



# Chimie

## Chapitre 2

**Les grandeurs physiques liées  
aux quantités de matière**

المقادير الفيزيائية المرتبطة بكميات المادة

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 1- Rappel : la mole



- La mole est la quantité de matière d'un système contenant un nombre d'entités élémentaires (atomes, molécules, ions, électrons ...) égal au nombre d'atomes dans les **12g** de carbone 12.
- la quantité de matière est notée « **n** », et son unité est notée « **mol** »

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 1- Rappel : la mole



- La constante d'Avogadro  $N_A$  exprime le nombre des particules dans **une mole** où:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .
- Pour un échantillon donné d'une substance, contenant  $N$  nombre des particules  $X$ , la quantité de matière de cet échantillon est :

$$n(X) = \frac{N}{N_A}$$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 2- La quantité de matière et la masse :

- La quantité de matière  $n(X)$  d'un échantillon de masse  $m(X)$  composé par une espèce chimique  $X$  de masse molaire  $M(X)$  est :

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 2- La quantité de matière et la masse :

### Application 1:

- Calculer la quantité de matière contenue dans un échantillon de :

1) 2 g de cuivre  $Cu$ .

2) 15 g de dioxyde de carbone  $CO_2$

Données:  $M(O)=16 \text{ g.mol}^{-1}$     $M(C)=12 \text{ g.mol}^{-1}$     $M(Cu)=63,5 \text{ g mol}^{-1}$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 3- La quantité de matière et le volume:

### a) La masse volumique et la densité :

- La masse volumique  $\rho$  d'une espèce chimique  $X$  est égale au quotient d'un échantillon de masse de cette espèce chimique par le volume qu'il occupe.  $\rho = \frac{m}{V}$
- La densité  $d$  d'un corps solide ou liquide est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence ( l'eau).  $d = \frac{\rho}{\rho_e} = \frac{m}{m_e}$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 3- La quantité de matière et le volume:

### b) la quantité de matière et le volume:

- On définit la quantité de matière  $n(X)$  d'une espèce chimique  $X$  de volume  $V$  de masse molaire  $M(X)$ , de masse volumique  $\rho$  et de densité  $d$  par la relation suivante :

$$n(X) = \frac{m}{M(X)} = \frac{\rho \cdot V}{M(X)} = \frac{d \cdot \rho_e \cdot V}{M(X)}$$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 4 - La quantité de matière et la concentration molaire

- La concentration molaire  $C$  d'une solution est la quantité de matière de soluté  $X$  dissous par litre de solution. Son unité est le  $\text{mol/L}$ .
- On la calcule par la relation :  $C = \frac{n(X)}{V}$
- Donc la quantité de matière est  $n(X) = C \cdot V$

# I – Détermination de la quantité de matière d'un corps solide ou liquide :

## 4 - La quantité de matière et la concentration molaire

### Remarque:

- La relation entre la concentration molaire  $C$  et la concentration massique :
- On a  $C = \frac{n(X)}{V}$  et  $n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$  Donc  $C = \frac{m(X)}{V \cdot M(X)}$
- et puisque  $C_m = \frac{m(X)}{V}$
- Alors:  $C = \frac{C_m}{M(X)}$  et  $n(X) = C \cdot V = \frac{C_m \cdot V}{M(X)}$

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 1- La quantité de matière et le volume d'un gaz:

#### a) La loi d'Avogadro-Ampère:

- A température et pression données, le volume occupé par une mole de gaz est indépendant de la nature du gaz.

#### b) Le volume molaire:

- Le volume molaire d'un gaz est *le volume occupé* par *une mole* de ce gaz dans des conditions de pression et de température données.
- Le volume molaire d'un gaz note  $V_m$ , et exprime en  $L \cdot mol^{-1}$ .

