

Travail dirigé 5 : La concentration d'une solution

Notions vues :

- la concentration massique d'une solution
- la concentration molaire d'une solution
- le pourcentage en masse d'une solution
- la dilution d'une solution (avec ou sans ions communs)
- le facteur de dilution
- la fraction molaire
- la densité
- la masse volumique

Exercices :

1. On mélange deux volumes différents de solutions dont la teneur respective en glucose vaut 7g/L. Que devient la concentration massique de cette nouvelle solution ?
(R : 7g/L)
2. Comparer les masses de fructose contenues dans les solutions suivantes :
 - a) 100 mL d'une solution de concentration massique 0,1 g/L
 - b) 50 mL d'une solution de concentration massique 0,2 g/L.(R : 0,01g dans les solutions 1 et 2)
3. On introduit 0,55g de sulfate de zinc (ZnSO_4) et on ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge d'un ballon de 50 mL. Quelle est la concentration massique de la solution ainsi préparée ?
(R : 11g/L)
4. Calculer la concentration massique d'une solution de permanganate de potassium (KMnO_4) sachant qu'on a préparé 3 L de cette solution par dissolution de 9,48g de soluté dans l'eau.
(R : 3,16g/L)
5. On désire préparer 250 mL d'une solution de KBr 85 g/L. Quelle masse de KBr solide doit-on peser ?
(R : 21,25g)
6. Une solution dont 5 mL contiennent n_A mol d'une substance dissoute A est 10 fois plus concentrée qu'une solution dont 50 mL contiennent la même quantité de mol n_A . Vrai ou faux. Justifier.
(R : Vrai)
7. Calculer la concentration molaire d'une solution dont un volume de 50 mL contient 0,01 mol de substance dissoute.
(R : 0,2 mol/L)
8. Comment préparer 100 mL d'une solution de NaOH 0,2 M
 - a) à partir du soluté solide?
 - b) à partir d'une solution 0,5 molaire en NaOH ?(R : a) 0,8g/100mL ; b) prélever 40 mL de la solution de NaOH)

9. On dissout 2,52g d'acide oxalique $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dans un ballon jaugé jusqu'à obtenir 250 mL de solution aqueuse. Quelle est la concentration molaire de cette solution ?
(R : $8 \cdot 10^{-2}$ M)
10. On prépare 50 mL de solution aqueuse de chlorure d'aluminium (AlCl_3) par dissolution de 0,55g de ce sel dans de l'eau.
a) Calculer la concentration molaire de ce sel.
b) Calculer les concentrations molaires des ions résultant de la dissociation du sel dans l'eau.
(R: a) $8,25 \cdot 10^{-2}$ M ; b) $c(\text{Al}^{+3}) = 8,25 \cdot 10^{-2}$ M et $c(\text{Cl}^-) = 3 \cdot 8,25 \cdot 10^{-2}$ M)
11. Calculer la concentration molaire d'une solution d'acide chlorhydrique HCl sachant que sur l'étiquette on trouve les renseignements suivants : 37% massique ; 1,19kg/L et $M = 36,5$ g/mol.
(R : 12,06M)
12. Calculer la concentration molaire d'une solution de H_2SO_4 concentré sachant que sa masse molaire est de 98g/mol, qu'il est à 96 % massique et que sa densité vaut 1,84.
(R : 18,02M)
13. Calculer la concentration molaire d'une solution d'acide acétique CH_3COOH à 99% sachant que $M = 60$ g/mol et que $d = 1,06$.
(R : 17,5M)
14. Une solution d'acide HA de concentration c_A est diluée 10 fois. Que devient la concentration molaire de cette solution ?
(R : $c_A/10$)
15. Un berlingot contenant 250 mL d'eau de Javel concentrée comporte les données suivantes : verser le contenu du berlingot dans une bouteille d'un litre et de compléter avec de l'eau. Quel est le facteur de dilution ?
(R : 4)
16. On dispose au laboratoire d'une solution 2 M en soude caustique. Quel volume de solution faut-il prélever pour préparer un litre de solution 0,1M ? Quel est le facteur de dilution ?
(R : 50mL ; 20)
17. Calculer la concentration molaire de la solution obtenue en mélangeant 200 mL d'eau à 50 mL de NaOH 5 mol.L⁻¹. Quel est le facteur de dilution ?
(R : 1M ; 5)
18. Un industriel veut éliminer 1 m³ de déchets liquides dont la teneur en nitrates est de 10g/L. Dans quel volume d'eau doit-il le diluer avant le rejet en rivière, sachant que la législation autorise un maximum de 50 mg/L ?
(R : ajout de 199 m³)
19. Quel volume d'acide sulfurique concentré 18 M faut-il prélever pour préparer 100 mL d'une solution de H_2SO_4 dont la concentration molaire vaut 6M ?
(R : 33,3 mL)

