

FRANCISCO
Mathias
YANE
Serhat
VULSTEIN
Celia

TD 15: AD3, pression de Vapeur Saturante

A l'équilibre:

$$\mu(\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}) = \mu(\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}})$$

Par définition:

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}}(T, P) = \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}}^{\circ}(T) + RT \ln(\frac{P}{P^{\circ}})$$

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}}}(T, P) = \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}}}^{\circ}(T) + RT \ln(\frac{P}{P^{\circ}})$$

$$\Rightarrow \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}}^{\circ} = \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}}}^{\circ} + R \cdot N \ln\left(\frac{P}{P^{\circ}}\right)$$

$$\ln\left(\frac{P}{P^{\circ}}\right) = \left(\mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}}^{\circ} - \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}}}^{\circ}\right) \cdot \frac{1}{R \cdot N}$$

où $P = P_s$ = pression de
vapeur saturante de
l'équilibre à 25°C

$$\text{D'où } P = e^{\frac{\mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}}^{\circ} - \mu_{\text{H}_2\text{O}_{\text{gaz}}}^{\circ}}{R \cdot N}} \cdot P^{\circ}$$

$$\text{A.N. } P = e^{\frac{(-237 + 228) \cdot 10^3}{8,314 \times (25 + 273)}} \cdot 10^5 = 9,96 \cdot 10^4 \text{ bar} = 2,645 \text{ Pa} = 2,64 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$$

$$\text{AT: } 25^{\circ}\text{C}, \text{ on a } P = 2,645 \text{ Pa}$$

$$\text{Pour } T = 100^{\circ}\text{C: } \text{on a } P = 5,49 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 373 \text{ K}$$

l'égalité des potentiels est obtenue pour
 $P_s' = 5,49 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$

(a) à 100°C l'équilibre $\text{H}_2\text{O}(l) = \text{H}_2\text{O}(g)$

est obtenue pour $P_s = 1 \text{ bar}$

$\Rightarrow$ avec les formules données on trouve

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}(l)}(\theta = 100^{\circ}\text{C}, P = 1 \text{ bar}) \neq \mu_{\text{H}_2\text{O}(g)}(\theta = 25^{\circ}\text{C})$$

et d'après le modèle on doit avoir

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}(l)}(\theta = 100^{\circ}\text{C}, P = 1 \text{ bar}) = \mu_{\text{H}_2\text{O}(g)}(\theta = 100^{\circ}\text{C}, P = 1 \text{ bar})$$



TetP

$$\mu_{\text{H}_2\text{O}}(\text{l})(T, P) = \mu_{\text{H}_2\text{O}}(\text{g})(T, P)$$

c) Étant donné que l'on associe l'eau à un gaz parfait :

~~$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{RT}{V_M} \Rightarrow v = \frac{RT}{P_M} = \frac{RT}{P_M} \times n$$~~

On en déduit: $v_g = 0,794 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$v_l = 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$$

~~$$V = m_l \times v_l + m_g \times v_g = m_l \cdot v_l + (m - m_l) \times v_g$$
$$= m_l (v_l - v_g) + m v_g$$~~

Donc $m_f = \frac{V - m v_g}{v_l - v_g} = \frac{0,05 - (0,1 \cdot 0,794)}{1,06 \cdot 10^{-3} - 0,794} \approx 0,037 \text{ kg}$

De plus, $m_g = m - m_l = 0,1 - 0,037 = 0,063 \text{ kg}$

L'état final est donc un mélange liquide-gaz avec $\frac{2}{3}$ de gaz et $\frac{1}{3}$ de liquide.

d) De la même façon,

$$V = m_l \cdot v_l + (m - m_l) \cdot v_g$$

$$m_l = \frac{V - (m \cdot v_g)}{v_l - v_g} = \frac{0,01 - (0,1 \cdot 0,3855)}{1,06 \cdot 10^{-3} - 0,3855} \approx 0,0743 \text{ kg}$$

$$m_g = 0,1 - 0,0743 = 0,0257 \text{ kg}$$

On a donc un mélange liquide gaz avec environ $\frac{1}{4}$ de gaz et $\frac{3}{4}$ de liquide.

la quantité d'eau à l'état vapeur est donnée

$$n = \frac{P_f V}{RT} = \frac{4,76 \times 10^5 \times 10 \times 10^{-3}}{8,31 \times (273 + 125)} = 1,44 \text{ mol}$$

