Corrigé des exercices de calorimétrie

Exercice n°1

1- $Q_p = \Delta H = m c_p \Delta T$ et pour une phase condensée (solide ou liquide) $\Delta H = m c \Delta T$.

$\Delta H_{\text{métal}} + \Delta H_{\text{eau}} = 0$ car la transformation s'effectue dans le calorimètre (isolé thermiquement) et que l'on néglige les pertes au niveau du calorimètre et de ses accessoires.

$$\Delta H_{\text{métal}} = - \Delta H_{\text{eau}} = - 0,1 \times 4186 \times (26,4 - 22) = - 1842 \text{ J}$$

$$2- \Delta H_{\text{métal}} = mc \Delta T$$

$$c = \Delta H_{\text{métal}} / (m \Delta T)$$

$$c = - 1842 / (70 \times 10^{-3} \times (26,4 - 22)) = 491 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}.$$

Exercice n°2

Bilan calorimétrique: $\Delta H_{\text{métal}} + \Delta H_{\text{eau}} + \Delta H_{\text{calorimètre}} = 0$

$$m c_{\text{métal}} (T_f - T_2) + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} (T_f - T_1) + C_{\text{calorimètre}} (T_f - T_1) = 0$$

$$(m c_{\text{métal}} + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} + C_{\text{calorimètre}}) T_f = m c_{\text{métal}} T_2 + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} T_1 + C_{\text{calorimètre}} T_1$$

$$T_f = (m c_{\text{métal}} T_2 + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} T_1 + C_{\text{calorimètre}} T_1) / (m c_{\text{métal}} + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} + C_{\text{calorimètre}})$$

$$T_f = (0,150 \times 385 \times 373,15 + 0,5 \times 4186 \times 293,15 + 15 \times 293,15) / (0,150 \times 385 + 0,5 \times 4186 + 15)$$

$$T_f = 295,28 \text{ K soit } 22,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Exercice n°3

Bilan calorimétrique: $\Delta H_{\text{métal}} + \Delta H_{\text{eau}} + \Delta H_{\text{calorimètre}} = 0$

$$m c_{\text{métal}} (T_f - T_2) + m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} (T_f - T_1) + C_{\text{calorimètre}} (T_f - T_1) = 0$$

$$c_{\text{métal}} = [- m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} (T_f - T_1) - C_{\text{calorimètre}} (T_f - T_1)] / [m (T_f - T_2)]$$

$$c_{\text{métal}} = (- 0,150 \times 4186 \times 5 - 20 \times 5) / (- 0,090 \times 91) = 395,5 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}.$$

Exercice n°4

$$Q_{\text{glace}} = 0,5 \times 334 = 167 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{eau}} c_{\text{eau}} (T_f - T_i) = 167 \text{ 000 J} \quad (T_f - T_i) = 167 \text{ 000} / (0,5 \times 4186) = 79,79 \text{ K}$$

$$m c_p (T_f - T_2) = 167 \text{ 000 J} \quad (T_f - T_2) = 167 \text{ 000} / (385 \times 0,5) = 867,5 \text{ K}$$

Exercice n°5

J'ai reformulé l'exercice pour être plus proche de la réalité (valeur de la capacité thermique massique de la glace qui est deux fois plus petite que celle de l'eau).

Calcul de l'énergie fournie

L'énergie totale apportée par le thermoplongeur pendant 5 min :

$$E = P \times t = 500 \times 300 = 150\,000 \text{ J} = 150 \text{ kJ}$$

Chauffage de la glace de -20 °C à 0 °C

$$Q_1 = m \cdot c_g \cdot \Delta T = 0,250 \cdot 2,0 \cdot (0 - (-20)) = 0,250 \cdot 2,0 \cdot 20 = 10 \text{ kJ}$$

Fusion de la glace à 0 °C

$$Q_2 = m \cdot L_{\text{fus}} = 0,250 \cdot 334 = 83,5 \text{ kJ}$$

Bilan d'énergie utilisée jusqu'à la fusion

$$Q_{\text{utilisée}} = Q_1 + Q_2 = 10 + 83,5 = 93,5 \text{ kJ}$$

Il reste donc :

$$E_{\text{restant}} = 150 - 93,5 = 56,5 \text{ kJ}$$

Chauffage de l'eau de 0 °C vers une température finale

Il reste de l'énergie pour chauffer l'eau liquide (issue de la glace fondue) :

$$Q_3 = m \cdot c_e \cdot \Delta T = 0,250 \cdot 4,1 \cdot \Delta T$$

On sait que $Q_3 = 56,5 \text{ kJ}$, donc :

$$0,250 \cdot 4,1 \cdot \Delta T = 56,5 \Rightarrow \Delta T = 56,5 / (0,250 \cdot 4,1) = 55,1\text{ °C}$$

Donc la température finale de l'eau est : $T_f = 0 + 55,1 = 55,1\text{ °C}$

Exercice n°6

$\rho = m/V$ masse volumique

$$80 \times 4186 \times (32 - 12) + m_2 \times 4186 \times (32 - 62) = 0$$

$$80 \times 20 - m_2 \times 30 = 0$$

$m_2 = (80 \times 20) / 30 = 53,33 \text{ kg}$ ce qui correspond à $53,33 \text{ L}$ d'où un volume total de $133,33 \text{ L}$.

Exercice n°7

$$0,8 \times 1/2 m v^2 = 0,4 \times 25\,000 \times (90/3,6)^2 = 6\,250\,000 \text{ J}$$

$$M c_{\text{métal}} (T_f - T_2) = 6\,250\,000$$

$$M = 6\,250\,000 / (450 \times 400) = 34,7 \text{ kg.}$$

Exercice n°8

$$Q = U I t = 9 \times 2,5 \times 320 = 7\,200 \text{ J.}$$

$$Q = m c_{\text{huile}} (T_f - T_i) + C_{\text{calorimètre}} (T_f - T_i) = (m c_{\text{huile}} + C_{\text{calorimètre}})(T_f - T_i)$$
$$7\,200 = 0,2 c_{\text{huile}} \times 15 + 80 \times 15$$

$$c_{\text{huile}} = (7\,200 - 80 \times 15) / (0,2 \times 15) = 2\,000 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}.$$

Extrait de concours voir le corrigé à part.