Université Mohammed Boudiaf de M'sila
Faculté de technologie
Département de TC

Année universitaire 2020/2021
LMD S2
Socle commun

Solution de la série 01

Ex01

- 1, 2, 5 : systèmes ouverts
- 3, 4, 6, 7, 8 : systèmes fermés
- 9 : système isolé

Ex02

- 1, 3, 5 : systèmes homogènes
- 2, 4 : systèmes hétérogènes

Exo 4:

- Longueur: mètre (m), micron (μm), angström (Å), milimètre (mm), nanomètre (nm)

- Energie: électronvolt (eV), (J) Joule, calorie (cal), kilocalorie (kcal)

- masse: kilogramme (kg), gramme (g), tonne,

- Temps: seconde (s), minute (min)

- pression: atmosphère (atm), pascale (pa), bar (bar), torr (torr)

- volume: mètre cube (m^3), litre (l)

- Temperature: Kelvin (K), degré celsius (°c)

- Longueur : 1 µm = 10^{-6} m, 1 Å = 10^{-10} m
1 mm = 10^{-3} m, 1 nm = 10^{-9} m.
- Energie : 1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J,
1 cal = 4,18 J, kcal = 4180 J
- masse : 1 g = 10^{-3} kg, 1 tonne = 10^{3} kg.
- Temps : 1 min = 60 s
- pression : 1 atm = $1,013 \cdot 10^{5}$ Pa,
1 bar = 10^{+5} Pa, 1 torr = 133,3 Pa.
- volume : 1 l = 10^{-3} m^3.
- température : 1°C = 1K
mais l'origine n'est pas la même :
$t(°C) = T(K) - 273,15$

Exo 5 :

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

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

pour qu'il ait équilibre statique il faut que

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

d'où :

$$h = \frac{1{,}013 \cdot 10^{+5}}{13590 \cdot 9{,}81}$$

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

Ex06

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

$= A(T,p)\,dp + C_p(T)\,dT$

si δQ 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 δQ 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 DTE $\Rightarrow \frac{\partial}{\partial T}\left(-\frac{RT}{p}f(T)\right) = \frac{\partial}{\partial p}\left(C_p f(T)\right) = 0$

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

EX°7

C.N de température et de pression

$T_0 = 273,15\,K$ et $P_0 = 1\,atm$

$= 1,013 \cdot 10^{+5}\,Pa$

le volume molaire d'un gp

ds les CN est :

$V_m = 22,414\,l/mol$

alors en appliquant l'éq

d'état du g.p on tire :

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

ou bien :

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

$$= \boxed{1,987\,cal\,K^{-1} mol^{-1} \simeq 2\,cal\,K^{-1} mol^{-1}}$$

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

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

Exo8

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(4)×(5)×(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 compt des définitions de α, β et χ_T on aura :

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

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

$pV = nRT$

on trouve facilement que :

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

2) on peut aisément vérifier la relation (7).

2-b. pour le gaz d'équation d'état

$p(V-nb) = nRT$

on démontre que :

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

on retrouve là aussi la relation (7).

3-

La relation (7) donne :

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

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

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 :

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

$\Delta p = \frac{\alpha}{\chi_T} = \frac{18.10^{-5}}{3.10^{-6}}$ atm $= \boxed{60\text{ atm}}$

Ex 9

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

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

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

Ex 10

1_ transformation isochore entre l'hiver et l'été $\Rightarrow \frac{P_h}{T_h} = \frac{P_e'}{T_e'} \Rightarrow P_e' = \frac{T_e'}{T_h} \cdot P_h$

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

2_ variation relative : (3)

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

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

Exo 11

En appliquant l'équation d'état du g.p on obtient :

$$V_A = \frac{n_A R T_A}{P_A} = \frac{\frac{m_A}{M_A} R T_A}{P_A} = \frac{\frac{3.10^3}{32} \cdot 0,082 \cdot 290,15}{6}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_A = 371,75\ l}$$

de m̂ on trouve :

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

$$\Rightarrow \boxed{V_B = 350,03\ l}$$

donc : $V_t = V_A + V_B = \boxed{725,78\ l}$

$$n_t = 200 + 93,75 = \boxed{293,75\ mol}$$

on utilise de nouveau l'éq d'état nous aura dans l'état final (par le mélange) :

$$P_f V_t = n_t R T_f \Rightarrow P_f = \frac{n_t R T_f}{V_t}$$

ce qui donne : $\boxed{P_f = 9,96\ atm \simeq 10\ atm}$

EX **12** :

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

de l'eq d'etat ds l'E.i on tire :

$$n_{CO_2} = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = \frac{4.3}{0{,}082.273{,}15} = \boxed{0{,}536\ mol}$$

$$n_{O_2} = \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{6 \times 1}{0{,}082.273{,}15} = \boxed{0{,}268\ mol}$$

d'où : $x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_t} = 0{,}66 \simeq 2/3$ (4)

$$x_{O_2} = 1 - 0{,}66 = 0{,}33 \simeq 1/3$$

Calcul de la pression totale du mélange :

$$P_t V_t = n_t R T_1 \Rightarrow P_t = \frac{0{,}804 . 0{,}082 . 273{,}15}{4}$$

$$\Rightarrow P_t = \boxed{4{,}5\ atm}$$

donc : $P_1' = x_{CO_2} P_t = \boxed{3\ atm}$

$$P_2' = x_{O_2} P_t = \boxed{1{,}5\ atm}$$

$$\mu_0 = \frac{m_{tot}}{V_{tot}} = \frac{M_{CO_2} n_{CO_2} + M_{O_2} n_{O_2}}{V_t}$$

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

Rq : on peut calculer P'_1 et P'_2 à partir de : $P'_1 V_t = n_{CO_2} RT_1$

$P'_2 V_t = n_{O_2} RT_1$

et $P_t = P'_1 + P'_2$.

3 – P'_t à 15°C :

$V = cte \Rightarrow \frac{P'_t}{T'} = \frac{P_t}{T} \Rightarrow$

$P'_t = \frac{T'}{T} \cdot P_t = \frac{288,15}{273,15} \cdot 4,5 = \boxed{4,7\ atm}$

$\mu'_0 = \mu_0$ car le volume ne change pas.

fin