

Détermination de quantités de matière

I) La mesure en chimie

1) Que mesure-t-on en chimie ?

Les chimistes mesurent la matière en quantité de matière dont l'unité est la mole de symbole mol.

La quantité de matière correspond au nombre de constituants élémentaires d'un corps.

1 mol = $6,02 \times 10^{23}$ entités élémentaires constitutives du corps considéré (qui est souvent une espèce chimique). En chimie, les entités élémentaires sont souvent des atomes, des molécules ou des ions.

La quantité de matière n est alors donnée par la relation suivante :

$$n = \frac{N}{N_A} \text{ où } N \text{ est le nombre d'entités élémentaires et } N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \text{ est la constante d'Avogadro.}$$

Cette quantité de matière n est pas mesurable directement, il est donc nécessaire de passer par d'autres grandeurs observables et mesurables.

2) Nécessité de la mesure.

Mesurer pour rechercher afin de mieux connaître le monde qui nous entoure.

Mesurer pour contrôler et comparer à des références (lois, normes, étiquettes...).

Mesurer pour produire ou préparer.

II) Quantité de matière d'un solide ou d'un liquide

1) Masse molaire

La masse molaire, M , d'une espèce est la masse d'une mole de cette espèce. Elle s'exprime en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

La masse molaire atomique ou ionique est égale à la masse d'1 mole d'atomes ou ions de cet élément, compte tenu de l'abondance naturelle des différents isotopes.

Dans le cas des molécules, elle est égale à la somme des masses molaires atomiques des atomes constituant la molécule considérée.

2) On connaît la masse m d'un solide, d'un liquide ou d'un gaz

On calcule la masse molaire M de l'espèce chimique considérée. On obtient la quantité de matière par :

$$n = \frac{m}{M} \text{ (m en g, M en } \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$$

3) On connaît le volume V d'un liquide et sa masse volumique ρ

La masse volumique ρ est le quotient de la masse m d'un échantillon par son volume v :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

On en déduit la masse de l'échantillon : $m = \rho V$ (m en g, ρ en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ et V en L)

Puis on calcule n par la formule $n = \frac{\rho V}{M}$

III) Quantité de matière d'un échantillon gazeux

Nous nous limiterons aux gaz parfaits.

1) Volume molaire

La loi d'Avogadro-Ampère dit que des volumes égaux de gaz différents, pris dans les mêmes conditions de température et de pression, contiennent le même nombre de molécules et donc la même quantité de matière. Le volume occupé par une mole de gaz est appelé volume molaire V_m (à la température et la pression considérées). L'unité de volume molaire est le $L \cdot mol^{-1}$.

2) On connaît le volume V d'un gaz

Soit V_m le volume molaire mesuré dans les mêmes conditions. On obtient la quantité de matière n d'une espèce chimique X par :

$$n(X) = \frac{V}{V_m} \quad (V \text{ en L, } V_m \text{ en L} \cdot \text{mol}^{-1})$$

3) Equation d'états des gaz parfaits

C'est une relation entre la pression P, le volume V et la température T d'un gaz pour une quantité de matière n : $PV = nRT$ avec P en Pa, V en m^3 , n en mol, T en K.

R est la constante des gaz parfaits et vaut : $R = 8,314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ou $J \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

La quantité de matière $n(X)$ de l'espèce chimique X est alors donnée par la relation suivante :

$$n(X) = \frac{p(X) \cdot V(X)}{R \cdot T(X)} \quad \text{où } p(X) \text{ est la pression de l'espèce gazeuse X (en Pa), } V(X) \text{ est son volume (en } m^3 \text{),}$$

$T(X)$ sa température (en K) et R est la constante des gaz parfaits.

VI) Quantité de matière d'un soluté

1) Concentration molaire

Une solution est obtenue par dissolution d'une espèce chimique, appelée soluté, dans un liquide, appelé solvant. On s'intéresse ici uniquement aux solutions aqueuses.

La concentration molaire C d'un soluté est défini par : $C = \frac{n(X)}{V}$, où $n(X)$ est la quantité de matière du

soluté X, V le volume de solution **homogène**. On peut donc calculer la quantité de matière d'un soluté dans un volume V de solution homogène $n(X) = C \cdot V$ avec n en mol, C en $mol \cdot L^{-1}$ et V en L.

2) Concentration massique

La concentration massique C_m d'une espèce dans un solvant est la masse de soluté par litre de solution.

Elle est donnée par la relation $C_m = \frac{m}{V}$. L'unité de concentration massique est le $g \cdot L^{-1}$

La quantité de matière $n(X)$ de l'espèce chimique X est alors donnée par la relation suivante :

$$n(X) = \frac{C_m \cdot V}{M(X)} \quad \text{où } V \text{ est le volume de la solution, } C_m \text{ la concentration molaire de la solution et } M(X) \text{ la}$$

masse molaire du soluté.

Cela peut également donner la relation suivante : $C = \frac{n(X)}{V} = \frac{C_m}{M(X)}$