

# La mole et la concentration molaire

## Objectifs :

- Connaître la concentration molaire.
- Connaître la notion de quantité de matière et son unité : la mole.
- Notions de masses molaires atomique et moléculaire ; constante d'Avogadro :  $N_A$ .
- Calculer une masse molaire moléculaire à partir des masses molaires atomiques.
- Déterminer une quantité de matière connaissant la masse d'un solide et prélever une quantité de matière d'une espèce chimique donnée.
- Préparer des solutions de concentration molaire précise par dissolution ou par dilution.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce (échelle de teintes, méthode par comparaison).

## 1. Qu'est-ce qu'une quantité de matière ?

### 1- Un changement d'échelle est nécessaire

Activité : **Combien d'atomes d'aluminium contient un mousqueton d'escalade ?**

- Au niveau microscopique : un mousqueton en aluminium est formé .....
- Au niveau macroscopique (à l'échelle humaine) : on peut mesurer sa masse  $m = 41$  g.
- La masse d'un atome d'aluminium est  $m_a =$  .....
- Le nombre d'atomes d'aluminium  $N$  du mousqueton est donc :  
 $N =$  .....
- Il y a donc un très grand nombre d'atomes d'aluminium dans un mousqueton.
- Pour faciliter les décomptes, on regroupe les entités par « ..... », appelés « ..... ».
- Les chimistes ont donc effectué un **changement d'échelle** afin d'éviter l'utilisation de tels nombres.
- Ils ont introduit une nouvelle grandeur : la ....., dont l'unité est la .....



### 2- La mole : unité de quantité de matière

- Pour faciliter le **comptage d'un grand nombre d'objets identiques** (feuilles de papiers, agrafes, grains de riz...), ceux-ci sont regroupés en **paquets**.
- De la même manière, en chimie, les **atomes**, les **molécules**, les **ions** sont regroupés en **paquets**.
- Chacun de ces paquets de particules contient ....., soit six cent deux mille milliards de particules.
- Par définition, la quantité de matière d'un tel système est égale à .....



...

- La mole est une unité de base du système international, au même titre que le mètre, le kilogramme, la seconde ou l'ampère.
- On utilise souvent les sous-multiples :  $1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol}$  ;  $1 \text{ } \mu\text{mol} = 10^{-6} \text{ mol}$

### 3- La constante d'Avogadro $N_A$

Le **nombre d'entités par mole d'entités** est une constante universelle, appelée ....., et notée ..... Elle vaut .....

## 2. Comment définir et calculer une masse molaire ?

### 1- Masse molaire atomique

- La **masse molaire atomique**  $M$  d'un élément est la **masse d'une mole d'atomes** de cet élément.
- Elle s'exprime en **gramme par mole** ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

☞ Les valeurs des masses molaires atomiques des éléments figurent dans la Classification périodique (page de couverture du livre).

☞ Données :  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{C}) =$

### 2- Masse molaire moléculaire

- La **masse molaire moléculaire**  $M$  d'une espèce chimique moléculaire est la **masse d'une mole de molécules**.
- Elle s'exprime en **gramme par mole** ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).
- Elle est égale à la **somme des masses molaires atomiques** de tous les atomes présents dans la molécule.

Applications :

☞ Masse molaire moléculaire d'une molécule d'eau  $\text{H}_2\text{O}$  :

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 * M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 * 1,0 + 16,0 = 18,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

☞ Masse molaire moléculaire d'une molécule de dioxygène  $\text{O}_2$  :

$$M(\text{O}_2) =$$

☞ Masse molaire moléculaire d'une molécule de camphre  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$  :

$$M(\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}) =$$

### 3- Masse molaire ionique

- La **masse molaire d'un ion monoatomique**  $M$  est la **masse d'une mole** de cet ion.
- Elle s'exprime en **gramme par mole** ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).

☞ La masse des électrons étant négligeable devant celle de l'atome, la masse molaire d'un ion monoatomique est égale à la masse molaire atomique de l'élément correspondant.

