

Chapitre 1

***Détermination
de la composition
du système initial
à l'aide de grandeurs
physiques***

Cours

1 Système initial

A Constante d'Avogadro, masse et masse molaire

- La quantité de matière, appelée nombre de mole, notée n , représente le nombre d'entité élémentaire contenu dans un échantillon. Dans une mole, il y a $6,02 \cdot 10^{23}$ entités. Ce nombre est appelé nombre d'Avogadro, noté N_A .

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

D'où l'expression suivante :

$$N = n \cdot N_A$$

- Où N représente le nombre d'entité élémentaire sans unité
- n le nombre de mole en mol

Et l'expression suivante :

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

- Où n représente le nombre de mole en mol
- M la masse molaire en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$
- m la masse en g
- La masse molaire, notée M , représente la masse d'une mole de l'entité. Elle s'exprime en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$. On trouve la masse molaire atomique dans la classification périodique et on détermine par un calcul la masse molaire moléculaire.

Exemple

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

Cela signifie qu'une mole d'eau a une masse de 18 g.

B Volume molaire d'un gaz

Avogadro et Ampère ont établi que la nature d'un gaz n'a pas d'influence sur le volume qu'il occupe, de ce fait, tous les gaz ont le même volume occupé pour une mole, appelé volume molaire, noté V_m . Ce volume molaire dépend des conditions de température et de pression. A 20°C et $P = 1 \text{ atm}$, $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

On peut donc calculer le volume occupé par un gaz à l'aide de la relation suivante :

$$v = n \times V_m$$

C Concentration molaire et massique

- La concentration molaire, notée C ou $[X]$ représente la quantité de matière d'espèce chimique par litre de solution. Elle s'exprime en mol.L^{-1} .

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

- Où n représente le nombre de mole en mol
- V le volume de la solution en L
- La concentration massique, notée C_m ou t , représente la masse d'espèce chimique par litre de solution. Elle s'exprime en g.L^{-1} .

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

- Où m représente la masse en g
- V le volume de la solution en L
- La masse volumique, notée ρ , représente la masse d'espèce chimique pure par litre de solution. Elle s'exprime kg.L^{-1} ou g.mL^{-1} .

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

- Où m représente la masse de l'espèce chimique pure en g
- V le volume de la solution d'espèce chimique en L
- La densité, notée d , sans unité, permet de positionner deux liquides non miscibles.

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

- Où ρ représente la masse volumique en kg.L^{-1}
- ρ_{eau} la masse volumique de l'eau en kg.L^{-1}
- A noter que $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1} = 1000 \text{ g.L}^{-1} = 1,0 \text{ g.mL}^{-1}$

Pour ne pas faire d'erreurs

Ne pas confondre la masse volumique et la concentration massique.

Dans le calcul de la densité, les deux masses volumiques doivent être dans la même unité.

2 Dosage de solutions colorées par étalonnage

Le but d'un dosage de solution colorée est de déterminer la concentration molaire d'une solution colorée en mesurant son absorbance.

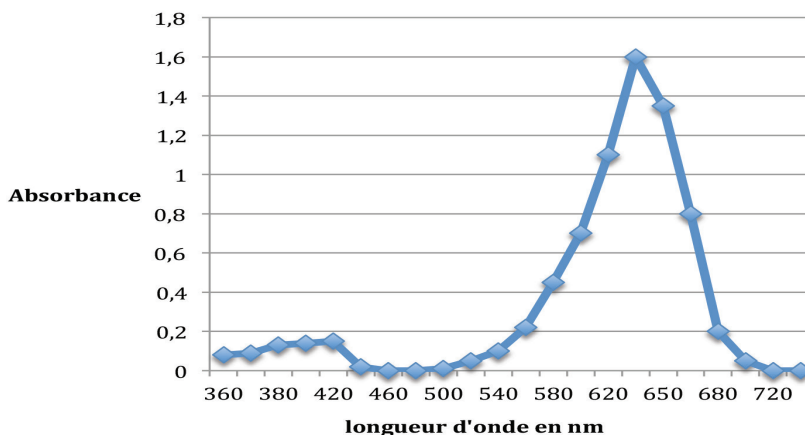
A L'absorbance

Dans cette partie, nous allons mesurer l'absorbance de solutions colorées. Une solution est colorée si elle laisse passer certaines radiations et que par conséquent elle en absorbe certaines.

L'**absorbance**, notée **A**, est une grandeur positive, sans unité, **proportionnelle à la quantité de lumière absorbée** à une longueur d'onde λ donnée et mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre.

B Choix de la longueur d'onde d'étude

À l'aide d'un graphique de l'intensité lumineuse ou de l'absorbance en fonction de la longueur d'onde, on détermine la longueur d'onde qui sera notée λ_{\max} correspondant au maximum d'absorption.



Par exemple, la courbe correspondant à un maximum d'absorption du colorant bleu patenté correspond à $\lambda_{\max} = 640 \text{ nm}$.