$m_{\text{H}_2\text{O(g)}} = 25,9 \text{ g}$
donc $m_{\text{H}_2\text{O(liqu)}} = 74,1 \text{ g}$

e) $v_m = \frac{1}{\rho}$ (avec ρ la masse volumique de l'eau en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

$$= \frac{1}{1000} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$$

— valeur peu dépendante de la température

f) $v_g = \frac{V}{m} = \frac{RT}{PM} = \frac{8,314 \cdot 373,15}{4,76 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 3,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

(100°)

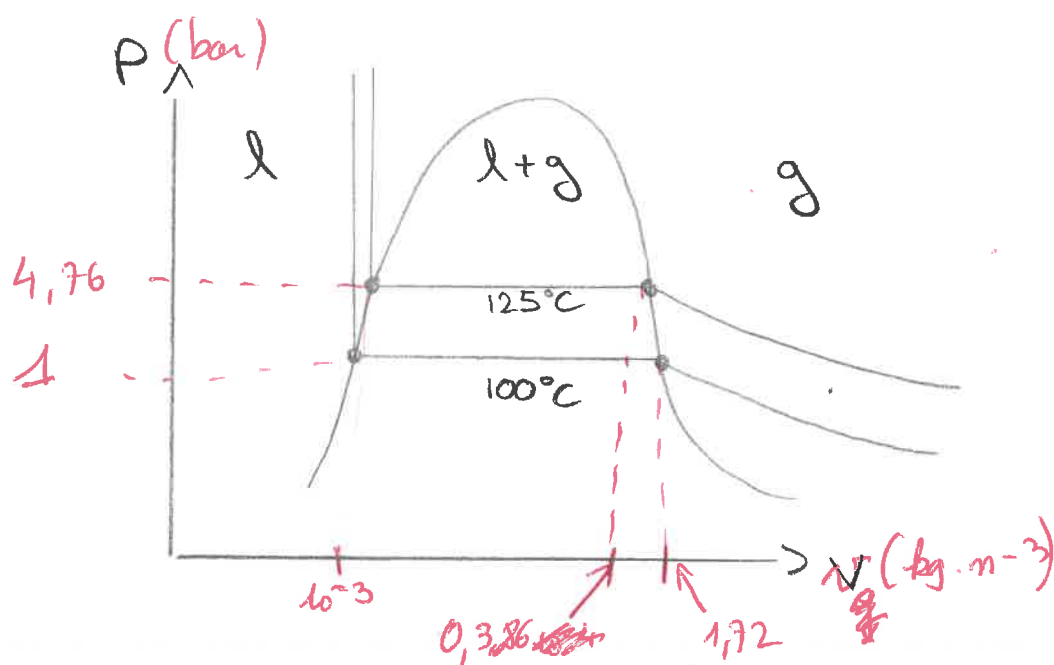
En effet comme on assimile l'eau à un gaz parfait:

