

# Ch01 Mole et grandeur molaire

E. Machefer

10 janvier 2024

# 1 Masse molaire

## 1.1 Quantité de matière

La **quantité de matière** ( $n$ ) est la grandeur utilisée pour dénombrer des entités chimiques (atomes, molécules ou ions)

$$n = \frac{N}{N_A},$$

avec  $N$  le nombre d'entités (sans unités),  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  la **constante d'Avogadro** et  $n$  la quantité de matière en mol.

**Remarque :**

1 mole = 12g de carbone 12

## 1.2 Masse molaire atomique

La **masse molaire atomique** ( $M$ ) d'un élément correspond à la masse d'une mole d'atomes de cette entité.

$$M = \frac{m}{n},$$

avec  $m$  en g,  $n$  en mol et  $M$  en g/mol.

**Remarque :**

- Les valeurs des masses molaires atomiques sont dans le tableau périodique.
- La masse molaire d'un ion monoatomique est la même que celle de l'atome correspondant.

## 1.3 Masse molaire moléculaire

La **masse molaire moléculaire** correspond à la masse d'une mole de molécules. Elle est égale à la somme des masses molaires atomiques des atomes qui la compose.

**Exemple :**

masse molaire du méthanol  $\text{COH}_4$

$$M(\text{COH}_4) = M(\text{C}) + M(\text{O}) + 4 \times M(\text{H}) = 12.0 + 16.0 + 4 \times 1.0 = 32.0 \text{ g/mol}$$

## 1.4 ExercicesPROF

**3 p 24 :**

Une goutte d'eau contient une quantité de matière  $n = 2.1 \times 10^{-3} \text{ mol}$ . Exprimer puis calculer le nombre de molécules d'eau contenues dans la goutte.

**5 p 24**

Les ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  et les ions sodium  $\text{Na}^+$  sont présents dans le sang.

1. Pourquoi peut-on considérer que la masse molaire de l'ion sodium est la même que celle de l'atome de sodium ?
2. Exprimer puis calculer la masse molaire moléculaire de l'ion hydrogénocarbonate.

**Données :**  $M(\text{H}) = 1.0 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{C}) = 12.0 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{O}) = 16.0 \text{ g/mol}$

## 1.5 CorrectionPRES

3 p 24

$$N = n \times N_A = 2.1 \times 10^{-3} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.2 \times 10^{21}$$

5 p 24

1.  $m(e)$  très faible
2.  $M = M(C) + M(H) + 3 \times M(O) = 61.0 \text{ g/mol}$

## 2 Quantité de matière

### 2.1 Lien entre masse et masse molaire

$$n = \frac{m}{M} \quad (1)$$

Pour un liquide ou un gaz, on utilise la masse volumique  $\rho$  et le volume utilisé.

### 2.2 Lien avec le volume molaire

Pour un gaz à 20°C et  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ , le volume occupé par une mole de ce gaz est  $V_m = 24.0 \text{ L/mol}$ .

$$n = \frac{V}{V_m}, \quad (2)$$

avec  $V_m$  le volume molaire en  $\text{L/mol}$ .

Remarque :

à pression et température fixe, tous les gaz ont le même volume molaire.

### 2.3 ExercicesPROF

9 p 25

Une bouteille contient un volume  $V=1.0 \text{ L}$  d'acétone.

1. Exprimer puis calculer la masse  $m$  d'acétone contenue dans cette bouteille.
2. En déduire la quantité de matière correspondante.

11 p 25

Un récipient de volume  $V=3.0 \text{ L}$  contient  $n_1 = 0.050 \text{ mol}$  de  $\text{CO}_2$  et  $n_2$  de diazote à 20°C et  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

1. Calculer la quantité de matière totale de gaz contenue dans le flacon.
2. En déduire la valeur de  $n_2$ .

Données :  $V_m = 24.0 \text{ L/mol}$

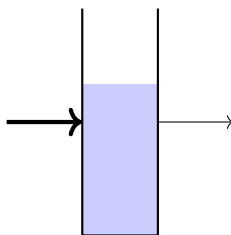


FIGURE 1 – Absorption d’une radiation blanche au travers d’une cuve

## 3 Concentration en quantité de matière

### 3.1 Définition

La concentration molaire (ou en quantité de matière) d’une espèce chimique en solution correspond au rapport de **la quantité de matière**  $n$  de soluté par **le volume**  $V$  de solution.

$$C = \frac{n}{V}$$

La relation avec la **concentration en masse**  $t$  (ou  $c_m$ ) est

$$C = \frac{t}{M}$$

### 3.2 Préparation par dissolution

Pour préparer une solution de concentration molaire  $C$ , il faut prélever une masse 1,  $m = C \times V_{sol} \times M$

### 3.3 Préparation par dilution

Lors d’une dilution, la quantité de matière **soluté** varie pas. Donc

$$C_m \times V_m = C_f \times V_f$$

Le quotient  $F = C_m/C_f = V_f/V_m$  se nomme **facteur de dilution**.

