

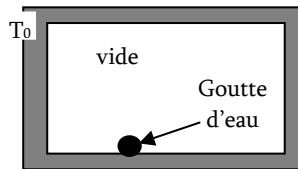
TD27 : TH6 – Changement d'Etat du Corps Pur

Exercice 1 : Vaporisation de l'eau

- Données :
- Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
 - Masse molaire de l'eau : $M_{\text{eau}} = 18 \text{ g.mol}^{-1}$
 - Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ g.L}^{-1}$
 - Pression de vapeur saturante de l'eau à 100°C : $P_{\text{sat}}(373\text{K}) = 1\text{bar}$
 - Enthalpie de vaporisation de l'eau à 100°C : $\Delta_{\text{vap}}H = 2250 \text{ J.g}^{-1}$

1. Vaporisation dans le vide

Une enceinte initialement vide de volume $V = 1\text{L}$ est thermostatée à $T_0 = 373\text{K}$ (100°C). On y introduit une masse $m_{\text{eau}} = 0,5\text{g}$ d'eau liquide prise à la température T_0 et à la pression $P_0 = 1\text{bar}$. La vapeur d'eau est assimilée à un gaz parfait.



- 1.a) Déterminer la composition finale du système. La vapeur est-elle saturante ou sèche ?
- 1.b) Quelle est la limite pour que toute l'eau soit vaporisée ? Que se passe-t-il si l'on place 1g d'eau ? Déterminer le titre en vapeur x_{vap} (massique) dans le récipient.

2. Vaporisation dans l'air

On introduit une masse $m_{\text{eau}} = 1\text{g}$ d'eau liquide dans une enceinte de volume $V = 5\text{L}$ thermostatée à la température $T_0 = 334,5\text{K}$ (61,5°C). Il règne initialement une pression d'air égale à $P_{\text{air}} = 0,8\text{bar}$. Le dispositif est clos. La pression de vapeur saturante de l'eau à la température T est décrite avec une précision de 1% pour des températures d'ébullition comprises entre 0°C et 150°C

par la formule de Rankine : $\ln\left(\frac{P_{\text{sat}}(T)}{P_0}\right) = A - \frac{B}{T}$, avec $\begin{cases} A = 13,7 \\ B = 5120\text{K} \end{cases}$ et $P_0 = 1\text{bar}$.

- 2.a) Que se passe-t-il dans l'enceinte ? Quelles sont à l'équilibre les pressions partielles de l'air, de l'eau vaporisée et la pression totale ? Déterminer la composition finale du système.
- 2.b) Le système est maintenant chauffé. Comment évoluent avec la température : la pression partielle de l'air, de la vapeur d'eau et le nombre de moles d'eau vaporisées ? Effectuer les applications numériques pour une élévation de 8°C.

3. Influence de l'eau

- 3.a) Pourquoi le linge sèche-t-il mieux les jours de grand vent ou quand il fait chaud ?
- 3.b) Au sport d'hiver, pourquoi la neige ne fond pas quand $t > 0^\circ\text{C}$?
- 3.c) Pourquoi les variations de T sont-elles moindres dans les villes au bord de la mer ?

Exercice 2 : Cocotte-minute

Une cocotte minute est équipée d'une soupape de section $s = 4\text{mm}^2$ et de masse $m = 40\text{g}$. On suppose que la pression de vapeur saturante de l'eau à la température $t(^{\circ}\text{C})$ est donnée au voisinage de 100°C par la loi $P_{\text{sat}} = P_0 \cdot \left(\frac{t}{100}\right)^4$, avec $P_0 = 1\text{bar}$.

1. Exprimer et calculer la pression maximale atteinte dans la cocotte.
2. En déduire la température maximale atteinte.

Exercice 3 : Le briquet – Stockage des gaz

Un briquet à gaz contient 25g de butane liquéfié, de masse volumique $\rho = 585\text{kg.m}^{-3}$.

1. Comparer les volumes occupés par le liquide ou le gaz équivalent.
2. Quelle est la pression au cours du vidage ? On donne $P_{\text{SAT}}(293\text{K}) = 2\text{bar}$.
3. D'après le tableau suivant, pourquoi choisir le butane plutôt qu'un autre gaz ?
4. Comment fait-on pour savoir combien d'air il reste dans une bouteille de plongée sous-marine ? A votre avis, l'air y est-il liquide ?

Alcane	Méthane CH_4	Ethane C_2H_6	Propane C_3H_8	Butane C_4H_{10}
T° Ebullition (P=1bar)	-162°C	-88,7°C	-42°C	-0,5°C

Exercice 4 : Glaçon dans un verre d'eau

Un glaçon de masse $m_0 = 40\text{g}$, initialement à la température $T_0 = 233\text{K}$ est placé dans un verre contenant une masse $m_1 = 150\text{g}$ d'eau prise à une température $T_1 = 373\text{K}$. Les échanges thermiques avec l'atmosphère sont négligés, le verre se comporte comme une enceinte adiabatique. Le mélange est effectué à la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1\text{bar}$.

1. Quelle sera la température finale à l'équilibre ? Préciser la composition de l'état final
2. Quelle est la variation de l'entropie de l'ensemble ?
3. Et avec 5 glaçons identiques ?

- Données :
- Capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_1 = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$
 - Capacité thermique massique de la glace : $c_0 = 2,10 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$
 - Enthalpie de fusion de la glace à 0°C : $\Delta_{\text{fus}}h = 340 \text{ kJ.kg}^{-1}$