

Séquence 7

Chauffage d'un corps pur

Exercices

Exercice 1 :

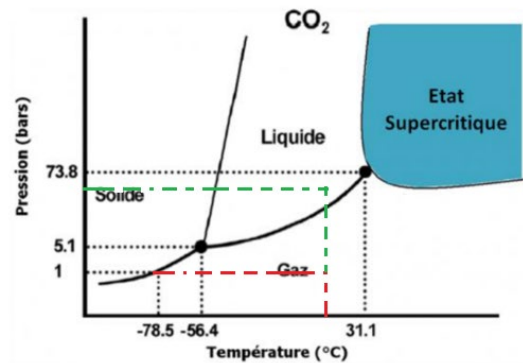
Diagramme d'état du dioxyde de carbone

Température	pression	Etat
298 K = 25°C	1,0 bar	gazeux
	70 bar	liquide

Coordonnées du point triple :

température – 56,4 °C ; pression 5,1 bars

Si on place de la carboglace à température et à pression ambiante, la carboglace se transforme directement en gaz



Exercice 2 :

Diagramme d'état de l'eau

Le point triple :

Au point triple l'eau coexiste à l'état solide, liquide et gazeux. A partir du point critique l'eau passe dans l'état supercritique.

Pour $P = 40$ bar : $T_{\text{fusion}} = -10^\circ\text{C}$; $T_{\text{eb}} = 250^\circ\text{C}$

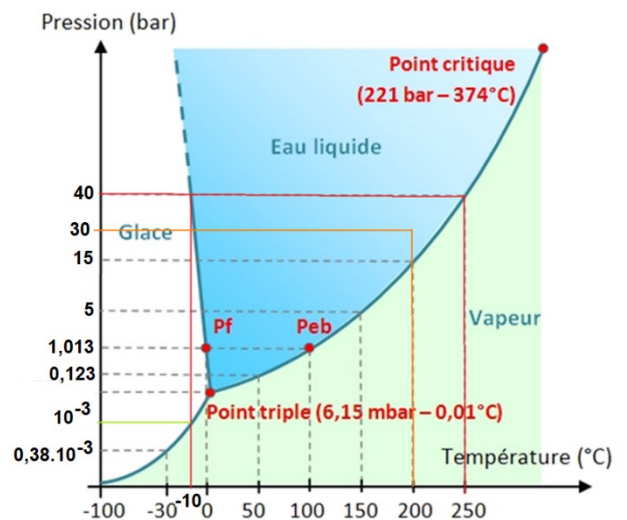
Pour $T = -10^\circ\text{C}$:

Etat gazeux de $P = 0$ bar à $P \gg 10^{-3}$ bar.

Etat solide de 10^{-3} bar à $P = 40$ bar.

Ensuite état liquide.

Pour $P = 30$ bar et $T = 200^\circ\text{C}$, l'eau est à l'état liquide.



Exercice 3 :

Energie thermique nécessaire pour élever de 50°C, la température des 150 L d'eau

La masse de 150 L est de 150 kg

$$E = m \times C(\theta_f - \theta_i) = 150 \times 4,18 \times 50 = 3,1.10^4 \text{ kJ} = 8,7.103 \text{ W.h} = 8,7 \text{ kW.h}$$

Energie électrique reçue par le chauffe-eau

$$\text{rendement} = \frac{E_{\text{électrique utilisée pour le chauffage de l'eau}}}{E_{\text{électrique consommée}}} \rightarrow E_{\text{électrique consommée}} = \frac{E_{\text{électrique utilisée pour le chauffage de l'eau}}}{\text{rendement}}$$

$$E_{\text{électrique consommée}} = \frac{8,7}{0,90} = 9,7 \text{ kW.h}$$

$$\text{Puissance électrique du chauffe-eau : } E = P \times t \rightarrow P = \frac{E}{t} = \frac{9,7 \text{ (kW.h)}}{6 \text{ (h)}} = 1,6 \text{ kW}$$

$$\text{Prix de ce chauffage sachant que le prix du kWh est d'environ } 0,11 \text{ euro : } \text{prix} = 9,7 \times 0,11 = 1,1 \text{ euros}$$

Exercice 4 :

Energie thermique qu'il faut fournir à 200 L d'eau pour la faire passer de 20°C à 60°C

La masse de 200 L d'eau est de 200 kg

$$Q = m \times C \times \Delta\theta = 200 \times 4,18 \times (60 - 20) = 33440 \text{ kJ} = 3,3.10^4 \text{ kJ} = \mathbf{3,3.10^7 \text{ J}}$$

Energie solaire que doit recevoir le capteur solaire de rendement 50%.

