

SERIE DE TD NO 1
 Corrigé - type

EXERCICE 1:

Grandeur	Dimension	unité [MKSA]
Surface A : L x L	L^2	m^2
Volume V : L x L x L	L^3	m^3
vitesse v : L/T	L/T	m/s
Accélération γ : L/T^2	L/T^2	m/s^2
Force : F (*)	$M \cdot L \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$: Newton
Travail : W = F \cdot L	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$: Joule
Pression P : $\frac{F}{A}$	$M L^{-1} T^{-2}$	$kg m^{-1} s^{-2}$: Pascal
P \cdot V	$M L^2 T^{-2}$	$kg m^2 s^{-2}$: Joule

Remarque :

(*) La force (F) est une action mécanique capable de créer une accélération, c'est-à-dire une modification de la vitesse d'un objet ce qui induit un déplacement ou une déformation de cet objet; $F = \frac{dP}{dt} = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = m \cdot \gamma$

2) Un gaz parfait est un gaz constitué de particules de dimension nulle, sans interaction. C'est un état hypothétique du modèle vers lequel tendent les gaz réels à des pressions très basses et à hautes températures.

* L'équation d'état des gaz parfaits et la suivante :

$$P \cdot V = n R T$$

Pression \leftarrow P \leftarrow \rightarrow Température absolue.
 \downarrow \rightarrow Cte des GP
 le volume occupé par le gaz \rightarrow nbre de moles

* Selon la proposition d'Avogadro, 1 mole de GP occupe dans les conditions normales $\{ (T = 0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}) \text{ et } (P = 1 \text{ atmosphère}) \}$, un volume de 22,4 l.

$$PV = nRT \Rightarrow R = \frac{PV}{n \cdot T}$$

$$\Rightarrow [R] = \frac{\text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2}}{\text{mol} \cdot ^\circ\text{K}}$$

$$[R] = \text{ML}^2 \text{T}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{équation aux} \\ \text{dimensions de R} \end{array} \right\}$$

* Valeur de la constante des GP :

- En l.atm. $^\circ\text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$: $R = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ l}}{1 \text{ mol} \cdot 273^\circ\text{K}} = 0,082 \text{ l.atm.K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

- En SI : $R = \frac{1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ mol} \cdot 273^\circ\text{K}} = 8,314 \cdot \text{J.K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

- En CGS : $R = \frac{1,01325 \cdot 10^6 \text{ barye} \cdot 22,4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ mol} \cdot 273^\circ\text{K}} = 8,131 \cdot 10^7 \text{ erg}^\circ\text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$

- En Cal $^\circ\text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ cal} \longrightarrow 4,18 \text{ J} \\ R \longrightarrow 8,314 \text{ J} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ cal} \\ R \end{array}} \right\} \begin{array}{l} R = 1,98 \text{ cal}^\circ\text{K}^{-1} \text{mol}^{-1} \\ R = 2 \text{ cal}^\circ\text{K}^{-1} \text{mol}^{-1} \end{array}$$

Sachant que :

$$\left| \begin{array}{l} 1 \text{ atm} = 1,01325 \cdot 10^5 \text{ Pa} \\ \quad = 760 \text{ mm Hg} \end{array} \right.$$

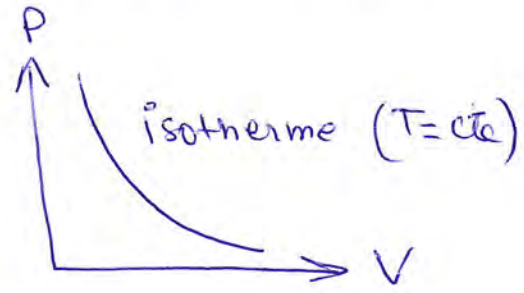
$$\left| \begin{array}{l} 1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J} \\ 1 \text{ l} = 10^3 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 \end{array} \right.$$

$$1 \text{ Pa} = 10 \text{ barye (CGS)}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,9869 \text{ atm} = 750,0638 \text{ Torr}$$

EXERCICE 2 =

- Par l'application de la loi de Boyle-Mariotte : A une température constante, pour une masse donnée de gaz parfait, le produit $P \cdot V = cte$ (cette loi se traduit graphiquement par une hyperbole appelée isotherme de gaz parfait).



