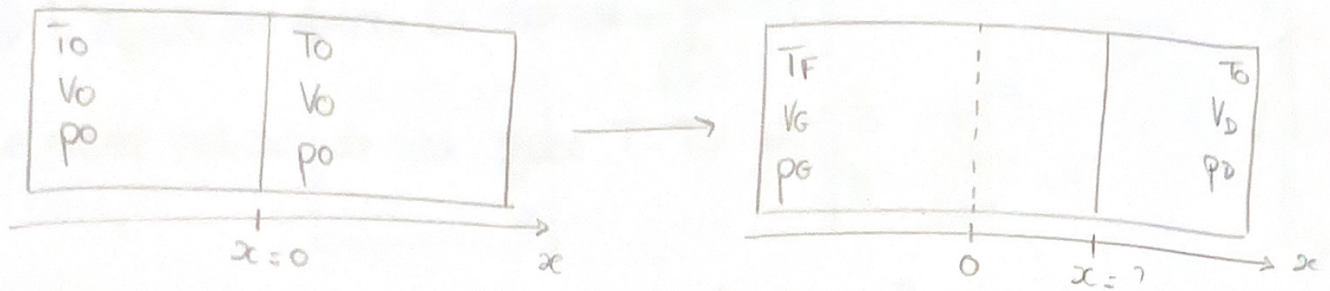


Correction Exercice E1.

* Exercice 1:



① La loi des gaz parfait donne: $p_0 \cdot V_0 = n \cdot R T_0$

$$\Leftrightarrow n = \frac{p_0 \cdot V_0}{R T_0} = \frac{1,0010^5 \cdot 10,0 \cdot 10^{-3}}{8,314 \times 300} = \underline{\underline{4,01 \text{ mol}}}$$

② il reste la même car pas de transfert matière

les nouveaux volumes sont:
$$\begin{cases} V_G = V_0 + S \cdot x \\ V_D = V_0 - S \cdot x \end{cases}$$

La loi des gaz parfait devient:
$$\begin{cases} p_G (V_0 + S \cdot x) = n \cdot R T_F \\ p_D (V_0 - S \cdot x) = n \cdot R T_0 \end{cases}$$

De plus l'équilibre mécanique assure $p_G = p_D = p_F$

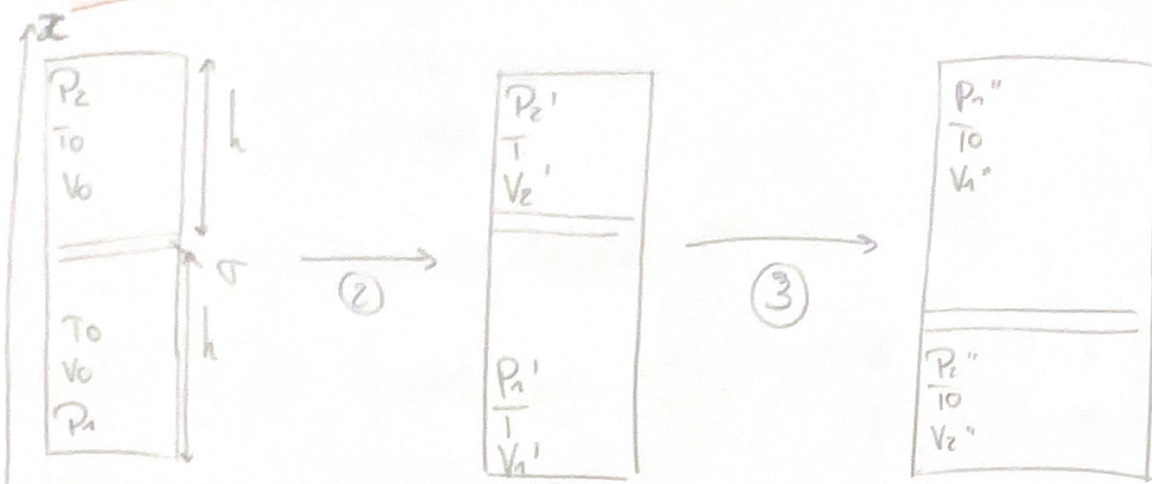
Ainsi
$$p_F = \frac{n R T_F}{V_0 + S \cdot x} = \frac{n R T_0}{V_0 - S \cdot x} \quad \Leftrightarrow \frac{V_0 + S \cdot x}{T_F} = \frac{V_0 - S \cdot x}{T_0}$$

