

C1 : Bilan de matière

La notion de quantité de matière est fondamentale en chimie et sera utilisée tout au long de l'année. Dans ce chapitre on va voir comment les calculer dans toutes les situations.

1 Quantité de matière.

Définition la mole

Une quantité de matière n (mol) peut se calculer à partir d'un nombre d'entités N (atomes, ions, molécules)

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (0)$$

Où $N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ est le nombre d'Avogadro

A. Calculer une quantité de matière à partir d'une masse.

- La masse molaire **atomique** d'une espèce est la masse d'une mole d'atomes de cette espèce. Elle est notée M et s'exprime en g.mol^{-1}
- On trouve les masses molaires atomiques dans le tableau périodique des éléments.

Masses molaires en g.mol^{-1}

H							He
1,0							4,0
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
7,0	9,0	10,8	12,0	14,0	16,0	19,0	20,2
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
23,0	24,3	27,0	28,1	31,0	32,1	35,5	40,0

- La masse molaire d'une **molécule** (ou d'un ion) est la somme des masses molaires des atomes qui la composent.

Définition Quantité de matière

Une quantité de matière n (mol) peut se calculer à partir d'une masse m (g)

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

où M (g.mol^{-1}) la masse molaire.

Rappel Pour un liquide (ou gaz) on donne généralement le volume V (et non la masse) il faut alors utiliser la masse volumique ρ

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

ce qui permet de calculer

$$n = \frac{\rho V}{M}$$

B. Calculer une quantité de matière d'un gaz.

- Pour une température (et une pression) donnée, le volume d'un gaz ne dépend pas de la nature des entités qu'il contient.
- Le volume d'une mole de gaz est appelé **volume molaire**.

Définition Quantité de matière d'un gaz

Une quantité de matière n (mol) d'un gaz peut se calculer à partir de son volume V .

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

où V_m est appelé **volume molaire** sa valeur à 20°C est de 24 L.mol^{-1} .

2 Concentration en quantité de matière.

La concentration **en masse** c_m d'un soluté dans une solution a été vue en 2de

$$c_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

Cette année (et les suivantes), on utilisera de préférence la concentration **en quantité de matière** notée c .

Définition La concentration en quantité de matière

$$c = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \quad (3)$$

où $n_{\text{soluté}}$ est la quantité de matière du soluté (mol) , V_{solution} (L) et c (mol.L^{-1})

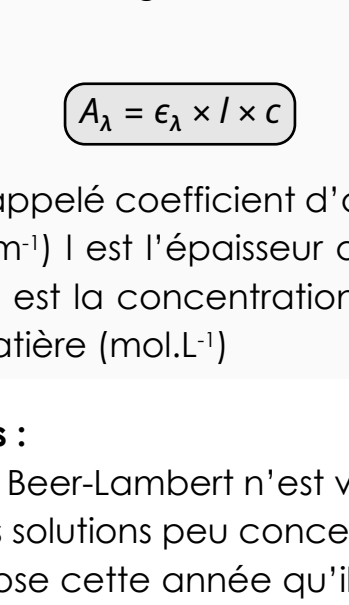
Remarques :

- On peut convertir une concentration en masse en une concentration en quantité de matière à l'aide de la masse molaire du soluté.
- Rappel:** On prépare des solutions soit par:
 - **dilution** d'une solution mère.
 - **dissolution** d'un soluté

3 Absorbance d'une espèce en solution.

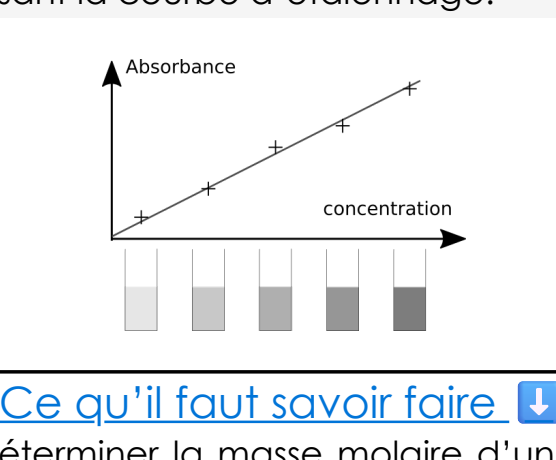
A. Spectre d'absorption

- Une espèce chimique est **colorée** lorsqu'elle absorbe une partie de la lumière visible.



