

Chapitre 1: La mole et les grandeurs molaires

المول والمقادير المولية

Situation de départ

Les chimistes manipulent quotidiennement des échantillons de matière qui contiennent un nombre très grand d'entités chimiques "microscopiques".

Comment font les chimistes pour compter ces entités ?



I- Notion de mole

1- Activité documentaire

❖ **Dénombrer un grand nombre d'entités identiques macroscopiques :**

Un lycée a besoin d'un million feuilles par an au format A4, l'intendant fait la commande chez un fournisseur.

① Déterminer approximativement combien de jours faut-il pour dénombrer ce nombre de feuilles ?

$$\Delta t = \frac{1000000}{60 \times 60 \times 24} = 11.6 \text{ jour}$$

② L'intendant va-t-il commander explicitement au fournisseur 1 million feuilles ? Pourquoi ?

Non, car ce n'est pas pratique de compter par feuille

③ Les feuilles sont rangées dans des boîtes contenant cinq rames, chaque rame comporte 500 feuilles. Proposer à l'intendant la plus simple méthode pour formuler sa commande.

Il est plus simple de commander les feuilles par boîtes, un million de feuilles

correspond à : $\frac{1000000}{5 \times 500} = 400 \text{ boîte}$



❖ **Dénombrer un grand nombre d'entités identiques microscopiques :**

④ Une pièce de monnaie en cuivre a une masse $m = 7.5 \text{ g}$, calculer le nombre d'atomes constituant la pièce, sachant que la masse d'un atome de cuivre est $m(\text{Cu}) = 1.1 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$

$$N = \frac{m}{m(\text{Cu})} = 7 \cdot 10^{22} \text{ atome}$$



Nous avons vu qu'une petite pièce de monnaie contenait un nombre colossal d'atomes.

De la même façon, tous les objets macroscopiques qui nous entourent contiennent un très grand nombre de constituants microscopiques (atomes, ions ou molécules).

Pour donner le nombre d'entités microscopiques contenues dans un objet, les chimistes vont donc naturellement les compter par paquets.

Un paquet de constituants microscopiques est appelé une mole, et il correspond par convention au nombre d'atomes noté N_A présents dans un échantillon de 12 grammes de carbone 12

⑤ Calculer une valeur du nombre N_A (avec 3 chiffres significatifs) sachant que la masse d'un atome de carbone 12 est $m(^{12}\text{C}) = 1,993 \cdot 10^{-26} \text{ Kg}$

$$N_A = \frac{m}{m(^{12}\text{C})} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ atome}$$

⑥ Compléter la phrase suivante : une mole de gaz de hélium contient atome d'hélium
7-déterminer la quantité de matière n (nombre de moles) de cuivre dans la pièce de la question 4

$$n = \frac{N}{N_A} = 0.12 \text{ mol (la règle de 3)}$$

2- la mole

La mole est l'unité de quantité de matière. par convention, une mole contient autant d'entités chimiques identiques (atome , molécule , ions...) qu'il y a d'atomes dans 12,0 g de carbone 12 , càd $6,0210^{23}$ entité chimique .

Ce nombre est appelé le nombre ou la constante d'Avogadro noté N_A : $N_A=6.02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exemple :

1 mol d'eau pure comporte molécule de H_2O

3- la quantité de matière

La quantité de matière des particules X (ions ,atomes ,molécules..) dans un échantillon est le nombre de moles de X présentes dans cet échantillon, c'est une grandeur notée n; son unité SI est la mole noté : mol

4- Relation entre la quantité de matière et la constante d'Avogadro

On considère un échantillon qui contient un nombre N de particules identiques X on a alors :

1 mol $\rightarrow N_A$ particule

n $\rightarrow N$ particule

Donc :

Application 1 : une bouteille d'eau comporte 10^{24} molécule d'eau calculer la quantité de matière d'eau dans cette bouteille

.....

II-la masse molaire

1-La masse molaire atomique

La masse molaire atomique d'un élément chimique X est la masse d'une mole d'atomes de cet élément. Son unité est g/mol et elle est notée M(X)

Application 2 :

Calculer la masse atomique molaire de ces éléments 1H ; ^{12}C et ^{16}O ; On donne leurs masses atomiques : $m(^1H) = 0,167. 10^{-23} \text{ g}$; $m(^{12}C) = 1,993. 10^{-23} \text{ g}$; $m(^{16}O) = 2, 658.10^{-23} \text{ g}$

.....

.....

.....

Remarque :

 La valeur de la masse molaire atomique d'un élément $\frac{A}{Z}X$ est approximativement égale à son nombre de masse A, les masses molaires de chaque élément sont donnée dans le tableau périodique

2- La masse molaire moléculaire

La masse molaire moléculaire d'une molécule est la somme des masses molaires atomiques des atomes qui constituent cette molécule.

Application 3 :

Déterminer les masses molaires moléculaires des molécules suivantes : O_2 ; NH_3 et $C_6H_{12}O_6$

On donne les masses molaires atomiques :

$M(^{12}C) = 12 \text{ g/mol}$, $M(^{14}N) = 14 \text{ g/mol}$, $M(^{16}O) = 16 \text{ g/mol}$ et $M(^1H) = 1 \text{ g/mol}$

.....