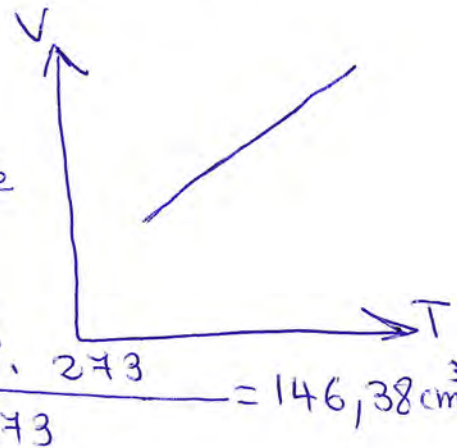
Alors! à $T = cte$: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{800 \cdot 200 \text{ cm}^3}{765} = 209,15 \text{ cm}^3$$

- Loi de Gay-Lussac : A pression constante, le volume d'un gaz est proportionnel à la température absolue.

$$V = \left(\frac{nR}{P} \right) T \Rightarrow \frac{V}{T} = cte$$

La droite $V = f(T)$ est appelée : Isobare



A.N. : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{200 \text{ cm}^3 \cdot 273}{373} = 146,38 \text{ cm}^3$

- Loi de Charles : A $V = cte$, la pression d'un gaz est proportionnelle à la température.

$$PV = nRT \Rightarrow P = \left(\frac{nR}{V} \right) T$$

$$\Rightarrow \frac{P}{T} = cte$$

La transformation à V constant décrit les droites $P = f(T)$. Cette transformation est dite isochore.

A.N. : $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = T_2 \cdot \frac{P_1}{T_1} = 5,42 \text{ atm}$.

EXERCICE 3:

• de nombre de moles:
$$\begin{cases} n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{0,15 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0,075 \text{ mol} \\ n_{NH_3} = \frac{m_{NH_3}}{M_{NH_3}} = \frac{0,34 \text{ g}}{17 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ mol} \end{cases}$$

• des fractions molaires:
$$\begin{cases} X_{H_2} = \frac{0,075}{0,075 + 0,02} = 0,8 \\ X_{NH_3} = \frac{0,02}{0,075 + 0,02} = 0,2 \end{cases}$$

Sachant que:
$$X_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} = \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

$$\sum_i X_i = 1$$

• des pressions partielles:
$$\begin{cases} P_{H_2} = X_{H_2} \cdot P_T = 0,8 \text{ atm} \\ P_{NH_3} = X_{NH_3} \cdot P_T = 0,2 \text{ atm} \end{cases}$$

($P_T = 1 \text{ atm}$)

• Le volume total du mélange:

$$P_T V_T = n_T R T \Rightarrow V_T = \frac{n_T R T}{P_T} = \frac{(0,02 + 0,075) \cdot 0,082 \cdot 300}{1}$$

$$\Rightarrow V_T = 0,337 \text{ l}$$

EXERCICE 4:

$$\text{On a: } P_{\text{eq}} V_T = n_T R T_{\text{eq}} \Rightarrow P_{\text{eq}} = \frac{n_T R T_{\text{eq}}}{V_T}$$

$$* n_T = n_A + n_B = \frac{3000 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} + 200 \text{ mol} = 293,75 \text{ mol}$$

$$* V_T = V_A + V_B$$

$$\begin{cases} P_A V_A = n_A R T_A \Rightarrow V_A = \frac{93,75 \cdot 0,082 \cdot (17 + 273)}{6} = 371,6 \text{ l} \\ P_B V_B = n_B R T_B \Rightarrow V_B = \frac{200 \cdot 0,082 \cdot (47 + 273)}{15} = 349,9 \text{ l} \end{cases}$$

