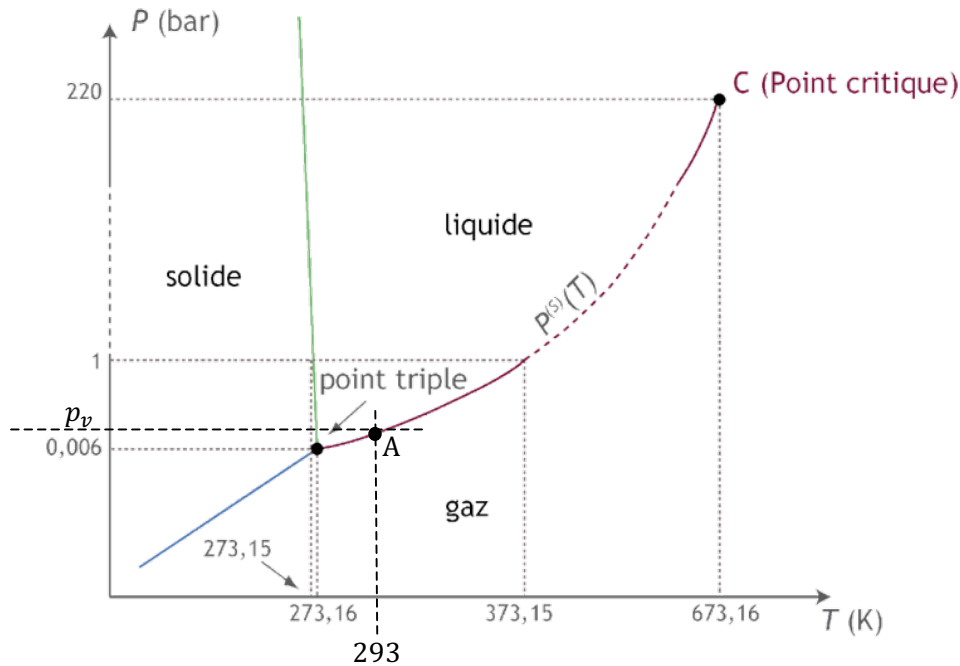


Corrigé exercice 4

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 ; 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 flaque** :

$$n_{0,\ell} = \frac{\rho V}{M} \approx 56\text{ mol}$$

(volume $V = 1,0\text{ L}$; 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** 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 la saturation est atteinte lorsque 29 moles d'eau se sont évaporées, ce qui est possible car il y en avait 56 moles au départ. Il reste donc $56 - 29 = 27$ moles d'eau dans la flaque lorsque la saturation est atteinte.

L'état final est donc constitué d'une flaque contenant environ 27 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 $p_v = 2,34 \text{ kPa}$.

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 d'eau :

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

Il manque donc $29 - 17 = 12$ mol d'eau pour atteindre la saturation.

Sur les 56 moles que contenait la flaque au départ, il en restera donc $56 - 12 = 44$ moles lorsque la saturation sera atteinte...

L'état final est donc constitué d'une flaque contenant environ 44 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 $p_v = 2,34 \text{ kPa}$.

N.B. Si la quantité de matière d'eau initiale dans la flaque était inférieure à 29 moles dans le cas a) ou inférieure à 12 moles dans le cas b), alors il serait impossible d'atteindre la saturation, la vaporisation de l'eau se produirait **rigoureusement totalement**.

La pression partielle de l'eau dans l'enceinte se calculerait alors en appliquant la loi des gaz parfaits sachant que toute l'eau est maintenant en phase vapeur. On trouverait une valeur **inférieure à p_v** .