## 4 Dosage par étalonnage

### 4.1 Couleur d’une solution

La couleur d’une solution dépend des radiations que cette dernière absorbe.

La couleur perçue d’une solution correspond à la couleur complémentaire des radiations absorbées.

Plus la concentration d’une espèce chimique colorée en solution est élevée, plus les radiations sont absorbées, et plus la solution est foncée.

### 4.2 Absorbance

L’absorbance mesure la capacité d’un milieu à absorber la lumière qui le traverse.

### 4.3 Spectre d'absorption

Afin de mesurer l'absorbance, on utilise un spectrophotomètre, qui permet de faire des mesures allant des ultraviolets proches (200 à 400 nm) aux radiations visibles (400 à 800 nm).

Si le pic d'absorbance est dans le domaine visible, l'espèce chimique en solution est colorée.

### 4.4 Loi de Beer-Lambert

Pour une longueur d'onde fixée, l'absorbance  $A(\lambda)$  d'une espèce chimique en solution est proportionnelle à l'épaisseur  $\ell$  de la cuve et à la concentration  $C$  de la solution

$$A(\lambda) = \epsilon \times \ell \times C$$

### 4.5 Dosage par étalonnage

**Définition : Dosage :**

doser une espèce chimique consiste à déterminer la quantité de matière ou la concentration de cette espèce.

**Protocole :**

1. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  pour laquelle le spectre d'absorption de l'espèce chimique présente une absorbance maximale.
2. Pour la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$ , mesurer l'absorbance des solutions étalons et réaliser la droite d'étalonnage représentant la loi de Beer-Lambert,  $A(\lambda) = k \times C$
3. Mesurer l'absorbance de la solution à doser et déterminer sa concentration en exploitant la droite d'étalonnage.

## 5 Exercices

PROF

### 5.1 16 p 26

### 5.2 21 p 26

### 5.3 23 p 26

### 5.4 34 p 29

### 5.5 Sucre

Le sucre de table est le saccharose de formule brute  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Le saccharose est synthétisé par des plantes comme la canne à sucre ou la betterave sucrière.

1. Calculer la masse molaire d'une molécule de saccharose.
2. À l'aide de la réponse précédente, calculer la masse d'un échantillon de 10 mol de sucre.

## 5.6 Loi de Beer-Lambert

Le jaune de tartrazine (E102) est un colorant de synthèse utilisé dans l'industrie alimentaire. Un spectrophotomètre a permis de mesurer l'absorbance de solutions de différentes concentrations.

Solution	1	2	3	4	5	6
$c$ ( $\mu\text{mol/L}$ )	10.0	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0
Absorbance A	0.26	0.39	0.51	0.81	1.05	1.30

1. Tracer le graphe  $A = f(C)$
2. Cette courbe respecte-t-elle la loi de Beer-Lambert ?
3. On mesure l'absorbance d'une solution de jaune de tartrazine de concentration inconnue. On trouve  $A_S = 0.92$ . Quelle est la concentration  $c_S$  de cette solution ?

## 5.7 Homéopathie

Le concept d'homéopathie repose sur l'idée qu'une substance qui provoque un symptôme peut être utilisée pour traiter ce même symptôme en cas de maladie.

### Doc 1 : Principe de base

Des plantes sont mises à macérer dans un solvant pour obtenir une teinture mère. La concentration de la teinture mère en principe actif peut être de  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Cette teinture mère est ensuite diluée plusieurs fois.

### Doc 2 : Méthode de dilution

Une solution dite "1 CH" est réalisée en diluant 1 goutte de teinture mère dans 99 gouttes de solvant. Puis, une goutte de "1 CH" est diluée dans 99 gouttes de solvant pour obtenir une solution "2 CH". Le protocole est répété à l'identique, parfois jusqu'à "30 CH".

### Donnée :

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

### Problème :

Déterminer le nombre de molécules de principe actif contenu dans 10 mL de solution "9 CH".