

EXERCICE 1

Energie thermique gagnée par l'eau froide :

$$Q_1 = m_1 \times c_{eau} \times (T_f - T_1) > 0$$

$$Q_1 = 0,250 \times 4185 \times (T_f - 18) = 1046,25 \times (T_f - 18)$$

$$Q_1 = 1046,25 \times T_f - 1046,25 \times 18$$

$$Q_1 = 1046,25 \times T_f - 18832,5$$

Energie thermique perdue par l'eau chaude :

$$Q_2 = m_2 \times c_{eau} \times (T_f - T_2) < 0$$

$$Q_2 = 0,300 \times 4185 \times (T_f - 80) = 1255,5 \times (T_f - 80)$$

$$Q_2 = 1255,5 \times T_f - 1255,5 \times 80$$

$$Q_2 = 1255,5 \times T_f - 100440$$

A l'équilibre thermique, en négligeant les pertes, on a $Q_1 + Q_2 = 0$:

$$(1046,25 \times T_f - 18832,5) + (1255,5 \times T_f - 100440) = 0$$

$$1046,25 \times T_f + 1255,5 \times T_f - 18832,5 - 100440 = 0$$

$$(1046,25 + 1255,5) \times T_f - 119272,5 = 0 \Rightarrow 2301,75 \times T_f = 119272,5$$

$$T_f = \frac{119272,5}{2301,75} = 51,8 \text{ °C}$$

EXERCICE 2

$$Q = m \times c_{eau} \times (T_f - T_i) = (2 \times 5) \times 4185 \times (90 - 10) = 3348000 \text{ J} = 3348 \text{ kJ}$$

EXERCICE 3

$$\text{polystyrène : } P = k \times \Delta T \times \frac{S}{e}$$

$$P = 0,037 \times 20 \times \frac{1}{0,10} = 7,4 \text{ W}$$

aluminium :

$$P = 200 \times 20 \times \frac{1}{0,10} = 40.000 \text{ W} = 40 \text{ kW}$$

Plus k est grand, plus la puissance dissipée à travers une plaque est grande, et moins le matériau est isolant. Du moins bon au meilleur isolant thermique : aluminium - béton - verre - plâtre - laine de verre - polystyrène.

EXERCICE 4

$$Q = m \times c_{eau} \times (T_f - T_i) = 200 \times 4185 \times (70 - 20) = 41850000 \text{ J} = 41850 \text{ kJ}$$

EXERCICE 5

$$1) Q = m \times c_{eau} \times (T_f - T_i) = 60 \times 4185 \times (60 - 15) = 11299500 \text{ J} = 11299,5 \text{ kJ}$$

$$2) E = 200 \times 92 = 18400 \text{ kJ}$$

$$3) R = \frac{Q}{E} \times 100 = \frac{11299,5}{18400} \times 100 = 61 \%$$

EXERCICE 6

$$Q = m \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) = 200 \times 4185 \times (80 - 15) = 54405000 \text{ J} = 54405 \text{ kJ}$$

$$Q = m \times c_{\text{acier}} \times (T_f - T_i) = 0,50 \cdot 10^3 \times 450 \times (650 - 15) = 142875000 \text{ J} = 142875 \text{ kJ}$$

$$Q = m \times c_{\text{cuivre}} \times (T_f - T_i) = 0,450 \times 384 \times (150 - 20) = 22464 \text{ J} = 22,464 \text{ kJ}$$

EXERCICE 7 - Piscine

$$1) E = P \times \Delta t = 500 \times 140 \times (2 \times 60 + 30) \times 60 = 630\,000\,000 \text{ J} = 630\,000 \text{ kJ}$$

$$2) Q = \frac{60}{100} \times E = m \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) \Rightarrow T_f - T_i = \frac{\frac{60}{100} \times E}{m \times c_{\text{eau}}} = \frac{\frac{60}{100} \times 630\,000 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^3 \times 4185} = 0,45 \text{ }^\circ\text{C}$$

EXERCICE 8 - Étude du système de séchage d'un fourrage

$$1) V = 1,2 \times 3600 \times \pi \frac{2^2}{4} = 13572 \text{ m}^3 \quad m = \rho_{\text{air}} \times V = 1,29 \times 13572 = 17507 \text{ kg}$$

$$2) Q = m \times c_{\text{air}} \times (T_f - T_i) = 17507 \times 10^3 \times 10 = 175070000 \text{ J} = 175\,070 \text{ kJ}$$

$$3) P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{175070}{3600} = 49 \text{ kW}$$

