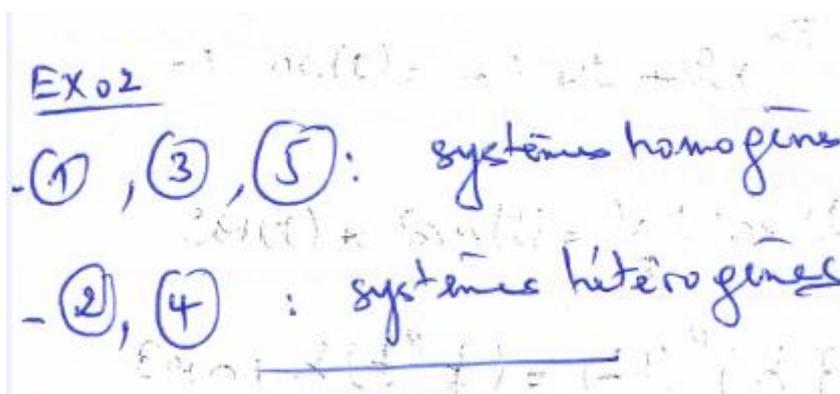
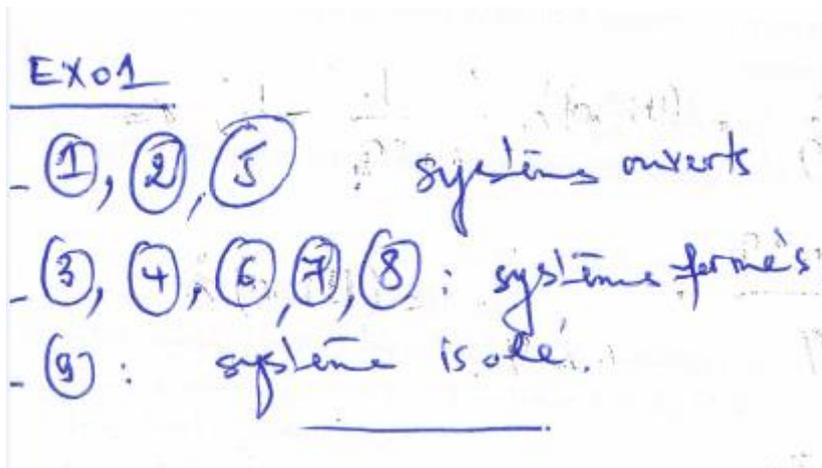


## Solution de la série 01



### Exo 4:

- Longueur: mètre (m), micron ( $\mu\text{m}$ ), angström ( $\text{Å}$ ), millimètre (mm), nanomètre (nm)
- Énergie: électronvolt (eV), joule (J), calorie (cal), kilocalorie (kcal)
- masse: kilogramme (kg), gramme (g), tonne
- Temps: seconde (s), minute (min)
- pression: atmosphère (atm), pascalle (Pa), bar (bar), torr (torr)
- Volume: mètre cube ( $\text{m}^3$ ), litre (L)
- Températures: Kelvin (K), degré celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )

• longueur:  $1 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$ ,  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ,  $1 \text{ \mu m} = 10^{-6} \text{ m}$ .

• Energie:  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ,

$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$ ,  $1 \text{ kcal} = 4180 \text{ J}$

• masse:  $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ ,  $1 \text{ tonne} = 10^3 \text{ kg}$ .

• Temps:  $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

• pression:  $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $1 \text{ torr} = 133.3 \text{ Pa}$ .

• volume:  $1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$ .

• température:  $1^\circ \text{C} = 1 \text{ K}$   
mais l'origine n'est pas la

même  $Q_{\text{c\~{a}l}}$ :

$$t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$$

---

Exos = 1 - 1.000 - 2.100

La pression  $p$  de la colonne  
de mercure de la tube sur  
le mercure de la cuve est

$$p = \frac{m \cdot g}{S} = \boxed{\rho g h}$$

pour qu'il ait équilibre  
statique il faut que

$$p = \rho g h = 1 \text{ atm}$$

$$\text{d'où: } h = \frac{1,013 \cdot 10^5}{13590 \cdot 9,81}$$

$$= \boxed{0,760 \text{ m}}$$

Ex 06

$$1- \delta Q = -\frac{RT}{P} dp + C_p(T) dT$$

$$= A(T, P) dp + C_p(T) dT$$

si  $\delta Q$  est DTE alors:

$$\frac{\partial A}{\partial T} = \frac{\partial C_p}{\partial P} \quad \text{or}$$

$$\frac{\partial A}{\partial T} = -\frac{R}{P} \quad \text{et} \quad \frac{\partial C_p}{\partial P} = 0$$

d'où  $\delta Q$  n'est pas DTE.