Alors:
$$P_{\text{eq}} = \frac{293,75 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{721,4 \text{ l}}$$

$$P_{\text{eq}} = 10,02 \text{ atm}$$

EXERCICES: $\left\{ \begin{array}{l} H_2 \equiv 1 \\ N_2 \equiv 2 \end{array} \right\}$

1°) La pression totale (à l'équilibre) =

$$\text{On a : } P_T V_T = n_T RT = (n_1 + n_2) RT$$

$$\text{avec : } \left\{ \begin{array}{l} n_1 = \frac{P_1 V_1}{RT_1} \\ n_2 = \frac{P_2 V_2}{RT_2} \end{array} \right. \Rightarrow P_T V_T = \left(\frac{P_1 V_1}{RT} + \frac{P_2 V_2}{RT} \right) RT$$
$$P_T V_T = P_1 V_1 + P_2 V_2$$

$$\text{alors : } P_T = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V_T}$$

$$\text{A.N: } P_T = \frac{(10 \times 2 + 7 \times 4) \text{ l.atm}}{(2+4) \text{ l}}$$

$$P_T = 8 \text{ atm.}$$

2°) Calcul des fractions molaires et des pressions partielles de chaque gaz :

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} X_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_T} = \frac{P_1 V_1}{P_1 V_1 + P_2 V_2} = 0,417 \\ X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1 + P_2 V_2} = 0,583 \end{array} \right.$$

$$\bullet \left\{ \begin{array}{l} P_{H_2} = X_{H_2} \cdot P_T = 0,417 \cdot 8 \text{ atm} = 3,336 \text{ atm} \\ P_{N_2} = X_{N_2} \cdot P_T = 0,583 \cdot 8 \text{ atm} = 4,664 \text{ atm} \end{array} \right.$$

EXERCICE 6 :

• la fonction d'état est une grandeur physique dont la valeur est déterminée pour chaque état du système, et dont la variation, lorsque un système passe d'un état à un autre, est indépendante de la façon dont le système évolue réellement.

• Mathématiquement, F est une fct d'état signifie que

L'on peut écrire sa différentielle rais-d-vis des variables d'état comme une différentielle totale exacte (DTE) notée d .

Soit $F(x, y)$

$$dF = \underbrace{\left(\frac{\partial F}{\partial x}\right)_y}_{A} dx + \underbrace{\left(\frac{\partial F}{\partial y}\right)_x}_{B} dy$$

$$\Rightarrow dF = A dx + B dy$$

La condition nécessaire et suffisante pour que dF soit une DTE (alors F est une fct d'état) est:

$$\left(\frac{\partial A}{\partial y}\right)_x = \left(\frac{\partial B}{\partial x}\right)_y$$

$$\Rightarrow \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial F}{\partial x}\right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial F}{\partial y}\right) \quad \text{alors: } \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial x} = \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}$$

• $P = \frac{nRT}{V} = \frac{RT}{V}$ ($n=1 \text{ mol}$) $\{P = f(V, T)\}$.

P est une fct d'état si: $\frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = \frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 P}{\partial T \partial V} = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{\partial (RT/V)}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial T} \left(-\frac{RT}{V^2}\right) = -\frac{R}{V^2} \\ \frac{\partial^2 P}{\partial V \partial T} = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial (RT/V)}{\partial T}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{R}{V}\right) = -\frac{R}{V^2} \end{array} \right.$$

$\Rightarrow P$ est une fonction d'état.

• $T = \frac{PV}{R}$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial^2 T}{\partial P \partial V} = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{\partial (PV/R)}{\partial V}\right) = \frac{\partial}{\partial P} \left(\frac{P}{R}\right) = \frac{1}{R} \\ \frac{\partial^2 T}{\partial V \partial P} = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{\partial (PV/R)}{\partial P}\right) = \frac{\partial}{\partial V} \left(\frac{V}{R}\right) = \frac{1}{R} \end{array} \right.$$

$\Rightarrow T$ est fct d'état

• $V = \frac{RT}{P}$: $\frac{\partial^2 V}{\partial T \partial P} = \frac{\partial^2 V}{\partial P \partial T} = -\frac{R}{P^2} \Rightarrow V$ est fct d'état.