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 1- La quantité de matière et le volume d'un gaz:

- Dans les conditions normales ( $T=0^{\circ}\text{C}$  et  $P=1\text{atm}$ ):

$$V_m = V_0 = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$$

- Dans les conditions ordinaires ( $T=20^{\circ}\text{C}$  et  $P=1\text{atm}$ ):

$$V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$$

#### c) La quantité de matière et le volume d'un gaz:

- La quantité de matière d'un gaz (x) de volume  $V(x)$  est :

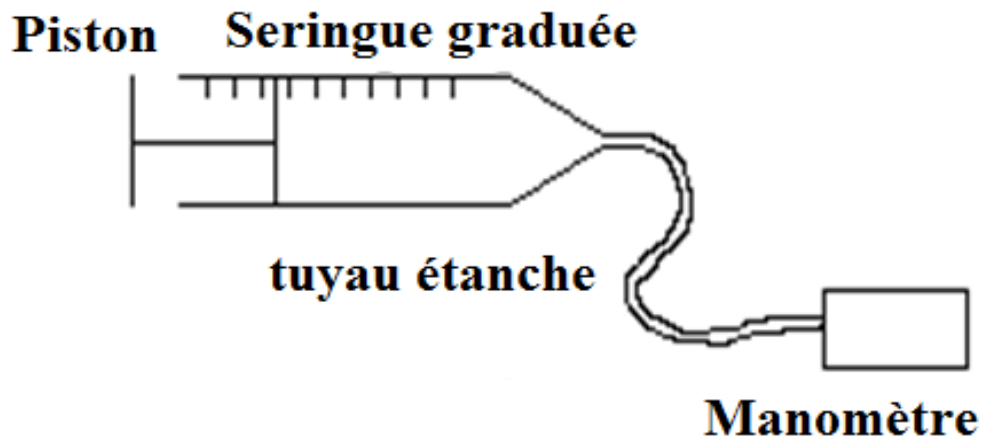
$$\begin{cases} 1\text{mol} \rightarrow V_m \\ n(x) \text{ mol} \rightarrow V(x) \end{cases} \Leftrightarrow n(x) = \frac{V(x)}{V_m}$$

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 2- Loi de Boyle-Mariotte:

#### a) Expérience :

- Considérons une seringue dont son extrémité est reliée par un tuyau à un manomètre pour mesurer la pression.
- Le piston mobile permet de diminuer le volume du gaz.



## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :



### 2- Loi de Boyle-Mariotte:

#### b) Tableau des mesures :

| $V(\text{ml})$     | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| $P \text{ (hpa)}$  | 100  | 74,9 | 60   | 50   | 42,8 |
| $P.V \text{ (SI)}$ | 1500 | 1498 | 1500 | 1500 | 1498 |

#### c) Remarques :

- On remarque que lorsque la pression de l'air dans la seringue augmente, le volume diminue et inversement.
- Le produit  $P.V$  reste constant ( $P.V=1500 = \text{cte}$ ).

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :



### 2- Loi de Boyle-Mariotte:

#### d) Conclusion : *Enoncé de la loi de Boyle-Mariotte*

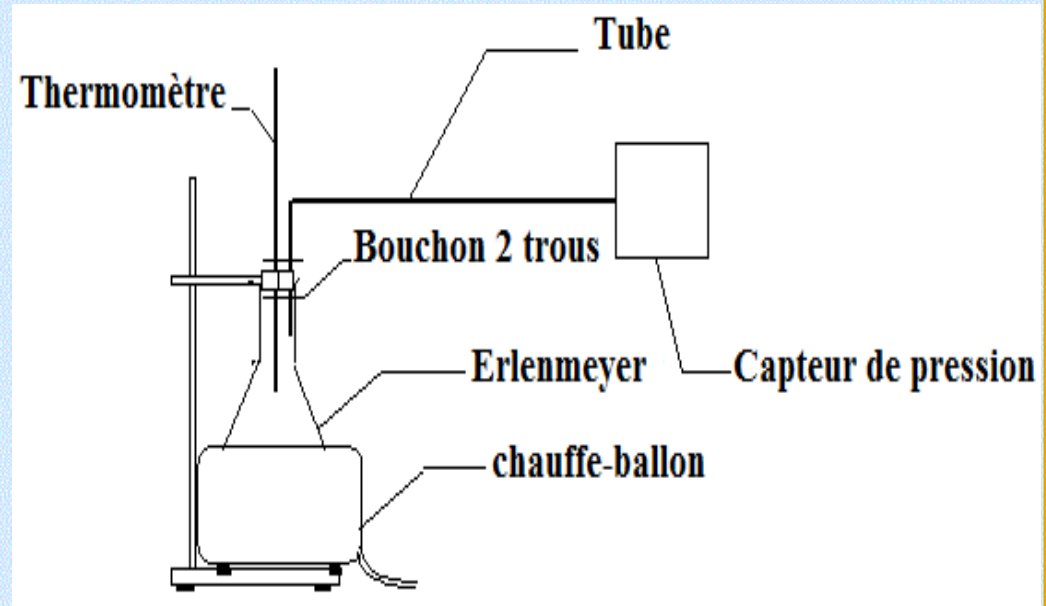
- A température constante et pour une quantité de gaz donnée, le produit de la pression  $P$  et le volume  $V$  occupé par ce gaz restent constants,  $P.V=cte$  .