$$2- ds = f(T) \delta Q \Rightarrow$$

$$ds = -\frac{RT}{P} f(T) dp + C_p(T) f(T) dT$$

$$(4) ds \text{ DTE} \Rightarrow \frac{\partial}{\partial T} \left( -\frac{RT}{P} f(T) \right) = \frac{\partial}{\partial P} (C_p f(T))$$

$$\Rightarrow \frac{df}{f} + \frac{dT}{T} = 0 \Rightarrow \boxed{f(T) = \frac{a}{T}}$$

### EX 07

C.N de température et de pression

$$T_0 = 273,15 \text{ K} \text{ et } p_0 = 1 \text{ atm} \\ (1 \text{ atm}) \cdot V_m = n \cdot R \cdot T = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot V_m$$

le volume molaire d'un gaz  
ds le C.N et.

$$V_m = 22,414 \text{ l/mol}$$

alors en appliquant l'éq  
d'état du g.p on obtient:

$$R = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 22,414 \cdot 10^{-3}}{273,14} = \boxed{8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

ou bien:

$$R = \frac{1 \cdot 22,414}{273,14} = \boxed{0,082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$= \boxed{1,987 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 2 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$1 \text{ l} \cdot \text{atm} = \frac{8,314}{0,082} = \boxed{101,325 \text{ J}}$$

$$= \frac{1,987}{0,082} = \boxed{24,22 \text{ cal}}$$

### Ex 08

$$f(p, v, T) = 0 \Rightarrow df = 0 \Rightarrow$$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{v,p} dT + \left(\frac{\partial f}{\partial v}\right)_{T,p} dv + \left(\frac{\partial f}{\partial p}\right)_{v,T} dp = 0 \quad (1)$$

or  $f(p, v, T) = 0$  donne aussi:

$$dp = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v dT + \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T dv \quad (2)$$

$$\text{et } dv = \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T dp \quad (3)$$

(1) et (2) et (3) donnent:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v = - \frac{\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{v,p}}{\left(\frac{\partial f}{\partial p}\right)_{v,T}} = \frac{1}{\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v} \quad (4)$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p = - \frac{\left(\frac{\partial f}{\partial v}\right)_{T,p}}{\left(\frac{\partial f}{\partial p}\right)_{v,T}} \quad (5)$$

$$\left(\frac{\partial v}{\partial p}\right)_T = - \frac{\left(\frac{\partial f}{\partial p}\right)_{T,v}}{\left(\frac{\partial f}{\partial v}\right)_{T,p}} = \frac{1}{\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T} \quad (6)$$

$$(4) \times (5) \times (6) \Rightarrow \left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T \cdot \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_p \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_v = -1$$

en tenant compte des définitions de  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\chi_T$  on aura:

$$\boxed{\frac{\alpha}{\beta \chi_T} = 1} \quad (7)$$

2-a- le g.p. vérifie l'équation d'état:

$$pV = nRT$$

on trouve facilement que:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{T} \quad \text{et} \quad \chi_T = \frac{1}{p}$$

② on peut aisément vérifier la relation (7).

2-b. pour le gaz d'équation d'état

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

on démontre que :

$$\alpha = \frac{nR}{pV}, \quad \beta = \frac{1}{T}, \quad \chi_T = \frac{nRT}{p^2V}$$

on retrouve lui aussi la relation

(7).

