

1. Vie courante ☺

- 1) Pourquoi les aliments cuisent plus vite dans une cocotte minute ?
- 2) Pourquoi un glaçon colle-t-il aux doigts sitôt sorti du congélateur, et encore plus si les doigts sont initialement humides?
- 3) Pourquoi a-t-on froid en sortant d'une piscine ou de la douche ?

2. Combien de glaçons ? ☺☺

Un gobelet en matière plastique de capacité thermique négligeable contient $m_1=300\text{g}$ d'eau à $\theta_1=22,0^\circ\text{C}$ que l'on refroidit avec des cubes de glace de masse $m_2=10\text{g}$ sortant d'un congélateur à $\theta_2=-21,0^\circ\text{C}$. Dans tout l'exercice, on considère qu'il n'y a pas de transfert thermique avec l'atmosphère extérieur et qu'il n'y a pas de variation de volume lors du changement de phase solide-liquide. On se place dans l'approximation des phases condensées parfaites.

- 1) On met un cube de glace dans le gobelet. Déterminer la température θ_F de l'eau dans le gobelet à l'équilibre thermodynamique.
- 2) Déterminer le nombre x de cubes de glace nécessaire pour obtenir une boisson à 0°C .

Données:

Chaleur massique de l'eau liquide: $c_l = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Chaleur massique de la glace: $c_s = 2,10 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace: $L_f = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Rep: 1) $\theta_F = 18,4^\circ\text{C}$; 2) $x = 8$

3. Enthalpie massique de vaporisation du fréon ☺☺

Données:

- Constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
- Formule de Mayer : $R = C_{pm} - C_{vm}$ avec C_{pm} et C_{vm} les capacités thermiques molaires, respectivement à pression et à volume constants d'un gaz. $\gamma = \frac{C_{pm}}{C_{vm}}$

Le fréon est un fluide utilisé dans les machines réfrigérantes. Sous forme gazeuse, le fréon de masse molaire $M = 86,5 \text{ g.mol}^{-1}$ peut être considéré comme un gaz parfait de coefficient $\gamma = 1,2$. Sous forme liquide, le fréon se comporte comme un fluide incompressible de capacité thermique massique $c = 1,38 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

La pression de vapeur saturante du fréon à la température $T_1 = 263\text{K}$ est $P_{\text{sat}}(T_1) = P_1 = 2,2 \text{ bars}$

La pression de vapeur saturante du fréon à la température $T_2 = 303\text{K}$: $P_{\text{sat}}(T_2) = P_2 = 7,5 \text{ bars}$

L'enthalpie massique de vaporisation du fréon à $T_1 = 263 \text{ K}$ est : $L_{v1} = 159 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

On cherche à déterminer par 2 méthodes, l'enthalpie massique de vaporisation du fréon à $T_2 = 303 \text{ K}$. Elle sera notée L_{v2} .

1. Exprimer la chaleur massique à pression constante, c_p du fréon gazeux en fonction de R , γ et M .

Méthode 1 :

2. On fait décrire le cycle réversible ci-dessous à $1,00 \text{ kg}$ de fréon.

2.1. Représenter les deux isothermes à T_1 et T_2 dans un diagramme de Clapeyron puis placer les points A, B, C et D.

2.2. Exprimer les variations d'enthalpie du fréon pour chacune des transformations, en déduire l'expression littérale de L_{v2} en fonction des données puis faire l'application numérique.

Méthode 2 :

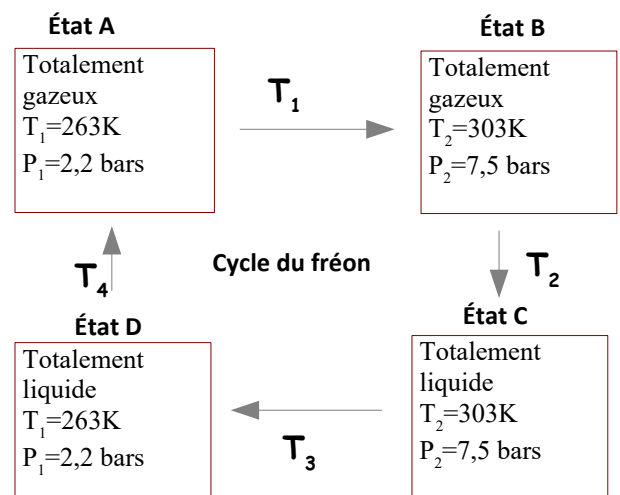
3. On fait traverser $1,00 \text{ kg}$ de fréon à travers un détendeur où il subit une transformation isenthalpique. Le fréon y entre sous forme totalement liquide dans l'état C (303K , $7,5 \text{ bars}$) et en ressort dans l'état F (263K , $2,2 \text{ bars}$).