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 3- Echelle absolue des températures:

#### a) Expérience :

- On chauffe l'air contenu dans l'erlenmeyer et à chaque instant on prend les valeurs de la température  $\theta$  (en  $^{\circ}\text{C}$ ) et de pression  $P$  (en hPa). On obtient les résultats suivants :



| $\theta (^{\circ}\text{C})$ | 0   | 20   | 45   |
|-----------------------------|-----|------|------|
| $p(\text{hPa})$             | 974 | 1009 | 1102 |

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 3- Echelle absolue des températures:

#### a) Expérience :

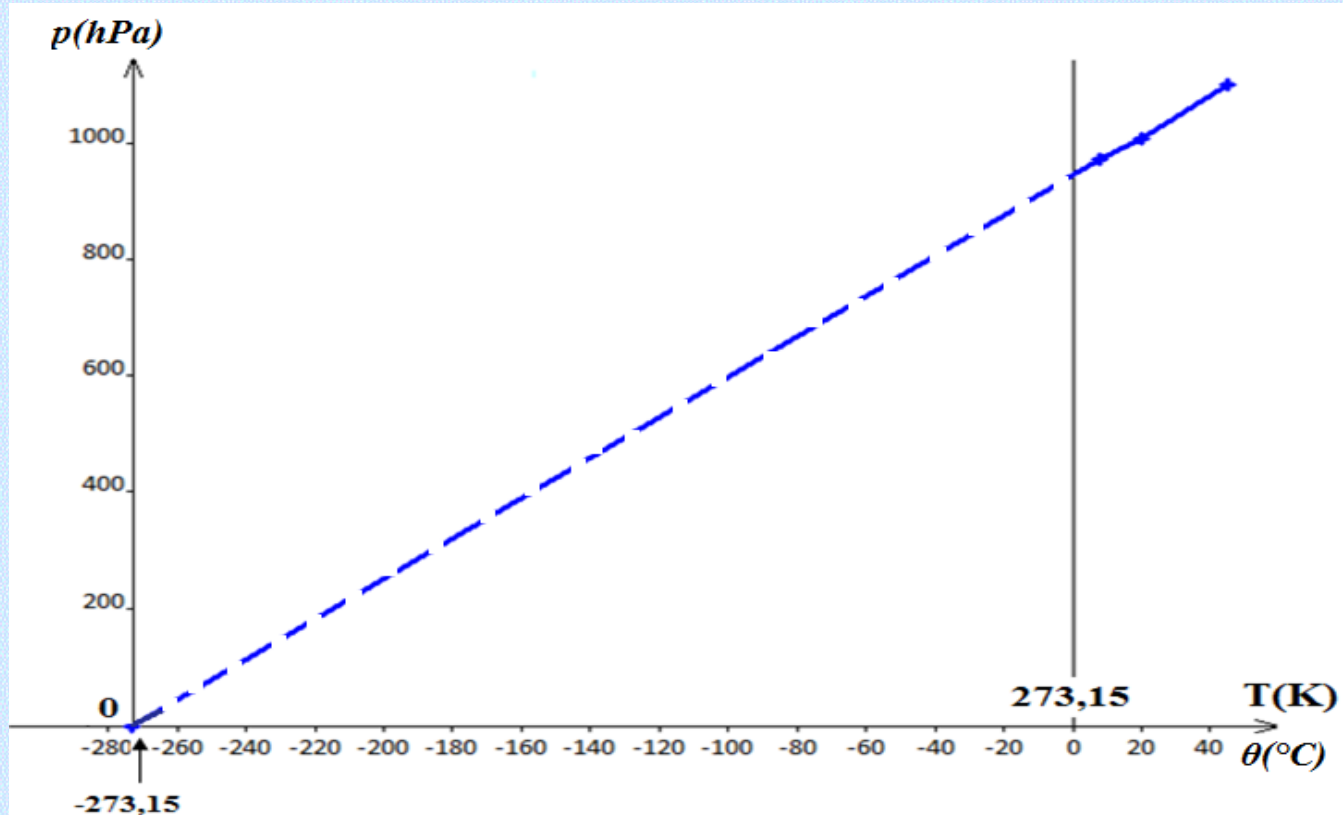
- On chauffe l'air contenu dans l'erlenmeyer et à chaque instant on prend les valeurs de la température  $\theta$  (en °C) et de pression  $P$  (en hPa). On obtient les résultats suivants :

