

Exercice 11.

Calculez la quantité de chaleur Q nécessaire pour commencer à faire bouillir 1 L d'eau initialement à 10°C . On donne la valeur moyenne de la capacité calorifique massique de l'eau : $C \approx 1 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ et la masse volumique moyenne de l'eau $\rho \approx 1 \text{ kg}/\text{dm}^3$.

Solution :

$$\rho \approx 1 \text{ kg}/\text{dm}^3 = 1 \text{ kg}/\text{L}$$

$$m_{\text{eau}} = \rho \cdot V = 1 \times 1 = 1 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T = 1 \times 1 \times (100-10) = 90 \text{ kcal}$$

Exercice 12.

Une bouilloire électrique a pour puissance $P \approx 1 \text{ kW}$ lorsqu'elle est alimentée par la prise secteur (tension efficace de 230V). On y place 1 L d'eau à 10°C . En combien de temps l'eau va bouillir ? (on suppose que toute la chaleur émise par la résistance électrique sert à chauffer l'eau). On rappelle que l'énergie Q développée par tout système qui développe pendant Δt une puissance P constante vaut $Q = P \cdot \Delta t$.

Solution :

$$m_{\text{eau}} = \rho \cdot V = 1 \times 1 = 1 \text{ kg}$$

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T = 1 \times 1 \times (100-10) = 1 \times 4,18 \times 90 = 376.2 \text{ kJ.}$$

$$Q = P \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = Q / P = 376.2 / 1 = 376,2 \text{ s} = 6,27 \text{ min.}$$

Exercice 13.

Un ressort spiral est comprimé ("remonté") à l'aide d'une clé de jouet. De cette manière il emmagasine une énergie de 8000 J. Ce ressort sert à entraîner les pales d'une hélice qui remue 1 L d'eau liquide. Quel va être l'échauffement (augmentation de température) de l'eau après détente totale du ressort ?

Solution :

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = (Q / m \cdot C) = (8000 / 1 \times 4,16 \cdot 10^3) = 1.92 \text{ K (ou } ^{\circ}\text{C)}$$

Exercice 14.

On possède $M \approx 1 \text{ kg}$ de glace dans une enceinte calorifugée fermée par un couvercle coulissant. Cette glace est à -10°C . On nous donne les chaleurs latentes (massique) de fusion et de vaporisation : $L_{\text{fusion}} \approx 333 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, $L_{\text{vaporisation}} \approx 2257 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$. On donne les capacités calorifiques massiques (sous pression constante) : $C_p(\text{glace}) \approx 2,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $C_p(\text{eau}) \approx 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $C_p(\text{vapeur}) \approx 1,85 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

1. Quelle est la chaleur totale Q_{tot} à apporter pour changer cette glace en de l'eau à 20°C ?
2. On veut obtenir de la vapeur à 150°C sous la pression atmosphérique (1 bar), quelle chaleur supplémentaire doit-on fournir ?
3. Combien de temps cela prendrait-il pour réaliser les 2 transformations précédentes si l'on disposait d'un dispositif de chauffage de 1 kW de puissance ? Combien de temps aurait pris la simple transformation réalisée en 1 ?
4. Que pouvez-vous conclure sur la puissance des machines industrielles devant réaliser quotidiennement de telles transformations ?

Solution :

1. $Q_{\text{tot}} = 1 \times 2,06 \cdot 10^3 \times (0 - (-10)) + 1 \times 333 \cdot 10^3 + 1 \times 4,16 \cdot 10^3 \times (20 - 0) = 20,6 \cdot 10^3 + 333 \cdot 10^3 + 83,2 \cdot 10^3 = 436,8 \cdot 10^3 \text{ J}$
2. $Q_{\text{tot}} = 1 \times 4,16 \cdot 10^3 \times (100 - 20) + 1 \times 2257 \cdot 10^3 + 1 \times 1,85 \cdot 10^3 \times (150 - 100) = 4,16 \cdot 10^3 \times 80 + 2257 \cdot 10^3 + 1,85 \cdot 10^3 \times 50 = 2682,3 \cdot 10^3 \text{ J}$
3. $Q_{\text{tot}} = 436,8 \cdot 10^3 + 2682,3 \cdot 10^3 = 3119,1 \cdot 10^3 \text{ J}$; $Q = P \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = Q / P = 3119,1 \cdot 10^3 / 1 \cdot 10^3 = 3119,1 \text{ s} = 51,985 \text{ min.}$

Exercice 15.

Une certaine quantité de glace à $-5,00 \text{ }^\circ\text{C}$ est mise en contact avec 100 g d'eau à $52,0 \text{ }^\circ\text{C}$. La température finale du système est de $10,0 \text{ }^\circ\text{C}$. Calculez la masse de glace introduite dans l'eau.

Solution :

$$Q_{\text{glace}} = m_{\text{glace}} \times 2,06 \cdot 10^3 \times (0 - (-5)) + m_{\text{glace}} \times 333 \cdot 10^3 + m_{\text{glace}} \times 4,16 \cdot 10^3 \times (10 - 0)$$

$$Q_{\text{eau}} = 100 \cdot 10^{-3} \times 4,18 \cdot 10^3 \times (10 - 52,0) = -17556 \text{ J}$$

$$Q_{\text{glace}} = -Q_{\text{eau}} \rightarrow m_{\text{glace}} = 17556 / (2,06 \cdot 10^3 \times 5 + 333 \cdot 10^3 + 4,16 \cdot 10^3 \times 10) = 17,556 / 384,9 = 0,0456 \text{ kg} = 45,61 \text{ g}$$