cercle chromatique

- La couleur perçue est la couleur **complémentaire** de celle qui est absorbée. (couleur opposée sur le cercle chromatique)
- L'absorbance A** est une grandeur sans unité qui mesure l'absorption de la lumière par une solution. Elle est mesurée avec un spectrophotomètre.
- Le **spectre** d'absorption d'une espèce est une représentation graphique de l'absorbance de cette espèce en fonction de la longueur d'onde.



spectre d'un colorant

B. Loi de Beer-Lambert.

L'expérience montre que pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance A_λ d'une espèce en solution est **proportionnelle** à :

- La **concentration** c du soluté.
- L'épaisseur** l de solution traversée par la lumière

Définition L'absorbance

L'absorbance A_λ d'une espèce en solution pour une longueur d'onde donnée est :

$$A_\lambda = \epsilon_\lambda \times l \times c$$

où ϵ_λ est appelé coefficient d'absorption ($\text{L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$) l est l'épaisseur de solution (cm) et c est la concentration en quantité de matière (mol.L^{-1})

Remarques :

- La loi de Beer-Lambert n'est valable que pour des solutions peu concentrées
- on suppose cette année qu'il n'y a qu'un seul soluté.

4 Dosage par étalonnage.

Méthode :

- On prépare des solutions de différentes concentrations connues pour obtenir une échelle de teintes.
- On mesure l'absorbance de chacune d'entre elles.
- On trace la courbe représentative de l'absorbance en fonction de la concentration ou courbe **d'étalonnage**.
- On mesure l'absorbance de la solution inconnue.
- On détermine sa concentration en utilisant la courbe d'étalonnage.

Ce qu'il faut savoir faire

- ✓ Déterminer la masse molaire d'une espèce à partir des masses molaires atomiques des éléments qui la composent.
- ✓ Déterminer la quantité de matière contenue dans un échantillon de corps pur à partir de sa masse et du tableau périodique.
- ✓ Utiliser le volume molaire d'un gaz pour déterminer une quantité de matière.
- ✓ Déterminer la quantité de matière de chaque espèce dans un mélange (liquide ou solide) à partir de sa composition.
- ✓ 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.
- ✓ Expliquer ou prévoir la couleur d'une espèce en solution à partir de son spectre UV-visible.
- ✓ Déterminer la concentration d'un soluté à partir de données expérimentales relatives à l'absorbance de solutions de concentrations connues.

Résumé à mémoriser

Solide - Liquide - gaz

C1 : Activité et Exercices

⚠ Méthode de travail à suivre :

- **Lire** la partie cours et suivre les **explications** du professeur.
- **Rédiger** les réponses aux questions Q1.. sur une feuille de travail. Ne pas attendre la correction pour commencer !
- **Réaliser** une carte mentale (ou un résumé) du cours
- **Faire les exercices** dans l'ordre (sur une feuille)

Q1. Rappeler la définition de la mole vue en seconde et expliquer pourquoi les chimistes (vous !) l'utilisent.

Q2. En utilisant les données du tableau périodique, calculer la masse molaire moléculaire de l'eau H_2O puis expliquer ce que cette valeur veut dire sous forme d'une phrase.

Masses molaires de quelques éléments en $g \cdot mol^{-1}$

H 1,0							He 4,0
Li 7,0	Be 9,0	B 10,8	C 12,0	N 14,0	O 16,0	F 19,0	Ne 20,2
Na 23,0	Mg 24,3	Al 27,0	Si 28,1	P 31,0	S 32,1	Cl 35,5	Ar 40,0

Q3. Calculer la quantité de matière de 100 g d'eau en utilisant le résultat précédent.

Q4. Calculer la quantité de matière de 130 L d'air à $20^\circ C$ puis comparer le résultat au précédent et conclure.

