

Exercice 6. Vapeur sèche, vapeur saturante

- 1) Rappeler la définition de la pression de vapeur saturante à la température T.

A la température T, la pression de vapeur saturante est égale à la pression de la vapeur de A qui est en équilibre avec la phase liquide de A.

On appelle « *vapeur sèche* » la vapeur qui règne en l'absence de toute phase liquide.

On introduit une masse $m = 4\text{g}$ d'eau ($M = 18\text{ g.mol}^{-1}$) dans un récipient de volume $V = 10\text{ L}$ initialement vide et on le porte à la température $t_1 = 80^\circ\text{C}$.

Données :

pression de vapeur saturante de l'eau :

$$P^{\text{sat}}(80^\circ\text{C}) = 0,466\text{ bar}, \quad P^{\text{sat}}(100^\circ\text{C}) = 1\text{ bar}$$

- 2) Montrer que la vapeur d'eau est saturante, c'est à dire que la pression de l'eau est égale à 0,466 bar. Toute l'eau est-elle passée en phase vapeur ? Si ce n'est pas le cas, quelle masse d'eau est restée liquide ?

Il y a 4 g d'eau donc une quantité de matière n_0 qui est égale à $n = 4/18\text{ mol}$ soit : $n_0 = 0,22\text{ mol}$.

La pression de vapeur est atteinte dès que la vapeur d'eau a une pression égale à 0,466 bar.

Pour atteindre dans le volume 10 L cette pression, il faut une quantité de matière d'eau en phase vapeur n_v égale à :

$$n_v = \frac{0,466 \cdot 10^5 \times 10 \cdot 10^{-3}}{8,314 \times (273,15 + 80)} = 0,16\text{ mol.}$$

Autrement dit, nous avons introduit trop d'eau donc il va se former de l'eau liquide (ou, si l'eau a été introduite liquide, il va en rester dans l'enceinte).

Conclusion : la pression de vapeur saturante est atteinte et la pression de l'eau est donc égale à $P^{\text{sat}} = 0,466\text{ bar}$.

0,16 mol d'eau est passée en phase vapeur. Donc pas toute l'eau, il reste $0,22 - 0,16\text{ mol} = 0,06\text{ mol}$ d'eau liquide. Soit une masse restante m_r d'eau liquide qui est : $m_r = 1,08\text{ g}$.

Il faudra descendre à très très basse température pour le liquéfier et à température très proche du zéro absolu, on pourra l'observer solide sous une pression élevée

- 3) On porte le récipient à la température $t_2 = 100^\circ\text{C}$. Quelle est la nature du nouvel état d'équilibre ? Quelle est la pression P_2 ?

A 100°C , la pression de vapeur saturante est égale à 1 bar. Dans le récipient,

cela veut dire que la quantité de matière d'eau en phase gazeuse est dans ce cas n_v' telle que :

$$n_v = \frac{1 \cdot 10^5 \times 10 \cdot 10^{-3}}{8,314 \times (273,15 + 100)} = 0,32 \text{ mol.}$$

Cette quantité n'a pas été introduite dans l'enceinte, donc on ne pourra pas atteindre la pression de vapeur saturante.

Nous aurons donc en phase vapeur la totalité de l'eau introduite, soit 0,22 mol et la pression finale sera :

$$p_f = \frac{0,22 \times 8,314 \times (273,15 + 100)}{10 \cdot 10^{-3}} = 68\,252 \text{ Pa}$$

La pression finale dans l'enceinte vaut $P_f = 0,68 \text{ bar}$