3-

La relation (4) donne :

$$\beta = \frac{\alpha}{p \chi_T} \Rightarrow \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \frac{1}{T} \frac{\alpha}{\chi_T}$$

$$\Rightarrow \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \frac{\alpha}{\chi_T}$$

à volume constant nous avons :

$$\left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V = \frac{dp}{dT} \Rightarrow dp = \frac{\alpha}{\chi_T} dT$$

par intégration nous obtenons :

$$\Delta p = \frac{\alpha}{\chi_T} \Delta T \quad \text{avec } \Delta T = 1K \Rightarrow$$

$$\Delta p = \frac{\alpha}{\chi_T} = \frac{18 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 10^{-6}} \text{ atm} = \boxed{60 \text{ atm}}$$

### EX9

On applique l'équation d'état  
du g.p. ce qui donne:

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f} \Rightarrow V_f = \frac{T_f}{T_i} \frac{P_i}{P_f} V_i$$

$$\text{A.N.: } V_f = \frac{273,15}{273,15+22} \cdot \frac{752}{760} \cdot 8,2 = \boxed{7,5 \text{ l}}$$

### EX10

1. Transformation isochore entre l'hiver et  
l'été  $\Rightarrow \frac{P_h}{T_h} = \frac{P_e}{T_e} \Rightarrow P_e = \frac{T_e}{T_h} P_h$

$$\text{A.N.: } P_e = \frac{309,15}{268,15} \cdot 2 = \boxed{2,3 \text{ atm}}$$

2. variation relative:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{P_e - P_h}{P_h} = \frac{0,3}{2} = \boxed{15\%} \quad (3)$$

variation importante qui nécessite  
l'ajustement de p en été.

### Exo 11

En appliquant l'équation d'état

du g.p on obtient :

$$V_A = \frac{n_A R T_A}{P_A} = \frac{\frac{m_A}{M_A} R T_A}{P_A} = \frac{3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot 290,15}{6}$$

$$\Rightarrow V_A = 371,75 \text{ L}$$

de même on trouve :

$$V_B = \frac{n_B R T_B}{P_B} = \frac{200 \cdot 0,082 \cdot 320,15}{15}$$

$$\Rightarrow V_B = 359,03 \text{ L}$$

$$\text{donc: } V_E = V_A + V_B = 725,78 \text{ L}$$

$$n_E = 200 + 93,75 = 293,75 \text{ mol}$$

on utilise de nouveau l'éq d'état

mais avec dans l'état final

(par le mélange) :

$$P_f V_E = n_f R T_f \Rightarrow P_f = \frac{n_f R T_f}{V_E}$$

$$\text{ce qui donne: } \left. \begin{array}{l} P_f = 9,96 \text{ atm} \\ \approx 10 \text{ atm} \end{array} \right\}$$

### EX 12:

1. Calcul des nb de mols  $n_{CO_2}$  et  $n_{O_2}$ :

de l'eq d'état de l'É. i on tire:

$$n_{CO_2} = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{4.3}{0.082 \cdot 273.15} = \boxed{0.536 \text{ mol}}$$

$$n_{O_2} = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{6 \times 1}{0.082 \cdot 273.15} = \boxed{0.268 \text{ mol}}$$

d'où:  $x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_T} = 0.66 \approx \frac{2}{3}$  (4)

$$x_{O_2} = 1 - 0.66 = 0.33 \approx \frac{1}{3}$$

Calcul de la pression totale  
de mélange?

$$P_T V_T = n_T R T_1 \Rightarrow P_T = \frac{0.804 \cdot 0.082 \cdot 273.15}{4}$$

$$\Rightarrow P_T = \boxed{4.5 \text{ atm}}$$

donc:  $P_1 = x_{CO_2} P_T = \boxed{3 \text{ atm}}$

$$P_2 = x_{O_2} P_T = \boxed{1.5 \text{ atm}}$$

$$M_o = \frac{m_{\text{mél}}}{V_{\text{mél}}} = \frac{M_{CO_2} n_{CO_2} + M_{O_2} n_{O_2}}{V_T}$$

$$= \frac{32,16}{4} = \boxed{8,04 \text{ g/l}}$$

Req: on peut calculer  $P_1^l$  et  $P_2^l$   
à partir de :

$$P_1^l V_T = n_{CO_2} RT_1$$

$$P_2^l V_T = n_{O_2} RT_1$$

$$\text{et } P_T = P_1^l + P_2^l.$$

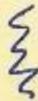
3 -  $P_T$  à  $15^\circ\text{C}$  :

$$V = \text{cte} \Rightarrow \frac{P_T^l}{T^l} = \frac{P_T}{T} \Rightarrow$$

$$P_T^l = \frac{T^l}{T} \cdot P_T = \frac{288,15}{273,15} \cdot 4,5 = \boxed{4,7 \text{ atm}}$$

$n_0 = n$  car le volume ne

change pas.



fin