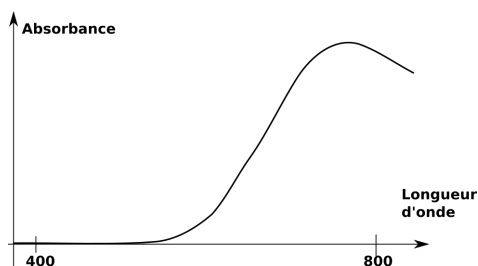
Q5. Calculer la masse de sucre contenue dans 100 mL de soda de concentration en masse $c_m = 110 g \cdot L^{-1}$ puis en déduire la quantité de matière de sucre correspondante.

Q6. Calculer la concentration en quantité de matière du sucre dans le sirop précédent. **Donnée** $M(\text{sucre}) = 343 g \cdot mol^{-1}$

Q7. Rappeler le principe d'une dilution.

Q8. Quel intervalle de longueur d'onde correspond à la lumière visible ? Donner les valeurs approximatives du rouge et du bleu.

Q9. Sur le spectre ci-dessous, quelle est la couleur la plus absorbée ? En déduire la couleur observée. (Utiliser le cercle chromatique)



Q10. Expliquer pourquoi les deux fioles n'ont pas la même couleur alors que le soluté est le même. De même expliquer pourquoi la couleur n'est pas la même entre le bas et le haut de la même fiole ?



Q11. Que signifie le mot doser en chimie ? Donner un exemple.

Exercice 1: Masse molaire moléculaire

Calculer les masses molaires suivantes en utilisant les données du tableau périodique et $M(Cu) = 63,5 g \cdot mol^{-1}$:

- 1) du glucose $C_6H_{12}O_6$
- 2) de l'alumine Al_2O_3
- 3) des ions nitrates NO_3^-
- 4) du sulfate de cuivre pentahydraté $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Exercice 2: Calculer une quantité de matière

Données :

- Le volume molaire est de $24,0 L \cdot mol^{-1}$ dans les conditions ordinaires de température et pression
- Les masses molaires sont dans le tableau périodique.
- La masse volumique de l'éthanol liquide est $\rho = 0,79 g \cdot mL^{-1}$

- 1) Quelle est la quantité de matière de 5,0 g d'hydroxyde de sodium $NaOH(s)$?
- 2) Quelle est la quantité de matière de 5,0 mL d'éthanol $C_2H_5O(l)$?
- 3) Calculer la quantité de matière de 100 L de dioxyde de carbone $CO_2(g)$ dans les conditions ordinaires de température et de pression.
- 4) Quelle est la quantité de matière en sulfate de cuivre $Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ dans 75 mL de solution à une concentration de $3,0 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$?

Exercice 3: Préparation d'une solution

On veut préparer 250 mL d'une solution (S) de chlorure de potassium (KCl) de concentration (en quantité de matière) $c = 0,10 mol \cdot L^{-1}$ par dissolution de chlorure de potassium solide.

Données : $M(K) = 39,0 g \cdot mol^{-1}$; $M(Cl) = 35,5 g \cdot mol^{-1}$

- 1) Calculer la masse de chlorure de potassium qu'il faut dissoudre pour préparer la solution (S).
- 2) En déduire la concentration en masse c_m de la solution (S).
- 3) Montrer que la concentration en quantité de matière c et la concentration en masse c_m sont liées par $c = \frac{c_m}{M}$ puis calculer c .

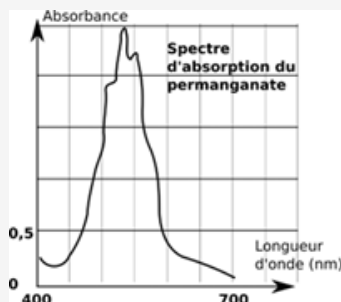
4) Quel matériel faut-il pour préparer cette solution avec précision ?

On dispose de 100 mL d'une solution (S') de chlorure de potassium de concentration $c' = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$. On veut préparer à nouveau la solution (S) par dilution.

