

Exercices : chaleur massique corrigé

Exercice 1

Quantité de chaleur à fournir à l'eau :

$$Q = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta \theta_{\text{eau}}$$

Remarque :

La masse volumique de l'eau est $\rho = 998 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ à $20 \text{ [}^\circ\text{C]}$. Ainsi, à cette température, 1,00 litre d'eau a une masse de 0,998 [kg].

Pour les exercices sur la chaleur nous prendront 1,00 litre d'eau $\rightarrow m = 1,00 \text{ [kg]}$

$$Q = 5,0 \cdot 10^5 \text{ [kg]} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot (24 - 13)[^\circ\text{C}] = \mathbf{2,3 \cdot 10^9 \text{ [J]}}$$

Exercice 2

$$\text{a) } Q_{\text{eau}} = 1,2 \cdot \text{[kg]} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot (98 - 12)[^\circ\text{C}] = \mathbf{4,3 \cdot 10^5 \text{ [J]}}$$

$$\text{b) } Q_{\text{casserole}} = 2,2 \cdot \text{[kg]} \cdot 897 \cdot 10^3 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot (98 - 12)[^\circ\text{C}] = \mathbf{1,7 \cdot 10^5 \text{ [J]}}$$

$$\text{c) } Q_{\text{total}} = \mathbf{6,0 \cdot 10^5 \text{ [J]}} \quad \varepsilon_{\text{perdue}} / Q_{\text{total}} = \mathbf{28 \%}$$

Exercice 3

$$\text{a) } \Delta \theta_{\text{eau}} = 67 \text{ [}^\circ\text{C]} - 38 \text{ [}^\circ\text{C]} = 29 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta \theta_{\text{eau}} = 100 \text{ [kg]} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot 29 \text{ [}^\circ\text{C]} \approx \mathbf{1,2 \cdot 10^7 \text{ [J]}}$$

$$\text{b) } Q_{\text{eau}} = Q_{\text{utile}} \Rightarrow Q_{\text{fournie}} = Q_{\text{eau}} / 0,78 = \mathbf{1,6 \cdot 10^7 \text{ [J]}}$$

Exercice 4

$$\text{a) } Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta \theta_{\text{eau}} = 1,7 \text{ [kg]} \cdot 4,18 \cdot 10^3 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot (98 - 15) \text{ [}^\circ\text{C]} \approx \mathbf{5,9 \cdot 10^5 \text{ [J]}}$$

$$\text{b) } \varepsilon_{\text{électrique}} = P \cdot \Delta t = 2200 \text{ [W]} \cdot (4 \cdot 60 + 50) \text{ [s]} = \mathbf{6,4 \cdot 10^5 \text{ [J]}}$$

$$\text{c) } \eta = 5,9 \cdot 10^5 \text{ [J]} / 6,4 \cdot 10^5 \text{ [J]} = \mathbf{92\%}$$

Exercice 5

Volume d'un bain $\approx 150 \text{ litres} \Rightarrow$ masse d'eau du bain $\approx 150 \text{ [kg]}$

Température de l'eau à la sortie du robinet d'eau froide $\approx 10 \text{ [}^\circ\text{C]}$

Température de l'eau chaude du bain $\approx 40 \text{ [}^\circ\text{C]}$

$$\Delta \theta_{\text{eau}} \approx 30 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

a) Quantité de chaleur à fournir à l'eau :

$$Q = m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta \theta_{\text{eau}} \approx 150 \text{ [kg]} \cdot 4,18 \text{ [J/(kg}\cdot^\circ\text{C)]} \cdot 30 \text{ [}^\circ\text{C]} \approx \mathbf{1,9 \cdot 10^6 \text{ [J]}}$$

b) Pouvoir énergétique du mazout (huile de chauffage) : $P_e \approx 42 \cdot 10^6 \text{ [J/kg]}$ (Cf. table CRM page 177).

$$\text{Masse de mazout à utiliser : } m = \frac{1,9 \cdot 10^6 \text{ [J]}}{42 \cdot 10^6 \text{ [J/kg]}} \approx \mathbf{0,45 \text{ [kg]}}$$

Exercice 6

a) $\mathcal{E} = P \Delta t = 6,8[\text{m}^2] \cdot 700[\text{W}/\text{m}^2] \cdot 6,5[\text{h}] \cdot 3600[\text{s}/\text{h}] = \mathbf{1,1 \cdot 10^8 [\text{J}]}$

b) $Q = \eta \mathcal{E} = 0,62 \cdot 1,1 \cdot 10^8 [\text{J}] = 6,9 \cdot 10^7 [\text{J}]$

$$Q = m c \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m c} \Rightarrow \theta = \frac{Q}{m c} + \theta_0$$

$$\theta = \frac{Q}{m c} + \theta_0 = \frac{6,9 \cdot 10^7 [\text{J}]}{500[\text{kg}] \cdot 4180[\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})]} + 15[^\circ\text{C}] = 33[^\circ\text{C}] + 15[^\circ\text{C}] = \mathbf{48 [^\circ\text{C}]}$$

Exercice 7

Au moment où l'eau se met à bouillir, $\theta \approx 100 [^\circ\text{C}]$.

Il faut donc faire passer la température de l'eau de $18 [^\circ\text{C}]$ à $100 [^\circ\text{C}]$

$$\Delta \theta_{\text{eau}} \approx 100^\circ - 18^\circ \approx 82 [^\circ\text{C}]$$

On doit fournir une quantité de chaleur de :

$$\begin{aligned} Q &= m_{\text{eau}} \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta_{\text{eau}} + m_{\text{argent}} \cdot c_{\text{argent}} \cdot \Delta\theta_{\text{eau}} = \\ &= 0,280 [\text{kg}] \cdot 4185 [\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})] \cdot 82[^\circ\text{C}] + 0,445[\text{kg}] \cdot 230[\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})] \cdot 82[^\circ\text{C}] \approx 1,05 \cdot 10^5 [\text{J}] \\ &= \Delta\mathcal{E}_{\text{thermique}} \text{ (énergie nécessaire à faire bouillir l'eau.)} \end{aligned}$$

En utilisant la définition de la puissance :

$$P = \frac{\Delta\mathcal{E}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\mathcal{E}_{\text{thermique}}}{P} = \frac{1,04 \cdot 10^5 [\text{J}]}{300[\text{W}]} \approx \mathbf{348 [\text{s}]}$$