Si le rendement est de 50%, l'énergie solaire reçue par le capteur doit être 2 fois plus grande que l'énergie thermique absorbée par l'eau : $E_{\text{thermique}} = \mathbf{6,6.10^7 \text{ J}}$

Surface de capteur à prévoir :

1 m² de capteur peut recevoir une énergie solaire de 16,8 MJ = 16,8.10⁶

$$\text{Surface}_{\text{capteur}} = \frac{6,6.10^7}{16,8.10^6} = \mathbf{4 \text{ m}^2 \text{ de capteur}}$$

Exercice 5 :

Surface des panneaux : Chauffe-eau solaire rectangulaire de dimensions **1,50 m x 1,60 m**

$$S = 1,50 \times 1,6 = \mathbf{2,4 \text{ m}^2}$$

Puissance solaire reçue par les panneaux: $P_{\text{solaire}} = 1000 \times 2,4 = \mathbf{2,4.10^3 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}}$

Puissance thermique du chauffe-eau : Le rendement du chauffe-eau est de **30%**.

$$\text{rendement} = \frac{P_{\text{thermique}}}{P_{\text{solaire}}} \rightarrow P_{\text{thermique}} = r \times P_{\text{solaire}} = 0,3 \times 2400 = \mathbf{720 \text{ W}}$$

Energie disponible au bout de 2 heures de fonctionnement

$$E = P \times t = 720 \times 2 = \mathbf{1440 \text{ W.h} = 5 \text{ 184 000 J} (1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J})}$$

Volume de fluide circule dans le panneau durant 2 heures : $V = 20 \times 2 = \mathbf{40 \text{ L}}$

Masse de fluide correspondante : On considère que le fluide est de l'eau ; la masse de 40 L d'eau est de **40 kg**

Élévation de température du fluide au bout de ces 2 heures : $C_{\text{eau}} = \mathbf{4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}}$

$$Q = m \times C \times \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m \times C} = \frac{5184}{40 \times 4,18} = \mathbf{31\text{°C}}$$

Exercice 6 :

Quantité d'énergie apportée par la plaque en 20 minutes :

$$E_{\text{elec}} = P \times \Delta t = 1500 \times 20 \times 60 = \mathbf{1,8.10^6 \text{ J}}$$

Quantité d'énergie reçue par l'eau : $E_{\text{ther}} = 0,9 \times E_{\text{elec}} = 0,9 \times 1,8.10^6 = \mathbf{1,62.10^6 \text{ J}}$

relation entre l'énergie, Q, la masse et l'enthalpie standard de vaporisation : $Q = m \times \Delta H_{\text{vap(eau)}}^0$

la masse volumique de l'eau étant de 1,00 kg.L⁻¹, la masse de 0,5 L d'eau est donc de 0,5 kg soit 500 g

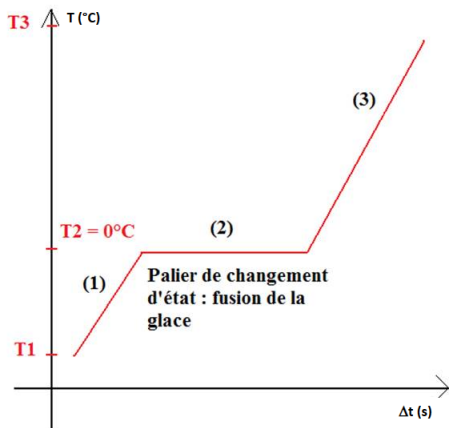
Quantité d'énergie nécessaire pour faire évaporer toute l'eau (l'eau étant déjà à ébullition)

$$Q = m \times \Delta H_{\text{vap(eau)}}^0 = 0,5 \times 2257 = 1128,5 \text{ kJ} = \mathbf{1,13.10^6 \text{ J}}$$

Donc l'énergie thermique apportée par la plaque (1,62. 10⁶ J) est suffisante pour faire évaporer toute l'eau de la casserole.

Exercice 7 :

Allure de la courbe de l'évolution de la température de l'eau en fonction du temps



Partie (1) : Elévation de la température de la glace.

Partie (2) : Changement d'état, la glace fond. La température reste constante pendant toute la durée de la fusion.

Partie (3) : Elévation de la température de l'eau.

Energie nécessaire pour faire passer la glace de $T_1 = -20^\circ\text{C}$ à $T_2 = 0^\circ\text{C}$.

$$Q_1 = m \times C_{\text{glace}}(T_2 - T_1) = 0,400 \times 2,22(0 + 20) = \mathbf{1,8 \cdot 10^1 \text{ kJ}}$$

Energie nécessaire à la fusion de la glace à $T = 0^\circ\text{C}$.

$$Q_2 = m \times \Delta H_{\text{fus(eau)}}^0 = 0,4 \times 334 = 133,6 \text{ kJ} = \mathbf{1,3 \cdot 10^2 \text{ kJ}}$$

Energie nécessaire pour amener la soupe, à l'état liquide, de T_2 à $T_3 = 80^\circ\text{C}$.

$$Q_3 = m \times C_{\text{eau}}(T_3 - T_2) = 0,400 \times 4,18(80 - 0) = \mathbf{1,3 \cdot 10^2 \text{ kJ}}$$

Energie totale nécessaire : $E = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 278 \text{ kJ} = \mathbf{2,8 \cdot 10^5 \text{ kJ}}$

durée nécessaire à l'ensemble des trois opérations.

$$E = P \times \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} = \frac{2,8 \cdot 10^5}{800} = 350 \text{ s soit environ 5 min 50 s}$$