EXERCICE 9 - Etude d'un chauffe-eau solaire

1) Les formes d'énergie mises en jeu : énergie rayonnante et énergie thermique.
L'énergie solaire est transmise au fluide caloporteur (liquide incongelable) par rayonnement.
Le fluide caloporteur transmet par convection la chaleur à l'eau sanitaire du ballon et ceci par l'intermédiaire de l'échangeur (serpentin).

$$2) Q = m \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) = 20 \times 9 \times 4185 \times (40 - 15) = 18 \cdot 832 \cdot 500 \text{ J} = 18832,5 \text{ kJ} = \frac{18832,5}{3600} = 5,2 \text{ kWh}$$

$$3) P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{5,2 \text{ kWh}}{9 \text{ h}} = 0,58 \text{ kW}$$

4) On appelle rendement le rapport de la puissance utile (ici P) sur la puissance reçue (ici P_{solaire})

$$R = \frac{P}{P_{\text{solaire}}} \times 100 = \frac{0,58}{0,800 \times 2} \times 100 = 36 \%$$

$$5) E_{\text{solaire}} = \frac{Q}{R} = \frac{18832,5}{0,36} = 52312,5 \text{ kJ}$$

EXERCICE 10 - Étude thermique d'une friteuse

$$1) m = \rho_{\text{huile}} \times V = 800 \times 20 \cdot 10^{-3} = 16 \text{ kg}$$

$$2) Q = m \times c_{\text{huile}} \times (T_f - T_i) = 16 \times 2930 \times (180 - 20) = 7500800 \text{ J} = 7500,8 \text{ kJ}$$

$$3) P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{7500,8}{25 \times 60} = 5 \text{ kW}$$

EXERCICE 11 - Étude du chauffage d'une serre

$$1) Q = m \times c_{\text{eau}} \times (T_f - T_i) = 55 \times 1 \times 4185 \times (80 - 70) = 2301750 \text{ J} = 2301,75 \text{ kJ}$$

$$2) P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{2301,75}{1 \times 60} = 38,4 \text{ kW}$$

$$4) R = \frac{P}{P'} \times 100 = \frac{38,4}{70} \times 100 = 55 \%$$

$$3) E = 6 \times 42 = 252 \text{ MJ} = 252000 \text{ kJ}$$

$$P' = \frac{E}{\Delta t} = \frac{252000}{1 \times 3600} = 70 \text{ kW}$$

$P' \approx 2 P$: la puissance du brûleur est environ le double de celle de la chaudière.

EXERCICE 12

$$1) Q = m \times L_f = 20 \times 22,6 = 452 \text{ kJ}$$

$$2) Q = m \times L_f \Rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{452}{330} = 1,37 \text{ kg}$$

EXERCICE 13

$$Q = m \times L_f = 50 \cdot 10^{-3} \times 330 = 16,5 \text{ kJ}$$

EXERCICE 14

1) L'impression de froid provient de l'énergie thermique prise à la peau ($T > T_v$) par l'éther pour s'évaporer.

$$2) Q = m \times L_f \Rightarrow L_f = \frac{Q}{m} = \frac{1830}{5 \cdot 10^{-3}} = 366000 \text{ J} = 366 \text{ kJ}$$

$$3) Q = m \times L_f \Rightarrow m = \frac{Q}{L_f} = \frac{366}{330} = 1,1 \text{ kg}$$

EXERCICE 15

Corps froid :

$$\text{glace à } T_2 = -5^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{glace à } T_f = 0^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{fusion : } Q_2} \text{eau à } T_f = 0^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_3} \text{eau à } T_3 = 3^\circ\text{C}$$

$$Q_f = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (T_f - T_2) + m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (T_3 - T_f)$$

$$Q_f = m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (0 - (-5)) + m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (3 - 0)$$

$$Q_f = 50 \cdot 10^{-3} \times 2100 \times 5 + 50 \cdot 10^{-3} \times L_f + 50 \cdot 10^{-3} \times 4185 \times 3 = 1152,75 + 50 \cdot 10^{-3} \times L_f$$

$$\text{Corps chaud : eau à } T_1 = 24^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_c} \text{eau à } T_3 = 3^\circ\text{C}$$

$$Q_c = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_3 - T_1) = 0,200 \times 4185 \times (3 - 24) = -17577 \text{ J}$$

