

TD : Transition de phase

1 Applications directes

App1 : Mélange de glace et de vapeur d'eau

Dans un récipient calorifugé, on met en contact $m_g = 25$ g de glace à $t_g = 0^\circ$ C et $m_v = 10$ g de vapeur d'eau à $t_v = 100^\circ$ C. Quelles sont la composition et la température à l'équilibre ?

Données : enthalpie de vaporisation de l'eau : $l_v = 2260$ J.g⁻¹, enthalpie de fusion de l'eau $l_f = 334$ J.g⁻¹, Capacité thermique massique de l'eau $c_e = 4.2$ j.g⁻¹K⁻¹

App2 : De la glace qui fond

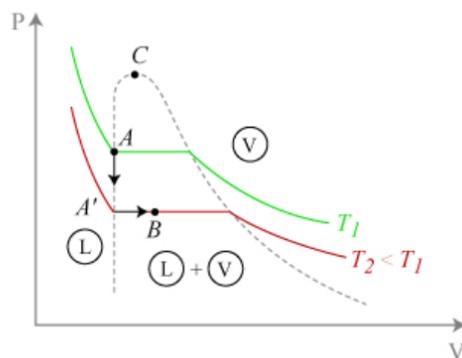
Dans un calorimètre aux parois calorifugées et de capacité thermique négligeable, on introduit une masse $m_{liq} = 1,00$ kg d'eau liquide initialement à $T_1 = 20^\circ$ C. On y ajoute une masse $m_{gl} = 0,50$ kg de glace à $T_2 = 0^\circ$ C. On suppose que la transformation se fait à pression constante P atm = 1 bar.

Données : enthalpie massique de fusion de l'eau $\Delta_{fush} = 3,3 \cdot 10^2$ kJ/kg et capacité thermique massique de l'eau liquide $c = 4,2$ kJ · K⁻¹ · kg⁻¹ .

1. On suppose qu'à l'état final l'eau est entièrement sous forme liquide. Déterminer sa température T_F . Conclure.
2. On suppose maintenant qu'à l'état final l'eau est présente sous forme d'un mélange solide et liquide. Que peut-on dire sans calcul sur l'état final ? Déterminer la composition du mélange, c'est-à-dire la masse de chaque phase.

2 Exercices

EX1 : Détente isenthalpique dans une machine frigorifique



Dans le détendeur d'une machine frigorifique à écoulement de fluide, un fluide frigorigène de type CFC (chlorofluorocarbone) se refroidit et se vaporise partiellement. Ce détendeur est supposé calorifugé, et ne contient aucune partie mobile, si bien que le fluide ne reçoit pas d'autre travail que celui des forces de pression qui assurent l'écoulement.

Le fluide y pénètre à la température T_1 et à la pression $P_1 = P_{sat}(T_1)$ égale à la pression de vapeur saturante du CFC à cette température. Le mélange qui sort du détendeur est à la température T_2 et à la pression $P_2 = P_{sat}(T_2)$. Cette transformation est représentée entre A et B dans le diagramme de Clapeyron ci-contre. Le volume massique du CFC est supposé constant le long de la courbe de saturation.

On raisonne sur un système fermé constitué d'une masse m de CFC traversant le détendeur.

1. Dédire du premier principe que le passage au travers du détendeur est isenthalpique, c'est-à-dire que l'enthalpie du système ne varie pas.
2. Déterminer la fraction x de CFC qui s'est vaporisée au cours de la détente. On pourra raisonner sur une transformation impliquant le point A 0 indiqué sur le diagramme de Clapeyron.

Données :

- $T_1 = 305$ K, $T_2 = 280$ K ;

- enthalpie massique de vaporisation à T_2 : $\Delta_{vap}h = 200 \text{ kJ/kg}$;
- capacité thermique du CFC liquide : $c = 1,32 \text{ kJ/K/kg}$.

EX3 : Évaporation de l'eau

Dans une pièce hermétiquement fermée, de volume $V = 40 \text{ m}^3$, on place un récipient contenant un volume $V_0 = 200 \text{ mL}$ d'eau liquide.

L'air de la pièce est à la pression $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ et à la température $T_0 = 293 \text{ K}$.

Son degré d'hygrométrie H est de 60%. H est le rapport de la pression partielle de l'eau divisée par la pression de vapeur saturante de l'eau ($P_{sat}(20^\circ) = 2,3 \text{ kPa}$). On assimile l'eau à un gaz parfait de masse molaire $M = 18 \text{ g/mol}$.

1. Calculer la quantité d'eau initialement contenue dans l'atmosphère de la pièce ?
2. Montrer que toute l'eau contenue dans le verre s'évapore. Quel est le degré d'hygrométrie final de l'air de la pièce ?
3. Quel volume d'eau liquide faut-il évaporer pour saturer la pièce en eau ?