

Chapitre 9 : Quantité de matière



I- Qu'est-ce qu'une quantité de matière ?

La matière qui nous entoure est constituée d'entités chimiques de dimension très petite et de masse très faible, on parle de l'échelle microscopique. Dans notre quotidien, nous manipulons à l'échelle humaine, l'échelle macroscopique, des échantillons de matière contenant un très grand nombre de ces entités. Pour faciliter le comptage de ces entités, elles sont regroupées, par la pensée, en paquet contenant chacun $6,02214076 \cdot 10^{23}$ entités.

a) Quantité de matière : n

C'est la grandeur utilisée en chimie pour spécifier un nombre d'entités microscopiques (atomes, molécules, ions, ...). Elle correspond au nombre de paquets, de moles qu'il y a dans un échantillon. On la note n .

b) Son unité : la mole

Son unité est la mole (mol). Une mole correspond à un paquet de $6,02 \cdot 10^{23}$ entités. (10^{23} entités correspondent à cent mille milliards de milliards d'entités)

c) Constante d'Avogadro N_A

Ce nombre $6,02 \cdot 10^{23}$ correspond à une constante universelle appelée la constante d'Avogadro.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Remarque : Cette valeur est définie par convention comme étant égale au nombre d'atomes contenus dans un échantillon de 12,0 g de carbone 12, $^{12}_6\text{C}$.

L'unité mol^{-1} signifie qu'il y a $6,02 \cdot 10^{23}$ entités par mole.

II- Comment déterminer la masse $m_{\text{entité}}$ d'une entité ou le nombre d'entités N dans un échantillon ?1- Comment calculer la masse d'une entité $m_{\text{entité}}$?

La masse d'une entité chimique telle qu'une molécule s'obtient en additionnant la masse de tous les atomes qui la constitue.

Remarque : Nous avons vu précédemment que la masse des électrons était très négligeable devant celle du noyau donc, dans le cas d'un ion, sa masse équivaut à celle de son atome.

Exemple 1 :

Calculons la masse de la molécule d'eau :

Données :

Formule brute : H_2O (elle est constituée de 2 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène)

Masse des atomes : $m(\text{H}) = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$; $m(\text{O}) = 2,66 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

AL:

AN:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 2m(\text{H}) + m(\text{O}) \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 1,67 \cdot 10^{-24} + 2,66 \cdot 10^{-23} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

La molécule d'eau a une masse $m(\text{H}_2\text{O})$ de $2,99 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Exemple 2 :

Calculons la masse de l'ion polyatomique de sulfate de cuivre :

Données :

Formule brute du sulfate de cuivre : CuSO_4

Masse des atomes : $m(\text{Cu}) = 1,06 \cdot 10^{-22} \text{ g}$; $m(\text{S}) = 5,32 \cdot 10^{-23} \text{ g}$; $m(\text{O}) = 2,66 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

I neme 1 : Consitution et transformtion de la matiere

AL:

AN:

$$m(\text{CuSO}_4) = m(\text{Cu}) + m(\text{S}) + 4 \times m(\text{O}) \quad m(\text{CuSO}_4) = 1,06 \cdot 10^{-22} + 5,32 \cdot 10^{-23} + 4 \times 2,66 \cdot 10^{-23} = 7,44 \cdot 10^{-22} \text{g}$$

Un ion poly atomique de sulfate de cuivre a une masse $m(\text{CuSO}_4)$ de $7,44 \cdot 10^{-22} \text{g}$.

2- Comment déterminer le nombre d'entité N dans un échantillon ?

Dans un échantillon de corps pur (contenant une seule espèce chimique) de masse m constitué d'entités de masse $m_{\text{entité}}$, le nombre N d'entités dans l'échantillon est :

$$N = \frac{m}{m_{\text{entité}}}$$

Ou $m = N \times m_{\text{entité}}$

Exemple : Un échantillon de sulfate de cuivre pèse $m = 5 \text{ g}$.

Connaissant la masse d'une entité de sulfate de cuivre, déterminons le **nombre N d'entités** présentes dans cet échantillon.

$$N = \frac{1 \times 5}{7,44 \cdot 10^{-22}} = 6,72 \cdot 10^{21}$$

Un échantillon de sulfate de cuivre qui pèse 5 g contient $6,72 \cdot 10^{21}$ d'entités.

Masse (en g)	Nombre de molécules
$7,44 \cdot 10^{-22}$	1
5	N

III- Quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière n et le nombre d'entités N dans un échantillon ?

La quantité de matière n contenue dans un échantillon possédant N molécules est donnée par la formule :

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{m_{\text{entité}} \times N_A}$$

$$[\text{car on a } n = \frac{m}{m_{\text{entité}} \times N_A} = \frac{m}{m_{\text{entité}} \times N_A}]$$

ou

$$m = n \times m_{\text{entité}} \times N_A$$

Avec n en mol, N sans unité et N_A le nombre d'Avogadro en mol^{-1} .

Exemple 1 : Déterminons la quantité de matière présente dans notre échantillon de sulfate de cuivre contenant $6,72 \cdot 10^{21}$ entités.

AL:

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

$$N = 6,72 \cdot 10^{21}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

AN:

$$n = \frac{6,72 \times 10^{21}}{6,02 \times 10^{23}} = 1,12 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

L'échantillon contient $1,12 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ de sulfate de cuivre.

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Exemple 2 : Déterminons le nombre de molécule N contenue dans un échantillon d'eau de 2,00 moles.

On a $n = 2,00 \text{ mol}$ et $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

AL:

On sait que : $n = \frac{N}{N_A}$, donc $N = n \times N_A$.

AN:

$$N = 2,00 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,20 \times 10^{24}$$

Le nombre de molécules d'eau est donc $1,20 \times 10^{24}$ dans cet échantillon.