Equilibre thermique : $Q_f + Q_c = 0$

$$1152,75 + 50 \cdot 10^{-3} \times L_f - 17577 = 0$$

$$50 \cdot 10^{-3} \times L_f = 17577 - 1152,75 = 16424,25$$

$$L_f = \frac{16424,25}{50 \cdot 10^{-3}} = 328485 \text{ J.kg}^{-1} = 328 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

EXERCICE 16

calcul de l'énergie nécessaire pour réchauffer le glaçon de -10°C à 0°C :

$$Q_1 = m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (0 - T) = 50 \cdot 10^{-3} \times 2100 \times (0 - (-10)) = 1050 \text{ J} < Q$$

Il reste $Q_2 = Q - Q_1 = 10.000 - 1050 = 8950 \text{ J}$ disponible pour faire fondre le glaçon.

Si tout le glaçon fond, $Q_f = m_{\text{glace}} \times L_f = 50 \cdot 10^{-3} \times 330.000 = 16.500 > Q_2$: c'est impossible : donc seule une partie du glaçon fond (m) pour devenir de l'eau à 0°C , le reste du glaçon reste solide à 0°C .

calcul de la masse m de glaçon qui fond :

$$Q_2 = m \times L_f$$

$$m = \frac{Q_2}{L_f} = \frac{8950}{330.000} = 0,027 \text{ kg} = 27 \text{ g} < m_{\text{glace}}$$

Donc on obtient 27 g d'eau à 0°C et $50 - 27 = 23 \text{ g}$ de glace à 0°C .

EXERCICE 17

glace à $T_1 = -10^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1}$ glace à $T_f = 0^\circ\text{C} \xrightarrow{\text{fusion : } Q_2}$ eau à $T_f = 0^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_3}$ eau à $T_2 = 15^\circ\text{C}$

Masse d'eau issue de la fonte de la glace = masse de glace

A l'équilibre thermique, on a : $Q + Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$ avec $Q < 0$: chaleur perdue par l'environnement (= corps chaud) pour faire fondre la glace.

$$Q + Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q + [m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (T_f - (-10))] + [m_{\text{glace}} \times L_f] + [m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (T_2 - T_f)] = 0$$

$$Q + m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (0 + 10) + m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (15 - 0) = 0$$

$$Q + (150 \cdot 10^{-3} \times 2100 \times 10) + (150 \cdot 10^{-3} \times 330000) + (150 \cdot 10^{-3} \times 4185 \times 15) = 0$$

$$Q + 62066,25 = 0$$

$$Q = -62066,25 \text{ J} = -62 \text{ kJ}$$

L'énergie reçue par le morceau de glace vaut 62 kJ.

EXERCICE 18

Corps froid :

glace à $T_1 = -4^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{Q_1}$ glace à $T_f = 0^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{\text{fusion : } Q_2}$ eau à $T_f = 0^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{Q_3}$ eau à $T_3 = 10^\circ\text{C}$

$$Q_f = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (T_f - T_1) + m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (T_3 - T_f)$$

$$Q_f = m_{\text{glace}} \times c_{\text{glace}} \times (0 - (-4)) + m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{glace}} \times c_{\text{eau}} \times (10 - 0)$$

$$Q_f = m_{\text{glace}} \times (2100 \times 4 + 330000 + 4185 \times 10) = m_{\text{glace}} \times 380250$$

Corps chaud : eau à $T_2 = 18^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{Q_c}$ eau à $T_3 = 10^\circ\text{C}$

$$Q_c = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (T_3 - T_2) = 1 \times 4185 \times (10 - 18) = -33480 \text{ J}$$

Equilibre thermique : $Q_f + Q_c = 0$

$$m_{\text{glace}} \times 380250 - 33480 = 0$$

$$m_{\text{glace}} \times 380250 = 33480$$

$$m_{\text{glace}} = \frac{33480}{380250} = 0,088 \text{ kg} = 88 \text{ g}$$

EXERCICE 19

On considère que l'équilibre thermique est atteint quand le fer, l'eau de fonte et la glace non fondue sont à 0°C . On appelle m_{glace} la masse de glace ayant fondu.

$$Q_f + Q_c = 0$$

$$m_{\text{glace}} \times L_f + m_{\text{fer}} \times c_{\text{fer}} \times (0 - T) = 0$$

$$m_{\text{glace}} \times 330000 + 0,250 \times 460 \times (-80) = 0$$

$$m_{\text{glace}} \times 330000 - 9200 = 0$$

$$m_{\text{glace}} = \frac{9200}{330000} = 0,028 \text{ kg} = 28 \text{ g}$$