleur accumulateur que la céramique.