EXERCICE 7:

On a: $P_1 V_1 = n_1 RT$ (Pour le ballon 1)

$P_2 V_2 = n_2 RT$ (" " " 2)

$P_3 V_3 = n_3 RT$ (" " " 3)

\vdots
 $P_i V_i = n_i RT$ (Pour le ballon i)

$$\Rightarrow P_1 V_1 + P_2 V_2 + P_3 V_3 + \dots + P_i V_i = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i) RT$$

Sachant que: $P_1 = P_2 = P_3 = \dots = P_i$

$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_i$

et $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_i = n_T$

Alors: $i (P_1 V_1) = n_T RT$

$$\Rightarrow i (P_1 V_1) = P_T V_T$$

$$\text{alors: } i = \frac{P_T V_T}{P_1 V_1} = \frac{202 \times 102 \text{ atm}}{82 \times 1,2 \text{ atm}}$$

$$i = 212,5.$$

EXERCICE 8:

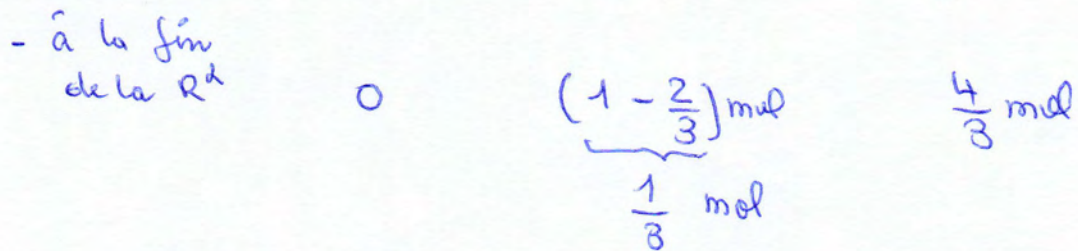
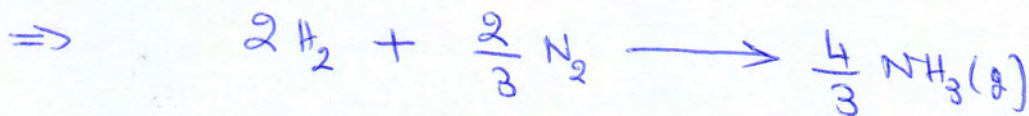
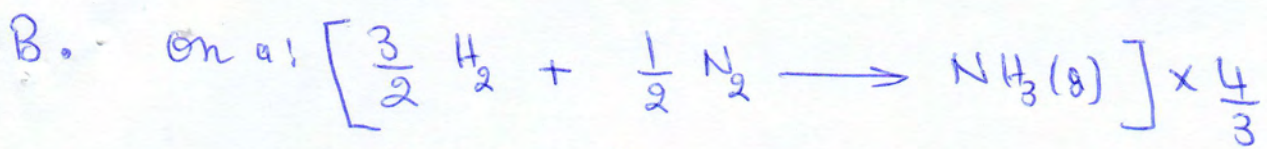
A. les fractions molaires de H_2 et N_2 :

$$X_{H_2} = \frac{n_{H_2}}{n_T} = 0,66 \quad , \quad X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_T} = 0,33.$$

• les pressions partielles:

$$P_{H_2}^* = \frac{n_{H_2} RT}{V_T} = 2 \text{ atm} \quad , \quad P_{N_2}^* = \frac{n_{N_2} RT}{V_T} = 1 \text{ atm}$$

$$\Rightarrow \text{La pression totale: } P_T = P_{H_2}^* + P_{N_2}^* = 3 \text{ atm.}$$



$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} P_{\text{N}_2}'' = \frac{n_{\text{N}_2} \times RT}{V_T} = 0,33 \text{ atm} \\ P_{\text{NH}_3}'' = \frac{n_{\text{NH}_3} \times RT}{V_T} = 1,33 \text{ atm} \end{array} \right.$

$\Rightarrow P_T = P_{\text{N}_2}'' + P_{\text{NH}_3}'' = 1,66 \text{ atm}$