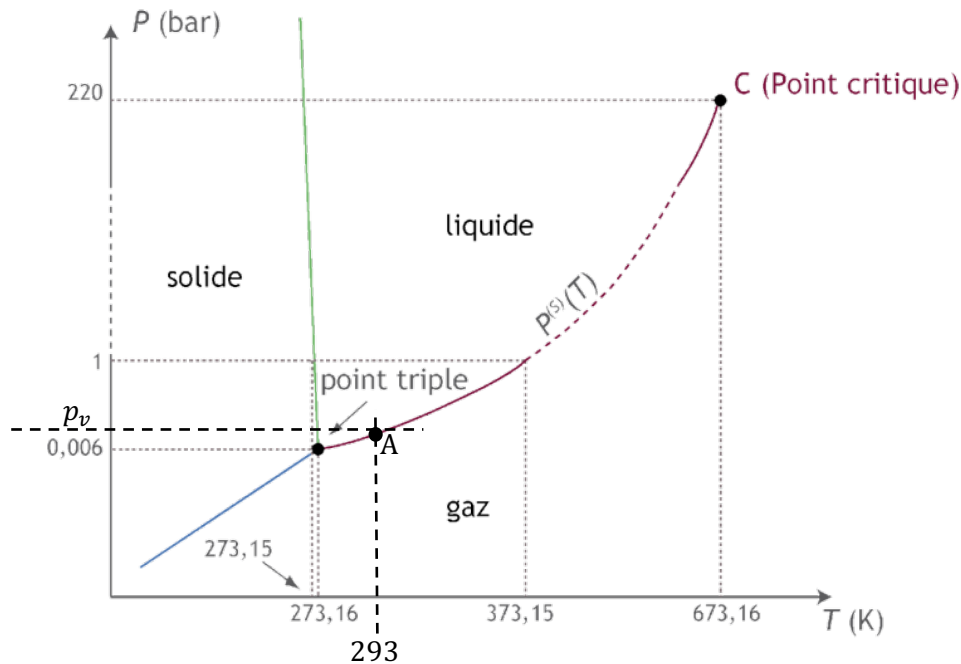


Corrigé exercice 6

DE L'EAU DANS LA BUANDERIE

1) La pression de vapeur (appelée aussi pression de vapeur **saturante**, car lorsqu'elle est atteinte, la vaporisation s'arrête, le gaz est « saturé » de vapeur d'eau) est la **pression d'équilibre entre l'eau liquide et sa vapeur**. Il s'agit donc de l'ordonnée du point A de la frontière liquide/vapeur situé à l'abscisse $\theta = 20^\circ\text{C}$ ($T = 293\text{ K}$) :



Il faudrait un graphe de haute précision pour lire p_v correctement. Mais on constate dans le document de cours « Pression de vapeur de l'eau liquide » que la valeur précise est fournie :

À $\theta = 20^\circ\text{C}$, la pression de vapeur de l'eau est : $p_v = 2,34\text{ kPa}$

2) Initialement, l'air n'est pas saturé en vapeur d'eau, ce qui signifie que l'équilibre liquide/vapeur n'est pas atteint : il n'y a pas assez de vapeur d'eau dans la phase gazeuse.

La transformation physique qui va se produire est donc l'évaporation de l'eau : $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$

Cette réaction va se poursuivre jusqu'à l'une des situations suivantes :

- s'il y a suffisamment d'eau liquide, la pression de l'eau augmente jusqu'à ce que la pression partielle de l'eau atteigne la pression p_v ; on atteint alors l'**équilibre** de $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ et l'évaporation s'arrête (on dit que l'air est **saturé** de vapeur d'eau) ;
- s'il n'y a pas assez d'eau liquide, tout s'évapore et le phénomène s'arrête alors que la pression partielle de l'eau est encore inférieure à p_v : la transformation $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ aura été rigoureusement totale.

3) Il va falloir faire un bilan de matière de la vaporisation. On calcule donc déjà la **quantité de matière d'eau dans la flaqué** :

$$n_0 = \frac{\rho V}{M} \approx 22\text{ mol}$$

(volume $V = 0,40\text{ L}$; masse volumique $\rho = 1,0\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$; masse molaire $M = 18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

On détermine ensuite la quantité de matière d'eau nécessaire pour saturer l'air de la buanderie. **Lorsque l'air est saturé, la pression partielle de l'eau est égale à la pression de vapeur saturante :**

$$p_{eau} = p_v$$

Or, d'après **la loi des gaz parfaits**, la pression partielle de l'eau est liée à la quantité de matière $n_{eau,v}$ par :

$$p_{eau} = \frac{n_{eau,v}RT}{abc}$$

(dimensions de la pièce a, b et c ; température $T = (273 + 20) \text{ K} = 293 \text{ K}$; constante des gaz parfaits : $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)

Donc :

$$\frac{n_{eau,v}RT}{abc} = p_v$$

La **quantité de matière d'eau dans l'air de la buanderie lorsqu'il est saturé en vapeur d'eau** est :

$$n_{eau,v} = \frac{p_v abc}{RT} \approx \mathbf{29 \text{ mol}}$$

a) Si l'air est initialement sec (ne contient pas du tout de vapeur d'eau), alors on voit que l'évaporation de la totalité de la flaqué ne peut pas suffire à atteindre la pression de vapeur saturante, puisqu'il faudrait pour cela 29 moles d'eau et il n'y en a que 22 moles.

On en déduit que **la vaporisation de l'eau sera rigoureusement totale**.

Lorsqu'elle sera achevée, l'intégralité des 22 moles d'eau sera passée en phase vapeur, ce qui permet de calculer la pression partielle de l'eau :

$$p_{eau} = \frac{n_0 RT}{abc} = 1,8 \text{ kPa}$$

Dans l'état final, il n'y a plus du tout d'eau liquide.
L'atmosphère de la buanderie n'est pas saturée en vapeur d'eau ;
la pression partielle de l'eau y est $p_{eau} = 1,8 \text{ kPa} < p_v$.

b) Dans le cas où l'air contient déjà une pression partielle $0,60p_v$ d'eau au départ, cela correspond à une quantité de matière de vapeur d'eau :

$$n_{0,v} = \frac{0,60p_v \times abc}{RT} = 17 \text{ mol}$$

Il manque donc $29 - 17 = 12 \text{ mol}$ de vapeur d'eau dans l'air pour atteindre la saturation.

Or il y a 22 moles d'eau dans la flaqué au départ. Lorsque 12 moles se seront évaporées, la saturation de l'air sera atteinte et l'évaporation s'arrêtera. Il restera alors $22 - 12 = 10 \text{ moles}$ d'eau dans la flaqué.

L'état final est donc constitué d'une flaqué contenant environ 10 moles d'eau liquide, en équilibre avec une atmosphère saturée en vapeur d'eau, où la pression partielle de l'eau est égale à la pression de vapeur saturante $p_v = 2,34 \text{ kPa}$.