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 3- Echelle absolue des températures:

b) Représentation graphique de  $p$  en fonction de  $\theta$  :

$p=f(\theta)$



## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 3- Echelle absolue des températures:

#### c) Interprétation :

- La pression  $p$  ne peut pas être négative : Soit elle existe et sa valeur est positive, soit elle est nulle !
- En effet, il semble que, en prolongeant la droite passant par tous les points expérimentaux, elle coupe l'axe des abscisses vers une température proche de  $-300^{\circ}\text{C}$ , en précisément  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 3- Echelle absolue des températures:

#### c) Interprétation :

- En Effectuant un changement d'axe en prenant comme origine ce point particulier pour lequel  $P = 0 \text{ hPa}$ , on obtient ce qu'on appelle l'échelle absolue des températures.
- On remplace l'axe de température  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$  par l'axe de température absolue  $T$  en *Kelvin* ( $K$ ), et on écrit :

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

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

### 4- L'équation d'état des gaz parfaits :

- Le gaz parfait est un gaz typique qui subit exactement la loi de Boyle-Mariotte et la loi d'Avogadro-Ampère.
- Les expériences ont montré que les variables d'état (P, V, T et n quantité de matière) d'un gaz sont liées entre eux par la relation suivante :  **$P.V=n.R.T$**  Ce que l'on appelle l'équation d'état des gaz parfaits où R est la constante des gaz parfaits avec  $R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
- et  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

## II – Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

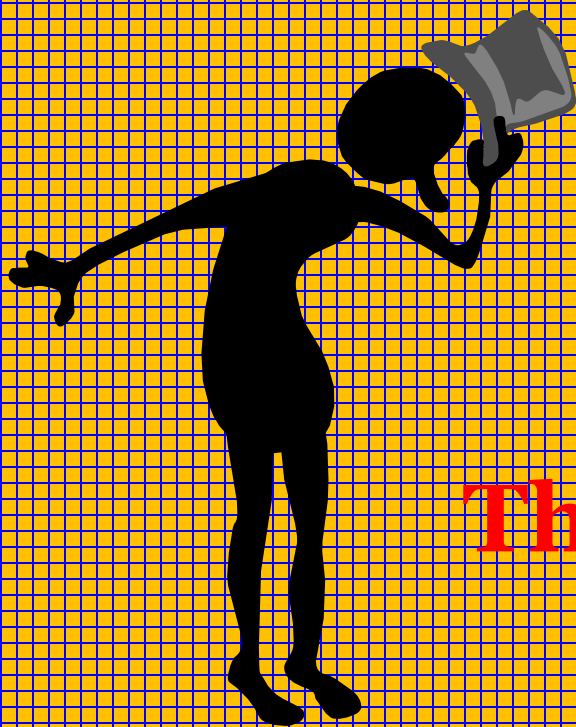
### 5- Densité d'un gaz :



- La densité d'un gaz par rapport à l'air dans les mêmes conditions de température et de pression, est définie

$$d = \frac{m}{m'} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} m: \text{masse d'un volume } V \text{ du gaz} \\ m': \text{masse du même volume } V \text{ d'air} \end{cases}$$

- et  $d = \frac{M}{29}$  avec  $M$ : la masse molaire de gaz



شكرا لكم على حسن اصغائكم

**Merci de votre attention**

**Thank you for your attention**