.....

.....

3- Relation entre la quantité de matière et la masse molaire

On considère un échantillon de masse m (en g), forme d'entités chimiques identiques de masse molaire M (en g/mol); Sa quantité de matière n est reliée à m et M par la relation suivante :

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol} &\rightarrow M \\ n &\rightarrow m \end{aligned}$$

Donc :

□ Application 4 :

une bouteille comporte une masse $m=200\text{g}$ d'eau pure H_2O ; calculer la quantité de matière d'eau dans cette bouteille

.....

III-La quantité de matière d'un gaz

1-Le Volume molaire d'un gaz

Le volume molaire noté V_m , d'un gaz est le volume occupé par une mole de ce gaz dans des conditions de pression et de température données son unité est L/mol

Conditions ordinaires de température et de pression : $T=20^\circ\text{C}$ et $P=10^5 \text{ Pa}$	$V_m = 24,0 \text{ L/mol}$
Conditions normales de température et de pression : $T=0^\circ\text{C}$ et $P=10^5 \text{ Pa}$	$V_m = 22,4 \text{ L/mol}$

Remarque.:

🔔 À une température et une pression données, tous les gaz ont le même volume molaire autrement dit Le volume molaire est Independent de la nature du gaz, il dépend uniquement de sa température et de sa pression.

2- Relation entre la quantité de matière et le volume molaire

On considère un échantillon de volume V (en litre L) d'un gaz donné , Sa quantité de matière n est reliée au volume molaire V_m et au volume V par la relation suivante :

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol} &\rightarrow V_m \\ n &\rightarrow V \end{aligned}$$

Donc :

Application 3 :

Un ballon de volume $V=0.5\text{L}$ de gaz de hélium , calculer sa quantité de matière dans les conditions normales de pression et de température

.....

.....

3-La densité d'un gaz

la densité d'un gaz est une grandeur sans unité notée d définit comme étant le rapport de sa masse volumique ρ à la masse volumique de l'air ρ_{air} (pris comme référence) :

Remarque.:

🔔 Si on s'intéresse à 1 mol du gaz : il occupe le volume molaire V_m et sa masse est M (masse molaire) ; la masse du même volume d'air est sensiblement de 29 g/mol ; On peut donc retenir comme formule approchée suivante pour calculer rapidement la densité d d'un gaz .

$$d = \frac{M}{29}$$

QCM

Cocher la ou les bonne(s) réponse(s)

1 le masse molaire d'une entité désigne la masse d'une mole de cette entité, elle s'exprime en :



L/mol



g

mol⁻¹

g/mol

2 le volume molaire d'un gaz est exprimé en L/mol et il dépendde ce gaz :



la nature



la pression



La température

On donne pour tous les exercices qui suivent les masses molaires atomiques :

 $M(H)=1\text{g/mol}$; $M(C)=12\text{g/mol}$; $M(N)=14\text{g/mol}$; $M(O)=16\text{g/mol}$; $M(Na)=23\text{g/mol}$ et $M(S)=32\text{g/mol}$

Exercice 1 Quantité de matière dans savonnette

Le composant essentiel du savon a pour formule $C_{18}H_{35}O_2Na$.

- Calculer la masse molaire du savon
- Quelle est la quantité de matière en savon dans une savonnette de 125 g ?
- déterminer le nombre des molécules $C_{18}H_{35}O_2Na$ présentes dans la savonnette
- En déduire le nombre d'atome d'hydrogène que contient la savonnette



Exercice 2 La caféine

La caféine, présente dans le café, le thé, le chocolat, les boissons au cola, est un stimulant pouvant être toxique à forte dose (plus de 600 mg par jour). sa formule chimique est $C_8H_{10}N_4O_2$

- calculer M , la masse molaire de la caféine
- une tasse de café contenant une masse m , et un nombre $N = 2.48.10^{20}$ de caféine, trouver l'expression de m en fonction de N , M et N_A et calculer sa valeur
- Combien de tasses de café peut-on boire par jour sans risque d'intoxication ?



Exercice 4 Masse volumique d'un gaz

L'oxyde d'azote N_2O est utilisé comme gaz anesthésiant en chirurgie ou comme propulseur dans les bombes aérosol. Le volume molaire gazeux vaut $V_m = 25,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

- calculer la quantité de matière contient un volume $V = 50,0 \text{ mL}$ de ce gaz.
- calculer la masse molaire de l'oxyde d'azote ? déduire la densité d'une mole de ce gaz
- déterminer la masse de $50,0 \text{ mL}$ de ce gaz et sa masse volumique

Exercice 5 Quantité de matière d'acide sulfurique

L'acide sulfurique H_2SO_4 est un liquide huileux de masse volumique $1,83.10^3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

- Calculer sa masse molaire.
- Quelle quantité de matière y a-t-il dans 1,00 g d'acide sulfurique ?
- En déduire le nombre de molécules d'acide sulfurique.
- Evaluer la quantité de matière dans 100 cm^3 d'acide sulfurique pur