3.1. Placer le point F sur le diagramme de Clapeyron.

3.2. Calculer, à l'aide de L_{v1} , la fraction massique x de gaz à la sortie du détendeur en F.

3.3. En déduire une nouvelle valeur de L_{v2} .

Réponses: 22) $L_{v2} = 126 \text{ kJ.kg}^{-1}$; 32) $x = 0,347$; 33) $L_{v2} = 126 \text{ kJ.kg}^{-1}$.



4. Changement d'état de l'eau ☺☺

On s'intéresse aux changements d'état de l'eau, considérée comme étant un corps pur. Le diagramme d'état de l'eau est représenté par l'un des schémas ci-dessous, pour lequel C représente le point critique et I le point triple.

Pour chaque question, indiquer et justifier si nécessaire la ou les bonnes réponses,

1 – Quel est le schéma correct ?

A) B) C) ou D) ?

2 - Pour le schéma choisi en question 1, les régions (1), (2) et (3) correspondent respectivement aux états :

A) Liquide, solide, vapeur ; B) Solide, vapeur, liquide
C) Solide, liquide, vapeur ; D) Vapeur, solide, liquide

3 – La courbe délimitant les domaines 2 et 3 est :

A) La courbe de condensation B) La courbe de saturation
C) La courbe de vaporisation D) La courbe de solidification.

4 - La courbe délimitant les domaines 1 et 2 est :

A) La courbe de liquéfaction B) La courbe de saturation
C) La courbe de fusion D) La courbe de solidification.

5 – Les coordonnées du point triple sont $P_0 = 613 \text{ Pa}$ et $T_0 = 273 \text{ K}$. On considère une masse m d'eau dans un état initial caractérisé par la température $T_i = 273 \text{ K}$ et la pression P_i égale à la pression atmosphérique. On opère un échauffement isobare de la masse m . La manipulation cesse dès que la masse m a totalement changé d'état. On est alors dans l'état f , caractérisé par la température T_f , la pression P_f et le volume V_f .

Recopier l'allure du diagramme (P,T) de l'eau correct et positionner les états i et f sur le schéma, puis préciser laquelle (ou lesquelles) de ces affirmations sont justes.

A) L'eau sous forme vapeur initialement s'est liquéfiée.
B) L'eau sous forme liquide initialement s'est vaporisée.
C) Dans l'état initial, l'eau est à l'état de liquide saturant.
D) Dans l'état final, l'eau est à l'état de vapeur saturante.

6 – Dans les conditions de la question précédente, on a pour les états i et f :

A) $P_i = P_f$ B) $P_i < P_f$ C) $T_i = T_f$ D) $T_i < T_f$.

7 – La chaleur latente massique de vaporisation est par définition :

A) L'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) plus condensé à température constante.
B) L'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) plus condensé à température constante.
C) L'enthalpie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) moins condensé à température constante.
D) L'entropie massique à fournir à un corps pur pour passer d'un état (1) à un état (2) moins condensé à température constante.

Pour toutes les questions suivantes :

- La chaleur latente massique de vaporisation, supposée constante dans la gamme de température utilisée est notée L_V .
- La capacité thermique massique de l'eau liquide est c_l .
- Le volume du liquide est toujours négligé devant le volume de la vapeur.

On s'intéresse aux transferts thermiques Q et mécanique W , et aux variations d'énergie interne et d'enthalpie entre les états i et f de la question 5.

Ces différentes grandeurs peuvent s'écrire :

8 - Pour l'enthalpie :

A) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i) + mL_V$; B) $\Delta H_{if} = mL_V$; C) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i)$; D) $\Delta H_{if} = m c_l (T_f - T_i) - mL_V$

9 – Pour le transfert thermique Q :

A) $Q = m c_l (T_f - T_i) - P_i V_i$ B) $Q = m c_l (T_f - T_i) + P_i V_f$;
C) $Q = m c_l (T_f - T_i) - P_f V_f$ D) $Q = m c_l (T_f - T_i) + mL_V$

10 – Pour le travail mécanique W :

A) $W = -P_f V_f$; B) $W = -(P_f - P_i) V_f$; C) $W = -P_i V_i$; D) $W = P_f V_f$

11 – L'énergie interne :

A) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) - P_f V_i$ B) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) + mL_V - P_i V_f$
C) $\Delta U_{if} = m c_l (T_f - T_i) - (P_f - P_i) V_f$ D) $\Delta U_{if} = mL_V - P_f V_f$