$$\Leftrightarrow V_0 T_0 + S \cdot x T_0 = V_0 T_F - S \cdot x T_F$$

$$x (S T_0 + S T_F) = V_0 (T_F - T_0)$$

$$x = \frac{V_0}{S} \cdot \frac{T_F - T_0}{T_0 + T_F} = \underline{\underline{3,85 \text{ cm} = x}}$$

* Exercice 2 :



① On fait un bilan des forces sur le piston :

$$m \cdot \vec{a} = \vec{0} = \vec{f}_{p1} + \vec{f}_{p2} + \vec{p}$$

$$\text{sur } \vec{u}_x \quad 0 = +p_1 \cdot S + p_2 \cdot S - \sigma \cdot S \cdot g$$

$$\text{Donc } p_2 = p_1 - \sigma \cdot g$$

$$p_2 = 1,20 \text{ bar}$$

② L'équilibre mécanique est toujours présent donc $p_2' = p_1' - \sigma g$ (1)

On a aussi conservation de la matière donc

$$\begin{cases} n_0 = \frac{p_1 V_0}{R T_0} = \frac{p_1' V_1'}{R T} = \frac{p_1' (h+x) S}{R T} \Leftrightarrow p_1' = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{h}{h+x} \cdot p_1 \\ n_2 = \frac{p_2 V_0}{R T_0} = \frac{p_2' V_2'}{R T} = \frac{p_2' (h-x) S}{R T} \Leftrightarrow p_2' = p_2 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{h}{h-x} \end{cases}$$

$$(1) \quad p_2 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{h}{h-x} = p_1 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{h}{h+x} - \sigma g$$

$\times T(h-x)(h+x)$
 $(h^2 - x^2)$

$$\Leftrightarrow p_2 \cdot T \cdot h (h+x) = p_1 T h (h-x) - \sigma g T_0 \overbrace{(h-x)(h+x)}^{(h^2 - x^2)}$$

$$\Leftrightarrow \sigma g T_0 x^2 - (p_1 + p_2) T h \cdot x - \sigma g T_0 h^2 + T h^2 \overbrace{\left(\frac{\sigma g}{p_1 - p_2} \right)}^{\sigma g} = 0$$

Finalment: $x^2 \cdot \sigma g \bar{\Gamma}_0 - x \cdot (p_1 + p_2) T h + \sigma g h^2 (T - \bar{\Gamma}_0) = 0$

Les solutions: $x = 13 \text{ m}$ (impossible)
 $x = 7,1 \text{ mm}$

③ L'équilibre mécanique devient: $p_2'' = p_1'' + \sigma g$

Le même calcul devient; avec $T = \bar{\Gamma}_0$ et $\begin{cases} h_1' = h(S - x'') \\ h_2' = h(S + x'') \end{cases}$

$$\begin{cases} p_1'' = p_1 \cdot \frac{h}{h - x''} \\ p_2'' = p_2 \cdot \frac{h}{h + x''} \end{cases} \Rightarrow p_2 \frac{h}{h + x''} = p_1 \frac{h}{h - x''} + \sigma g$$

Ainsi $p_2 h (h - x'') - p_1 h (h + x'') - \sigma g (h^2 - x''^2) = 0$

$$\sigma g x''^2 - x'' \cdot h (p_1 + p_2) - \underbrace{\sigma g h^2 + h^2 \left(\frac{-\sigma g}{p_2 - p_1} \right)}_{-2 \sigma g h^2} = 0$$

