

Quantifier la matière

PREMIÈRE

1 La mole et la constante d'Avogadro

Définition

La **mole** (symbole mol) est l'unité de **quantité de matière**. Une mole contient exactement $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ entités (atomes, ions, molécules).

Le nombre N_A est appelé **constante d'Avogadro**, elle s'exprime en 1/mol.

Propriété

Pour un échantillon contenant N entités, la quantité de matière n vaut :

$$n = \frac{N}{N_A} \quad n \text{ en mol, } N \text{ sans unité, } N_A \text{ en 1/mol}$$

Méthode

Exemple : Un échantillon contient $N = 3,01 \times 10^{22}$ molécules d'eau. Quelle quantité de matière représente-t-il ?

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{3,01 \times 10^{22}}{6,02 \times 10^{23}} = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2 Masse molaire

Définition

La **masse molaire** M d'une espèce chimique est la masse d'une mole de cette espèce. Elle s'exprime en g/mol et se lit dans le tableau périodique pour un élément.

Propriété

La masse molaire d'une molécule (ou d'un ion) est la **somme des masses molaires atomiques** des éléments qui la composent, chacune comptée autant de fois qu'elle apparaît dans la formule.

$$n = \frac{m}{M} \quad n \text{ en mol, } m \text{ en g, } M \text{ en g/mol}$$

Méthode

Exemple : Masse molaire du glucose $C_6H_{12}O_6$, avec $M(C) = 12,0 \text{ g/mol}$, $M(H) = 1,0 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16,0 \text{ g/mol}$.

$$M = 6 \times 12,0 + 12 \times 1,0 + 6 \times 16,0 = 180,0 \text{ g/mol}$$

Quantité de matière contenue dans $m = 9,0 \text{ g}$ de glucose :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{9,0}{180,0} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Rappel

Masse d'une entité : $m_{\text{entité}} = \frac{M}{N_A}$ (avec M en g/mol, on obtient une masse en g).

Pour un mélange (liquide ou solide), on applique $n = \frac{m}{M}$ à chaque espèce séparément, à partir de sa masse dans le mélange.

3 Volume molaire d'un gaz**Définition**

Le **volume molaire** V_m est le volume occupé par une mole de gaz, dans des conditions de température et de pression données. Il s'exprime en L/mol.

Propriété

$$n = \frac{V}{V_m} \quad V \text{ en L, } V_m \text{ en L/mol}$$

À 20 °C et sous une pression de 1013 hPa : $V_m = 24,0 \text{ L/mol}$.

Important : V_m ne dépend *pas* de la nature du gaz ; tous les gaz ont le même volume molaire dans les mêmes conditions.

Méthode

Exemple : Quelle quantité de dioxygène contient $V = 3,00 \text{ L}$ d'air, sachant que l'air contient 21 % de O_2 en volume, avec $V_m = 24,0 \text{ L/mol}$?

$$V(\text{O}_2) = 0,21 \times 3,00 = 0,63 \text{ L} \quad n(\text{O}_2) = \frac{0,63}{24,0} = 2,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

4 Concentration en quantité de matière**Définition**

La **concentration en quantité de matière** (ou concentration molaire) c d'un soluté dissous dans une solution de volume V est :

$$c = \frac{n}{V} \quad c \text{ en mol/L, } n \text{ en mol, } V \text{ en L}$$

La **concentration en masse** est $c_m = \frac{m}{V}$, en g/L.

Propriété

Les deux concentrations sont reliées par la masse molaire du soluté :

$$\boxed{c_m = c \times M} \quad \text{soit} \quad c = \frac{c_m}{M}$$

Méthode

Exemple : Une solution de chlorure de sodium a une concentration en masse $c_m = 5,85 \text{ g/L}$. Avec $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g/mol}$:

$$c = \frac{c_m}{M} = \frac{5,85}{58,5} = 0,100 \text{ mol/L}$$

Rappel

Attention aux unités : un volume doit être converti en litres avant tout calcul de concentration.

$$1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L} \quad 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL} \quad 1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$$

5 Préparer une solution

Propriété

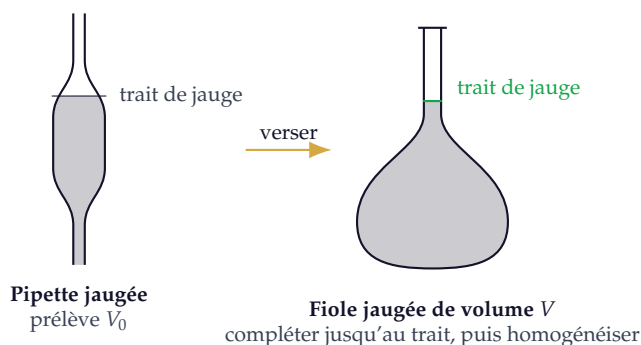
Par dissolution d'un solide de masse m dans une fiole jaugée de volume V :

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \times V} \quad \text{soit} \quad m = c \times M \times V$$

Par dilution d'une solution mère de concentration c_0 : on prélève un volume V_0 que l'on complète jusqu'au volume V . La quantité de matière de soluté **se conserve** :

$$n_0 = n \implies \boxed{c_0 \times V_0 = c \times V} \quad F = \frac{c_0}{c} = \frac{V}{V_0}$$

où F est le **facteur de dilution**.



Méthode

Exemple : Préparer $V = 100,0 \text{ mL}$ de solution à $c = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ à partir d'une solution mère à $c_0 = 0,10 \text{ mol/L}$.

$$V_0 = \frac{c \times V}{c_0} = \frac{2,0 \times 10^{-2} \times 100,0 \times 10^{-3}}{0,10} = 20,0 \times 10^{-3} \text{ L} = 20,0 \text{ mL}$$

On prélève 20,0 mL à la pipette jaugée, on verse dans une fiole de 100,0 mL et on complète jusqu'au trait de jauge.

À retenir

Les quatre passerelles vers la quantité de matière :

$$n = \frac{N}{N_A} \quad n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{V_{\text{gaz}}}{V_m} \quad n = c \times V_{\text{sol}}$$

Dilution : $c_0 V_0 = c V$ — la quantité de soluté ne change pas, seul le volume augmente.

Réflexe unités : convertir tout volume en L avant d'écrire une concentration.