$$PV = nRT = \frac{m}{M} RT \Leftrightarrow \frac{V}{m} = \frac{RT}{PM} = v_g$$

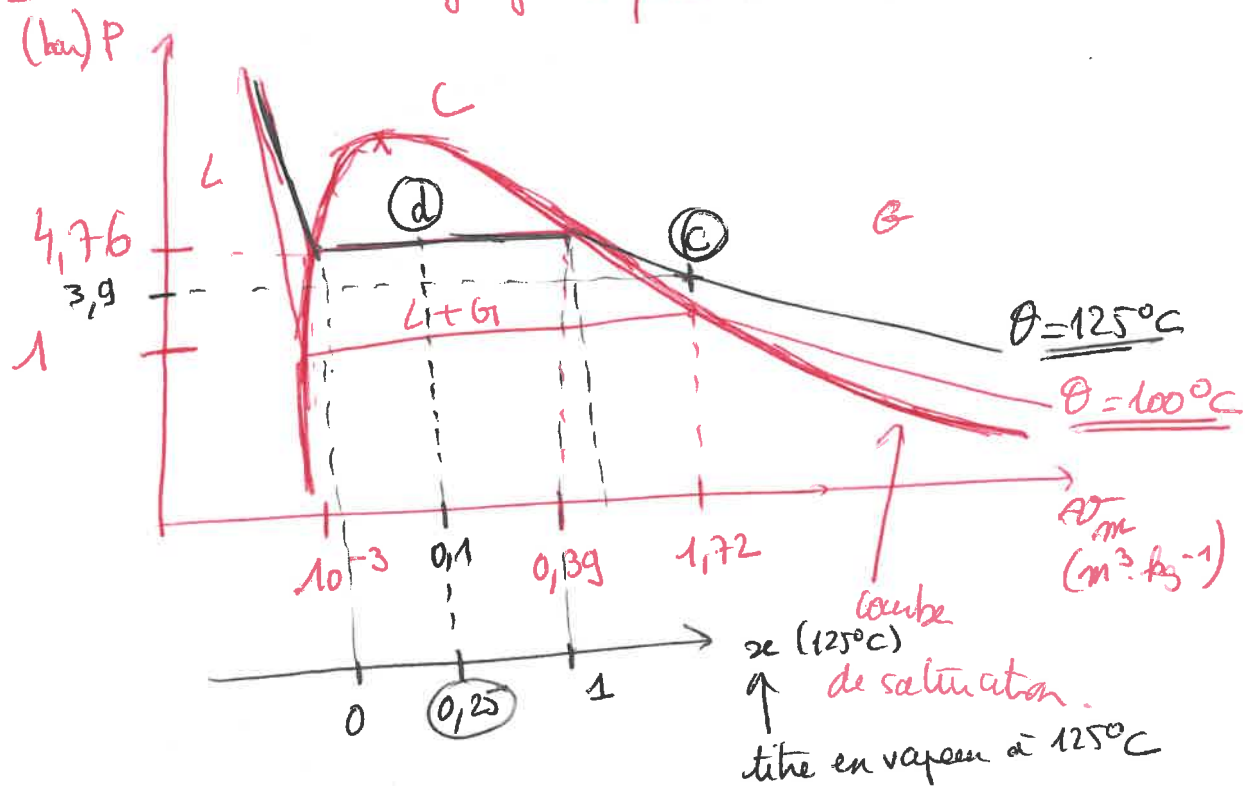
$v_g = \frac{V}{m} = \frac{RT}{PM} = \frac{8,314 \cdot 338,15}{4,76 \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 0,386 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

(125°)

g) La pente de l'isotherme est si importante à l'état liquide car un liquide est incompressible et son volume ne varie presque pas. ^{lorsque la pression augmente} A l'inverse, le gaz est compressible, c'est pourquoi la pente est si faible.



Δ Cette courbe est dissymétrique



en c l'eau est sous forme vapeur $x_c = 1$

en d on a un mélange liquide vapeur

$$v = \frac{V}{m} = \frac{10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 0.1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$x = \frac{0.1 - 10^{-3}}{0.39 - 10^{-3}} = 0.25$$

règle des moments

groupe 5

TD n° 15
ADS

Par définition, pour un gaz parfait:

$$P_i = n_i \times P_{\text{tot}} = \frac{n_i}{n_{\text{tot gaz}}} \times P_{\text{tot}}$$

↓
fraction molaire

P_{N_2} sur Venus:

$$\underline{P_{N_2 \text{ Venus}}} = \frac{4}{100} \times 9 \times 10^6 = 360\,000 \text{ Pa} = \underline{3,6 \text{ bar}}$$

P_{N_2} sur Terre:

$$\underline{P_{N_2 \text{ Terre}}} = \frac{78}{100} \times 1000 \times 10^2 = 78\,000 \text{ Pa} = \underline{7,8 \times 10^{-1} \text{ bar}} \\ = 0,78 \text{ bar}$$

P_{N_2} sur Mars:

$$\underline{P_{N_2 \text{ Mars}}} = \frac{3}{100} \times 600 = 18 \text{ Pa} = \underline{1,8 \times 10^{-4} \text{ bar}}$$

P_{CO_2} sur Venus:

$$\underline{P_{CO_2 \text{ Venus}}} = \frac{96}{100} \times 9 \times 10^6 = 8\,640\,000 \text{ Pa} = \underline{86,4 \text{ bar}}$$

P_{O_2} sur Terre:

$$\underline{P_{O_2 \text{ Terre}}} = \frac{21}{100} \times 1000 \times 10^2 = 21\,000 \text{ Pa} = \underline{2,1 \times 10^{-1} \text{ bar}} \\ = 0,21 \text{ bar}$$