- 5) Calculer le volume de solution (S') qu'il faut prélever pour préparer 250 mL de solution (S) par dilution.
- 6) Donner le protocole complet de cette dilution en indiquant le matériel utilisé.

Exercice 4: Le permanganate de potassium

Le document suivant montre le spectre d'absorption du permanganate de potassium de concentration $c = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$



- 1) Quelle est la couleur de l'ion permanganate ? (Justifier en utilisant le cercle chromatique)

On travaille à $\lambda = 525 \text{ nm}$ avec une cuve de 1,0 cm.

- 2) Pourquoi choisir cette longueur d'onde ?
- 3) Rappeler l'expression de la loi de Beer-Lambert, puis calculer la valeur du coefficient d'absorption molaire de l'ion permanganate à $\lambda = 525 \text{ nm}$.
- 4) Une solution de concentration inconnue a une absorbance de 0,50 (à $\lambda = 525 \text{ nm}$). Calculer cette concentration.

Exercice 5: Teinture d'iode

On dispose d'une bouteille de 100 mL de teinture d'iode qui contient 5,0 % en masse de diiode I_2 . **Données:**

- La masse volumique est de $\rho_{\text{teinture}} = 900 \text{ g.L}^{-1}$
- La masse molaire de l'iode est 127 g.mol^{-1} .

- 1) Calculer la masse de la teinture d'iode puis celle du diiode qu'elle contient.
- 2) En déduire que la concentration en masse du diiode est de 45 g.L^{-1}
- 3) En déduire la concentration en quantité de matière du diiode dans la bouteille.

Pour confirmer ce résultat, on dilue la teinture d'iode 200 fois pour obtenir une solution S. On mesure son absorbance à 500 nm et on obtient $A_{500} = 0,78$. On prépare 6 solutions de concentrations en diiode connues dont on mesure l'absorbance à 500 nm. Les résultats sont notés dans le tableau ci-dessous.

$c(\mu\text{mol.L}^{-1})$	50	100	250	500	750	100
---------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----

A	0,041	0,100	0,220	0,460	0,700	0,870
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- 4) Tracer la courbe d'étalonnage $A = f(c)$ sur une feuille quadrillée (ou avec Python, Excel ou autre.)
- 5) Déterminer graphiquement la concentration en quantité de matière du diiode dans la solution diluée puis celle de la teinture et la comparer au résultat de la question 3)

Exercice 6: Entraînement

- 1) La quantité de matière d'un système de 1 milliard d'entités est:
 - A. $6,02 \times 10^{14} \text{ mol}$
 - B. $1,66 \times 10^{-15} \text{ mol}$
 - C. $1,66 \times 10^{-12} \text{ mol}$
- 2) Le nombre d'Avogadro a pour unité :
 - A. aucune
 - B. mol
 - C. mol^{-1}
- 3) La quantité de matière de 10,0 g de cuivre est:
 - A. 0,157 mol
 - B. 6,35 mol
 - C. $1,67 \times 10^{-23} \text{ mol}$
- 4) Le volume molaire d'un gaz dépend:
 - A. de la nature d'un gaz
 - B. de la température
 - C. de la pression
- 5) À la même température et même pression, 1,0 g de CO_2 gazeux et 1,0 g de O_2 gazeux occupent :
 - A. un volume identique
 - B. un volume différent
 - C. On ne peut pas répondre
- 6) La masse volumique du CO_2 est : A. 1,83 g/L B. 0,54 g/L C. on ne peut pas répondre
- 7) La masse d'une molécule d'eau (H_2O) est :
 - A. $6,02 \times 10^{-23} \text{ g}$
 - B. $3,0 \times 10^{-23} \text{ g}$
 - C. $1,5 \times 10^{-23} \text{ g}$
- 8) Une molécule a pour masse molaire $M = 44 \text{ g.mol}^{-1}$. Celle ci contient 3 atomes de carbone, et:
 - A. 8 atomes d'hydrogène
 - B. 6 atomes d'hydrogène
 - C. 4 atomes d'hydrogène