20. Quelle est la molarité d'une solution de H_3PO_4 préparée en diluant 10 mL d'acide concentré 15 M dans un jaugé de 100 mL ?
(R : 1,5 M)
21. Dans un jaugé de 500 mL, on dissout 2,9 g de chlorure de sodium solide et 1,48 g de chlorure de potassium solide. On ajoute de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Calculer la concentration molaire en ions chlorure dans la solution.
(R : 0,14 M)
22. On dissout 2,5 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dans 1 L de solution 0,1 M en sulfate d'aluminium. On suppose que l'ajout du solide n'a pas modifié le volume de la solution, calculer la concentration molaire de la solution en ions sulfate.
(R : 0,31 M)
- Q23. On mélange 25 mL d'une solution de nitrate de potassium 0,5 M avec 50 mL d'une solution de nitrate ferrique à $0,242 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. Calculer la concentration molaire en ions nitrate dans ce mélange.
(R : 0,17 M)
- Q24. On dispose d'une solution de chromate de potassium de concentration 0,872 M dont la masse volumique vaut $1,129 \text{ g/mL}$. Calculer la molalité, le pourcentage massique et la fraction molaire de soluté pour cette solution. On considère que l'ajout de soluté ne fait pas varier le volume de la solution.
(R : 0,908 mol/kg ; 15% ; $X=0,0161$)
- Q25. On dispose d'une solution de saccharose $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ de molalité 4,03 mol/kg et dont le pourcentage massique est de 58%. Calculer la concentration molaire, la fraction molaire de soluté et la masse volumique de cette solution. On considère que l'ajout de soluté ne fait pas varier le volume de la solution.
(R : 4,03 mol/L ; $X= 0,0677$; $2,38 \text{ g/mL}$)

I. La notion de concentration d'une solution

1/ Définition et composition d'une solution

Une solution est un mélange homogène dont on ne peut pas distinguer les constituants.

Il y a 2 constituants dans une solution :

- le soluté : corps dissous (présent en faible quantité) qui peut être
 - solide (ex : NaCl)
 - liquide (ex : CH₃COOH)
 - gazeux (ex : HCl)

- le solvant : constituant le plus abondant dans lequel le soluté est dissous

Ex : l'eau est un solvant souvent utilisé : on parle alors de « solution aqueuse »

2/ Caractéristiques d'une solution

A/ Concentration d'une solution

C'est la proportion de soluté contenue dans la solution.

Il existe plusieurs manières d'exprimer la concentration d'une solution :

1°/ Molarité ou Concentration molaire C

Nombre de moles de soluté dissous dans 1L de solution.

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

où n = nombre de moles de soluté

V = Volume total de la solution

Elle s'exprime en mol L⁻¹ ou mol/L

2°/ Concentration massique (C_{massique} ou ρ)

Masse de soluté dissous dans 1L de solution.

$$C_{\text{massique}} = \frac{m}{V} \quad \text{où} \quad m = \text{masse de soluté}$$

V = volume total de la solution.

Elle s'exprime en g L^{-1} ou g/L ou encore en kg L^{-1} ou kg/L

3°/ Molalité (C_m ou m)

Nombre des moles de soluté par kg de solvant

$$m = \frac{n}{\text{kg desolvant}}$$

Avantage de cette unité : elle est indépendante de la température

4°/ Pourcentage massique (% m/m)

Nombre de grammes de soluté dissous dans 100 g de solution.