- La **masse molaire d'un ion polyatomique**  $M$  est égale à la **somme des masses molaires atomiques** des éléments présents dans l'ion.

Applications :

☞ Masse molaire ionique de l'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-$  :  
 $M(\text{MnO}_4^-) =$

☞ Masse molaire ionique de l'ion hydroxyde  $\text{H}_3\text{O}^+$  :  
 $M(\text{H}_3\text{O}^+) =$

### 3. Comment déterminer une quantité de matière ?

#### 1- Relation entre masse et quantité de matière

➤ La quantité de matière  $n$  d'un échantillon, sa masse  $m$  et la masse molaire moléculaire  $M$  de son espèce chimique sont reliées par :

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{ou} \quad m = n \times M$$

Applications :

❖ Quelle est la quantité de matière  $n$  de camphre dans une masse  $m = 100$  g de camphre pur ?  
 Donnée : masse molaire du camphre (calculée précédemment).

❖ Le saccharose est le sucre extrait de la betterave ou de la canne à sucre. Il a pour formule  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ . Calculer sa masse molaire moléculaire, puis la masse correspondant à une quantité de matière de  $n = 33,3$  mmol.

#### 2- Masse volumique et densité d'un corps

- Pour prélever une quantité de matière  $n$  d'une espèce liquide, on peut, comme pour les solides, procéder par pesée de la masse  $m$  correspondant à cette quantité.
- Cependant, on peut aussi utiliser la relation de la masse volumique :

A une température donnée, la **masse volumique  $\rho$**  d'un corps **est égale au quotient** de sa **masse  $m$**  par son **volume  $V$**  à cette température :

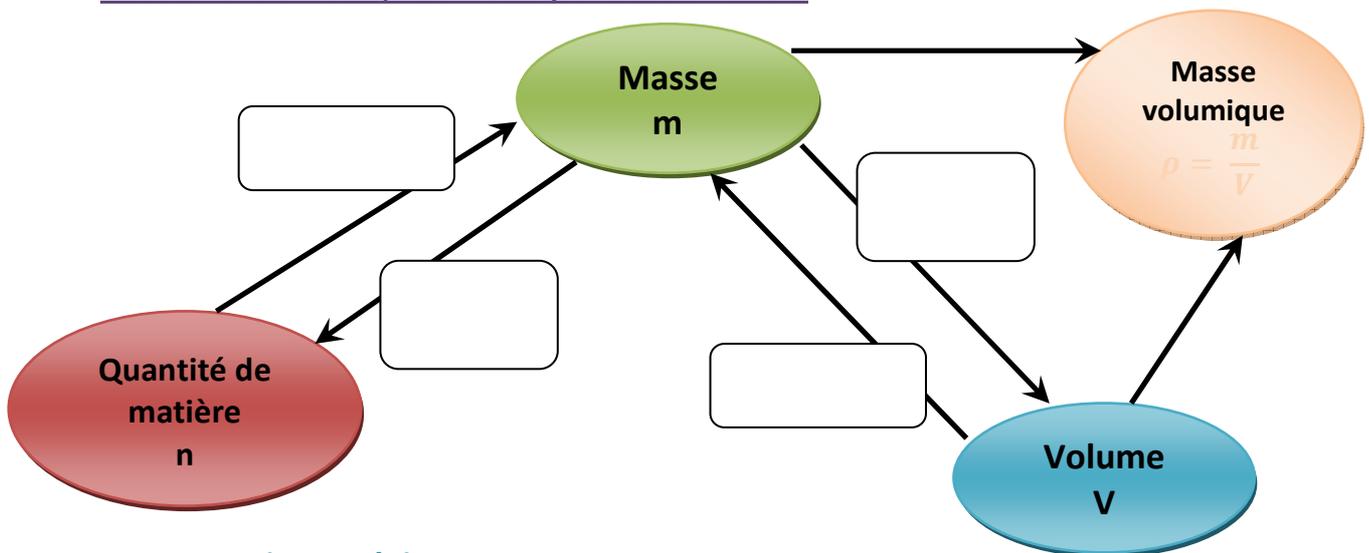
$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{ou} \quad m = \rho \times V \quad \text{avec} \quad \rho \text{ en } \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} ; \quad m \text{ en } \text{kg} ; \quad V \text{ en } \text{m}^3$$