On trouve $x'' = 9,5 \text{ m}$ (impossible)
 $x'' = -5,2 \text{ cm}$

* Exercice 4

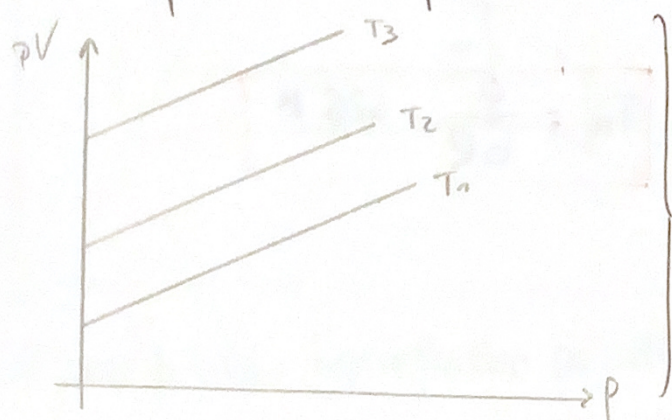
① Gaz parfait : molécules ponctuelles sans interactions. $pV = nRT$

② a) - $p(V_m - b) = RT$ grandeur molaire : on multiplie par n

$$p(V - nb) = nRT$$

b). Interactions négligées mais pas ponctuelles une mole occupe un volume b .

c). On peut écrire $pV = nRT + pnb$ si $T = \text{cte}$ on a :



on obtient nb en regardant la valeur de la pente.

d). Quand $p \rightarrow 0$ on obtient $pV = nRT$ ici des gaz parfaits.

* Exercice 5:

① On multiplie par n : $\left(p + \frac{a \cdot n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$ ($V_m = V/n$)

② b : volume propre

a : interaction entre molécules (attractive $\Rightarrow$ diminution)

③ On développe: $pV + \frac{an^2}{V} - pnb - \frac{abn^3}{V^2} = nRT$

$$pV \left(1 - \frac{nb}{V}\right) + \frac{an^2}{V} \left(1 - \frac{nb}{V}\right) = nRT$$

$$pV = \frac{nRT}{1 - \frac{nb}{V}} - \frac{an^2}{V} \quad \text{en divisant par } n: p \cdot V_m = \frac{RT}{1 - \frac{b}{V_m}} - \frac{a}{V_m}$$

note: si $\epsilon \ll 1$: $\frac{1}{1+\epsilon} \simeq 1-\epsilon$

Donc ici: $PV_m \simeq RT \left(1 + \frac{b}{V_m}\right) - \frac{a}{V_m}$

$$= RT \left[1 + \frac{b}{V_m} - \frac{a}{V_m RT} \right]$$

$$= RT \left[1 + \underbrace{\left(b - \frac{a}{RT}\right)}_{A(T)} \cdot \frac{1}{V_m} \right]$$

④ Gaz parfait: $p \cdot V_m = RT$

$\hookrightarrow A(T) = 0$

$= b - \frac{a}{RT} = 0 \Leftrightarrow \boxed{T_n = \frac{a}{bR} = 426 \text{ K.}}$

* Exercice 6

① $p_c \simeq 35 \text{ bar}$

$\theta_c \simeq 140^\circ \text{C}$ donc $T_c \simeq 130 \text{ K}$

② pour $p = 1 \text{ bar}$ et $\theta_c = 0^\circ \text{C}$ on est dans la partie droite: Gaz.

pour cette ordonnée on lit: $\boxed{v_1 \simeq 0,85 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}}$

avec loi gp: $pV = nRT$
 $= \frac{m}{M} RT$ donc $v = \frac{V}{m} = \frac{pRT}{M} = \boxed{0,81 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}}$

$\hookrightarrow$ modèle du gp convient pas trop mal

③ pour $p = 1 \text{ bar}$ on est au dessus de l'isotherme $\theta = -200^\circ \text{C}$ donc on a $\boxed{\theta = -190^\circ \text{C}}$

$\boxed{T = 80 \text{ K}}$

④ On utilise le théorème des moments:

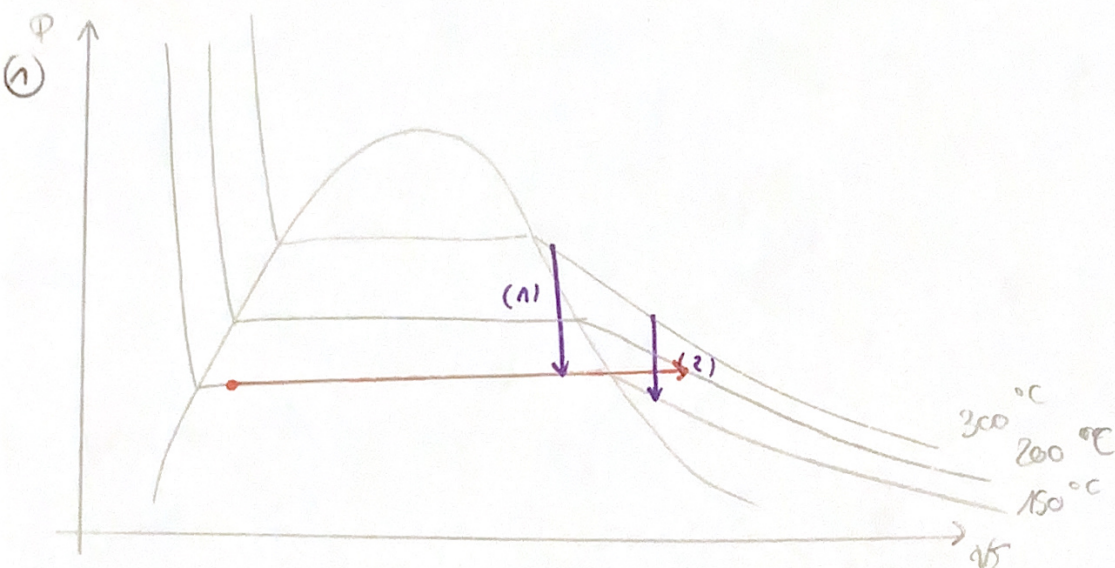
$x_{\text{g}} = \frac{v - v_{\text{L}}}{v_{\text{g}} - v_{\text{L}}} = \frac{6,0 \cdot 10^{-3} / 0,750 - 1,3 \cdot 10^{-3}}{0,22 - 1,3 \cdot 10^{-3}} = 0,031 = 3,1\% \text{ gaz} \rightarrow \boxed{23 \text{ g}}$
 $\quad \quad \quad 96,9\% \text{ liq} \rightarrow \boxed{1727 \text{ g}}$

⑤ Recipient non isolé parfaitement $\Rightarrow$ ébullition $\Rightarrow$ pertes.

On mesure la masse qui correspond au volume donné

$$m_{\text{perdue}} = \frac{V_{\text{perdue}}}{v_l} = \underline{92 \text{ g}}$$

* Exercice 7



a). 2 possibilités : liquéfaction partielle ou non

b). (1) Si liquéfaction partielle: $p_g = p_{\text{sat}}(T)$

On regarde le volume massique: $v = \frac{V}{m} = \frac{V}{n \pi} = \frac{R T_i}{p_i \pi} = 0,265 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$

Théorème des moments: $x_g = \frac{v - v_l}{v_g - v_l} = 0,673 = \underline{67,3 \%}$

(2) Si aucune liquéfaction: comme $V = \text{cte}$ et $n = \text{cte}$ on a $\frac{T}{P} = \text{cte}$

donc $p_g = p_i \cdot \frac{T_g}{T_i} = 10,0 \cdot \frac{423}{573} = 7,38 \text{ bar} > p_{\text{sat}}(T_g)$

$\Rightarrow$ impossible, pour avoir de la vapeur sèche il faut $p < p_{\text{sat}}$

② a) $m = m_g + m_l = \frac{V_g}{v_g} + \frac{V_l}{v_l} = \underline{94 \text{ kg}}$

b) - Loi gaz parfait: $V_g = \frac{n R T_g}{p_g} = \frac{m R T_g}{\pi p_g} = \underline{43 \text{ m}^3}$