Ex : une solution de H_2SO_4 à 96 % en masse contient 96 g de H_2SO_4 pur pour 100 g de solution.

5°/ Fraction molaire (X_i)

Rapport entre le nombre de moles de soluté et le nombre total de moles en solution.

$$X_i = \frac{n}{\sum n}$$

B/ Densité d'une solution (d)

Elle correspond à la masse d'un litre de solution par rapport à la masse d'un litre d'eau à la même température. Cette grandeur ne possède pas d'unité : c'est un nombre pur.

$$d = \frac{m(1L \text{ de solution})}{m(1L \text{ d'eau})}$$

C/ Masse volumique

Masse d'un litre de solution.

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

Elle s'exprime en kg L^{-1} ou g L^{-1} ou g/cm^3

II. La notion de dilution

1/ Définitions

C'est l'opération qui consiste à ajouter

- a/ soit une certaine quantité de solvant (souvent de l'eau) à une solution concentrée.
- b/ soit à ajouter une certaine quantité de solution (contenant des ions communs ou non) à une solution initiale

2/ Variation du nombre de moles de soluté et de la concentration en soluté

a/ Lors de l'ajout de solvant

Le nombre de moles de soluté dissous ne varie pas.

Donc,

$$n_{\text{soluté}} (\text{avant dilution}) = n_{\text{soluté}} (\text{après dilution})$$

Comme le nombre de moles de soluté peut se calculer à partir de la concentration et du volume de la solution, on peut écrire la relation suivante :

$$C_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}} = C_{\text{dil}} \cdot V_{\text{dil}}$$

N.B : Le volume après dilution se calcule par :

$$V_{\text{dil}} = V_{\text{conc}} + V_{\text{eau}}$$

b/ Lors de l'ajout d'une solution à ions communs

Le nombre de moles de soluté dissous varie de la manière suivante :

$$n_{\text{soluté}} (\text{sln diluée}) = n_{\text{soluté}} (\text{sln concentrée}) + n_{\text{soluté}} (\text{sln ajoutée})$$

Comme le nombre de moles de soluté peut se calculer à partir de la concentration et du volume de la solution, on peut écrire la relation suivante :

$$C_{\text{dil}} \cdot V_{\text{dil}} = C_{\text{conc}} \cdot V_{\text{conc}} + C_{\text{sln ajoutée}} \cdot V_{\text{sln ajoutée}}$$