C Courbe d'étalonnage

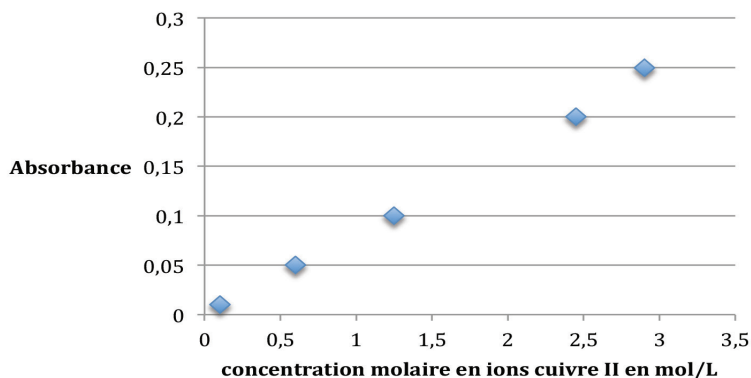
À partir d'une solution mère, on prépare par dilution, une série de solutions filles afin d'obtenir une gamme d'étalonnage de concentration connue.

À l'aide d'un spectrophotomètre (voir photo ci-dessous), on mesure l'absorbance de l'ensemble des solutions filles. Avant d'utiliser le spectrophotomètre, il faut réaliser les opérations suivantes :

- Régler la longueur d'onde λ_{\max} préalablement déterminée à l'aide du graphique fourni.
- Effectuer le blanc : introduire de l'eau distillée qui est le solvant dans une cuve et faire le zéro sur le spectrophotomètre.



Ensuite on trace la courbe d'étalonnage qui correspond à la courbe représentant l'absorbance A en fonction de la concentration molaire.



La courbe est une droite passant par l'origine, donc on peut dire que l'absorbance A est proportionnelle à la concentration molaire C .

Enfin, on mesure l'absorbance de la solution dont on cherche la concentration molaire. Puis on reporte sur la courbe d'étalonnage cette valeur de A afin de déterminer la valeur de la concentration molaire.

3 Loi de Beer-Lambert

Dans le paragraphe précédent, nous avons déterminé que l'absorbance est proportionnelle à la concentration molaire.

D'après la **loi de Beer-Lambert**, on a :

$$A = \epsilon \times l \times C$$

- A est l'absorbance sans unité ;
- ϵ est le coefficient d'absorption molaire ou d'extinction molaire en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$;
- l est la largeur de la solution traversée en cm ;
- C la concentration molaire en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le coefficient ϵ dépend de plusieurs facteurs :

- la nature de l'espèce chimique ;
- la longueur d'onde λ ;
- le solvant ;
- la température.

La loi de Beer-Lambert est valable pour des solutions de concentration assez faible ($< 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Exercices

Données Pour l'ensemble des exercices :

On utilisera la classification périodique pour les masses molaires atomiques.

- $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Compétences attendues

- Déterminer la masse molaire d'une espèce à partir des masses molaires atomiques des éléments qui la composent.

Exercice 1.1

S'approprier, analyser, réaliser

Calculer les masses molaires des composés suivants :

1. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
2. CuSO_4
3. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
4. $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Compétences attendues

- Déterminer la quantité de matière contenue dans un échantillon de corps pur à partir de sa masse et du tableau périodique.

Exercice 1.2

S'approprier, analyser, réaliser

1. Calculer les quantités de matières contenues dans :
 - a. 5,00 mg de fer
 - b. 15,0 kg d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
2. Un atome de manganèse a une masse de $9,12 \times 10^{-23} \text{ g}$.
 - a. Calculer le nombre d'atomes de manganèse dans un échantillon de masse $m = 3,12 \text{ g}$.
 - b. En déduire la quantité de matière correspondante.

Compétences attendues

- Utiliser le volume molaire d'un gaz pour déterminer une quantité de matière.

Exercice 1.3

S'approprier, analyser, réaliser

- Calculer le volume occupé par 12,4 mol d'éthane gazeux de formule C_2H_6 .
- Calculer la masse correspondante.
- Calculer les quantités de matières contenues dans les volumes gazeux suivants :
 - 20,0 mL de sulfure d'hydrogène (H_2S)
 - 5,00 m³ de dioxygène (O_2)

Compétences attendues

- Déterminer la quantité de matière de chaque espèce dans un mélange (liquide ou solide) à partir de sa composition.

Exercice 1.4

S'approprier, analyser, réaliser

On mélange un volume $V_1 = 70$ mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde (HO^-) de sodium (Na^+), de concentration $c_1 = 1,00 \cdot 10^{-3}$ mol.L⁻¹, avec un volume $V_2 = 170$ mL d'une solution aqueuse S_2 de chlorure (Cl^-) de sodium de concentration $c_2 = 1,3 \cdot 10^{-3}$ mol.L⁻¹. Il n'y a aucune réaction chimique et on obtient une solution S.

- Calculer les quantités de matière de chaque ion dans la solution S, puis leurs concentrations.

Compétences attendues

- Déterminer la quantité de matière d'un soluté à partir de sa concentration en masse ou en quantité de matière et du volume de solution.

Exercice 1.5

S'approprier, analyser, réaliser, raisonner

La vitamine C, ou acide ascorbique $C_6H_8O_6$, est souvent prescrite en cas de grippe ou en période de convalescence. Elle peut se présenter en sachet contenant entre