

ÉTATS DE LA MATIÈRE ET TRANSFORMATIONS - corrigé des exercices

A. EXERCICES DE BASE

I. Constantes d'équilibre

• Quand on écrit $K_p = \frac{\prod (p_j)_{\text{eq}}^{\nu_j}}{\prod (p_i)_{\text{eq}}^{\nu_i}}$ il s'agit d'un abus de notation pour $K_p = \frac{\prod (p_j)_{\text{eq}}^{\nu_j}}{\prod (p_i)_{\text{eq}}^{\nu_i}} p_0^{-\Delta_r n}$ avec

$$\Delta_r n = \sum_j \nu_j' - \sum_i \nu_i \quad \text{et} \quad p_i = [A_i] RT. \quad \text{Ainsi} \quad K_p = \frac{\prod [A_j]_{\text{eq}}^{\nu_j'}}{\prod [A_i]_{\text{eq}}^{\nu_i}} \left(\frac{RT}{p_0} \right)^{\Delta_r n}.$$

• Quand on écrit $K_c = \frac{\prod [A_j]_{\text{eq}}^{\nu_j'}}{\prod [A_i]_{\text{eq}}^{\nu_i}}$ il s'agit d'un abus de notation pour $K_c = \frac{\prod [A_j]_{\text{eq}}^{\nu_j'}}{\prod [A_i]_{\text{eq}}^{\nu_i}} C_0^{-\Delta_r n}$. Ainsi

$$K_p = K_c \left(\frac{RT C_0}{p_0} \right)^{\Delta_r n}.$$

II. Degré hygrométrique

1. • À saturation, le nombre de molécules d'eau est : $n = \frac{p_s V}{RT} = 35,9 \text{ mol}$.

• Pour un degré hygrométrique $\eta = 55 \% = 0,55$ et une masse molaire $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, la masse correspondante est donc : $m = \eta n M(\text{H}_2\text{O}) = 355 \text{ g}$.

2. • La pression varie avec l'altitude mais, dans l'approximation d'une température constante (en fait, la moyenne), la pression saturante ne varie pas.

• Puisque la hauteur H considérée est négligeable en comparaison du rayon de la Terre, l'effet de la courbure du sol est négligeable. D'autre part, la hauteur h ne dépend pas de la surface au sol, donc on peut raisonner sur une portion de sol plat de surface S quelconque.

• À saturation, le nombre de molécules d'eau est : $n = \frac{p_s S H}{RT} = \frac{\mu S h}{M}$. Ainsi : $h = \frac{p_s M}{RT \mu} H = 48,5 \text{ mm}$.

III. Fonctionnement d'une chaudière à vapeur

1. • La pression finale est égale à $p_s(T_2)$ car le seul gaz est la vapeur d'eau : $p_2 = 16,2 \text{ bars}$.

2. • En considérant la vapeur comme un gaz parfait (ce qui est approximatif à proximité de la saturation !)

on obtient pour cette vapeur : $n_1 = \frac{p_1 S (h - h_1)}{RT_1}$ et $n_2 = \frac{p_2 S (h - h_2)}{RT_2}$.

• En négligeant la dilatation de l'eau : $n_2 - n_1 = \frac{\rho S (h_1 - h_2)}{M}$ avec $\rho = 1 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ et $M = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$;

on obtient ainsi : $h_2 \cdot \left(\frac{p_2}{RT_2} - \frac{\rho}{M} \right) = h \cdot \left(\frac{p_2}{RT_2} - \frac{p_1}{RT_1} \right) + h_1 \cdot \left(\frac{p_1}{RT_1} - \frac{\rho}{M} \right)$ puis $h_2 = 9,4 \text{ cm}$.

◇ remarque : ceci signifie que, dans ce cas (avec une proportion volumique initiale de liquide relativement faible), l'élévation de température à volume constant a favorisé la vaporisation ; en partant d'une proportion volumique de liquide assez grande, l'échauffement favorise au contraire la liquéfaction, ce qui peut conduire finalement à une très grande augmentation de pression ; cela impose des contraintes de sécurité pour les chaudières et pour le stockage des gaz liquéfiés.