3/ Facteur de dilution

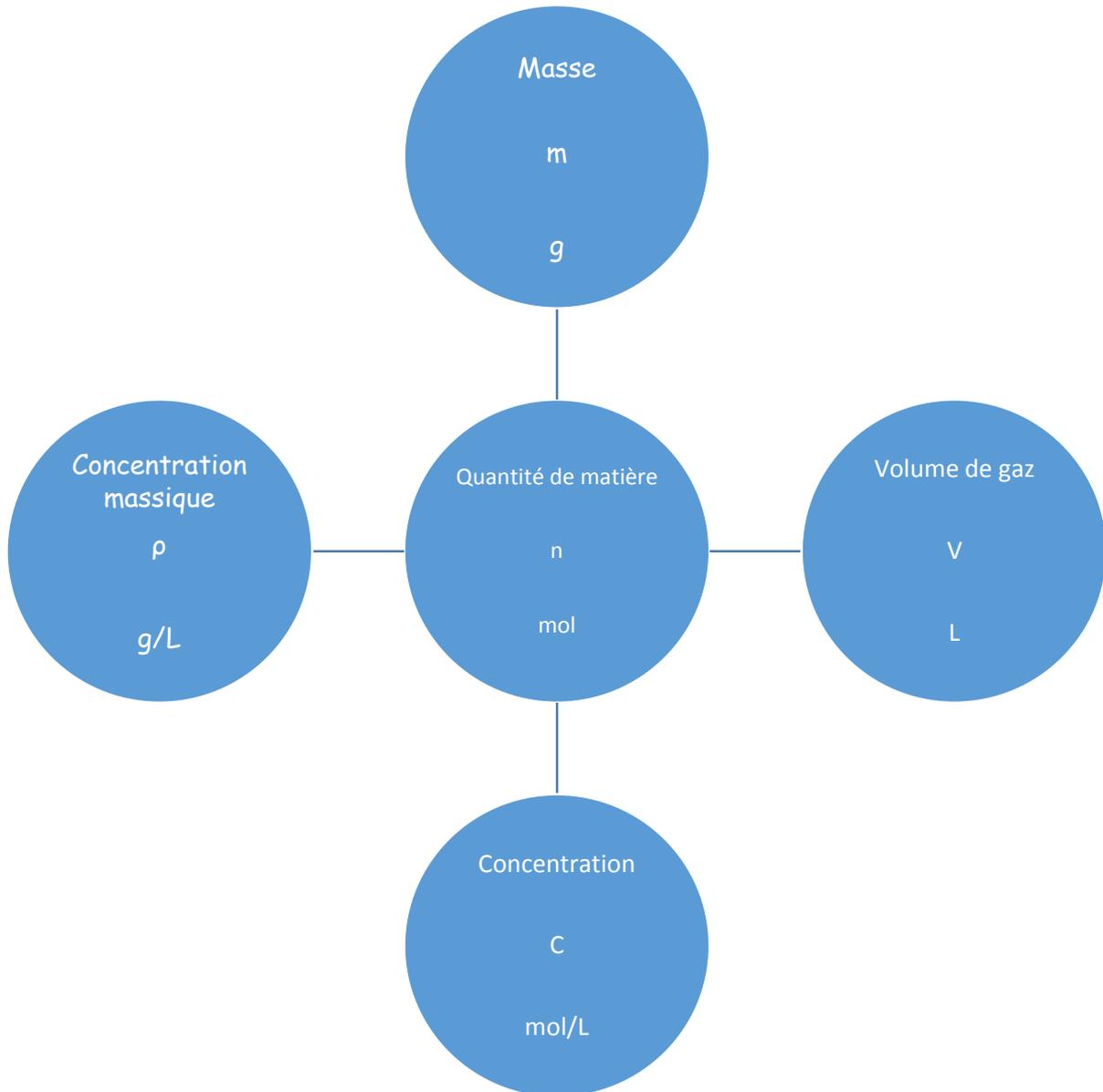
On appelle facteur de dilution :

- soit le rapport de la concentration avant dilution par la concentration après dilution c-à-d $C_{\text{conc}} / C_{\text{dil}}$
- soit le rapport du volume de solution après dilution par le volume de solution avant dilution c-à-d $V_{\text{dil}} / V_{\text{conc}}$

Tableau récapitulatif

Nom de la grandeur	Symbole de la grandeur	Symbole de l'unité généralement utilisée par les chimistes	Remarque
Quantité de matière	n	mol	Collection de 6.10^{23} particules $n = m/M$
Masse	m	g	
Masse molaire	M	g/mol	A calculer à l'aide du tableau périodique
Volume	v	L	$1L = 1 \text{ dm}^3$
Concentration massique	ρ	g/L	$\rho = m/v$
Concentration molaire	C	mol/L ou M	$c = n/v$
Volume molaire	V_m	L/mol	Gaz parfait à 0°C et 1 atm : 22,4 L
...			

La quantité de matière : une notion centrale en chimie



Bibliographie :

Arnaud P, *Cours de chimie physique*, édition Dunod 1988

Hill J., Petrucci R., *Chimie générale*, Editions du Renouveau Pédagogique, 2ème édition 2008

Hill J, Petrucci R., *Chimie des solutions*, Editions du Renouveau Pédagogique, 2^{ème} édition 2008

La matière et ses quantités « La matière et ses quantités : la concentration », groupe transition ULg, édition 1999

Exercices de chimie générale relatifs au cours du professeur R.Cloots, ULG, 2004

Exercices de chimie générale relatifs au cours du professeur JF Dereux, ULg, 2002

Exercices associés au cours de P.Colson

Exercices de chimie générale relatifs au cours du professeur L.Quinton, ULG, 2010

Exercices de chimie relatifs au cours de K.Mawet

Exercices de chimie relatifs au cours de V.Lonnay.