La densité d'un corps par rapport à l'eau est égale au quotient de sa masse volumique  $\rho$  par celle de l'eau  $\rho_{eau}$ , ces masses volumiques étant prises à la même température :

$$d = \frac{\rho}{\rho_{eau}}$$

avec  $\rho$  et  $\rho_{eau}$  dans les mêmes unités.  $d$  s'exprime sans unité.

### 3- Relation entre masse, volume et quantité de matière



## 4. La concentration molaire

### 1- Définition

- La concentration molaire  $C$  d'un soluté est égale à la quantité de matière  $n$  de soluté dissous par litre de solution.
- Elle s'exprime en  $\text{mol.L}^{-1}$ .
- Son expression est :  $C = \frac{n}{V}$  avec  $n$  en mol ;  $V$  en L ;  $C$  en  $\text{mol.L}^{-1}$ .

Application : Pour un effort modéré, on prépare une boisson par dissolution d'une cuillère à soupe (environ  $m = 15$  g) de fructose de masse molaire  $M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$  dans un volume  $V = 500 \text{ mL}$  d'eau. Quelle est la concentration molaire  $C$  de cette boisson ?

### 2- Relation entre concentration molaire et concentration massique

- Entre la concentration molaire  $C$  et la concentration massique  $C_m$ , il existe la relation :  $C_m = C \times M$  avec  $C_m$  en  $\text{g.L}^{-1}$  ;  $M$  en  $\text{g.mol}^{-1}$  ;  $C$  en  $\text{mol.L}^{-1}$ .

Application : Calculer la concentration molaire en ions magnésium ( $M = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$ ) de l'eau Hépar (de concentration massique  $C_m = 119 \text{ mg.L}^{-1}$ ), bue lors d'un marathon.

## 5. Préparation d'une solution par dilution

### 1- Définition



- En pratique : réaliser une dilution consiste à prélever un volume d'une solution initiale et d'ajouter du solvant de façon à obtenir une solution moins concentrée.

### 2- Réalisation expérimentale

#### a. Calcul préliminaire :

- La solution **avant** dilution est la **solution mère**  $S_0$ .
- La solution **diluée** est la **solution fille**  $S_f$ .

	Solution mère	Solution fille
Concentration	$C_0$	$C_f$
Volume	à prélever : $V_0$	à préparer : $V_f$
Quantité de matière	$n_0$	$n_f$

- $n_0$  : quantité de matière de soluté apporté par la solution mère.
- $n_f$  : quantité de matière de soluté présente dans la solution fille.
- Lors de la dilution, on a **conservation de la matière**.

○ Donc :

$$=$$

○ Ainsi :

$$=$$

- On en déduit l'expression du volume à prélever  $V_0$  :

$$= \text{---}$$

**Application :** Calculer le volume à prélever pour préparer 100 mL d'une solution de saccharose de concentration molaire égale à  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  à partir d'une solution de concentration  $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

#### b. Protocole : fiche méthode 13 p 330

Pour réaliser une solution par dilution, il faut suivre un protocole bien particulier, qui est décrit p 330.

### 3- Facteur de dilution

- **Diluer** une solution : c'est . On dit aussi qu'on

- Le est :

$$F = \text{---}$$

### 4- Echelle des teintes : fig. 6 p 167

- La couleur d'une solution contenant une ou plusieurs espèces chimiques colorées est un indicateur de la concentration de celles-ci.
- On utilise une échelle des teintes : ensemble de solutions contenant la même espèce chimique à des concentrations différentes.
- On compare la couleur d'une solution d'espèce colorée de concentration inconnue à celles de l'échelle des teintes.