

Quantité de matière, concentration, dissolution, dilution

I - Les grandeurs à connaître

N(X) :

N_a :

n(X) :

m(X) :

M(X) :

V_s :

c(X) :

t(X) ou Cm(X) :

II – Les relations à connaître

Validité	dans tous les cas	dans tous les cas	pour les solutions !!!
Pour calculer n	$n(A) = N(A) / N_a$	$n(A) = m(A) / M(A)$	$n(A) = C_s \times V_s$
Pour calculer	N(A) : nombre ou quantité d'entités	m(A) : masse échantillon	C _s : concentration molaire de la solution
Il faut connaître,	- n(A) : quantité de matière - N _a : constante d'Avogadro	- n(A) - M(A) : masse molaire de A	- n(A) - V _s : volume de solution
utiliser la relation	$N(A) = n(A) \times N_a$	$m(A) = n(A) \times M(A)$	$C_s = n(A) / V_s$

III - Masse volumique et densité

$\rho(A) = m(A) / V(A)$ unités possibles : g.L⁻¹, kg.m⁻³, g.mL⁻¹

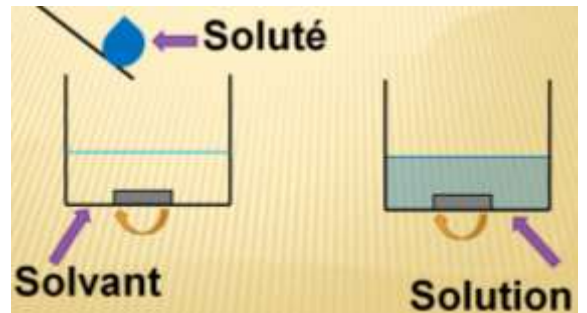
$d(A) = \rho(A) / \rho_{\text{eau}}$

La densité est une grandeur sans dimension.

IV – Saturation et solubilité

Une solution est **saturée** quand le soluté versé n'arrive pas à se dissoudre complètement dans le solvant.

La masse maximale d'un soluté qui peut être dissoute dans un litre de solvant se nomme la **solubilité** et s'exprime en g.L⁻¹.



V – Concentration ou titre massique

Définition : elle donne la masse de soluté en g dissoute par litre de solvant (eau).

Elle se note t(X) ou Cm(X) et s'exprime en g.L⁻¹.

Pour la calculer, il faut connaître :

- la masse dissoute de soluté en g

- le volume de solution V_s en L

Remarque : l'unité donne l'opération à réaliser par obtenir cette concentration massique.

Expression :

$$t(X) = m(A) / V_s$$

VI – Concentration molaire

Définition : elle donne la quantité de matière de soluté en mol dissoute par litre de solvant (eau).

Elle se note C(X) et s'exprime en mol.L⁻¹.

Pour la calculer, il faut connaître :

- la quantité de matière dissoute de soluté en mol

- le volume de solution V_s en L

Remarque : l'unité donne l'opération à réaliser par obtenir cette concentration molaire.

Expression : $C(X) = n(A) / V_s$

VII – Relation en les concentrations massique et molaire

Et, si pour calculer C, je ne dispose pas de n, mais de m !

$$C(A) = n_A / V_s \qquad n(A) = m(A) / M(A)$$

$$C(A) = m(A) / M(A) \times 1 / V_s = m(A) / (M(A) \times V_s) = m(A) / (V_s \times M(A)) = m(A) / V_s \times 1 / M(A)$$

En conclusion : $C(A) = t(A) / M(A)$ ou $t(A) = C(A) \times M(A)$

VIII – Préparer une solution

Le problème : je désire une solution de volume V_s et de concentration C_s

1) Par dissolution d'un soluté

• Opérer une dissolution consiste à dissoudre une substance, solide, liquide ou gazeuse, le **soluté**, dans un **solvant** pour obtenir une **solution** de **concentration massique** C_m ou t_s (g.L^{-1}) ou de **concentration molaire** C (mol.L^{-1})

• Pratiquement, pour obtenir cette solution, je dois déterminer la **masse m_s de soluté** de masse molaire M_s à dissoudre grâce à la relation suivante : $m_s = C_s \times V_s \times M_s$

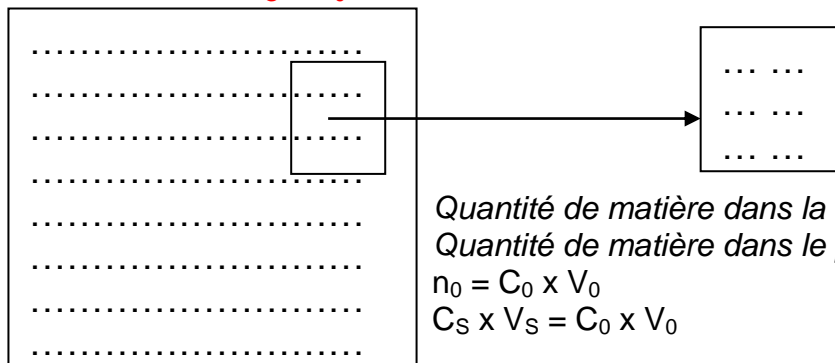
2) Par dilution d'une solution

La dilution permet d'obtenir une solution moins concentrée ou solution fille à partir d'une solution plus concentrée ou solution mère.

La solution de départ est la solution mère de concentration C_0 .

La solution recherchée s'appelle la solution fille (C_s, V_s).

La quantité de matière n_s , présente dans la solution fille est apportée par le prélèvement V_0 de solution mère : $n_s = n_0$



Volume à prélever pour préparer la solution fille : $V_0 = C_s \times V_s / C_0$

IX - Mise en place de la rédaction et de la résolution

1) Identifier et présenter des données

Quelle est la donnée de l'énoncé (une masse, un volume, une concentration, etc.) non présentée ?

Choisissez une lettre et un indice pour la noter et présentez-la.

Quelles sont les natures des autres données ? À quoi vont-elles servir ?

2) Exprimer et calculer une masse molaire

Il faut des données, une expression, un calcul posé et un résultat avec une unité.

Exemple : $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(H_2O) = 2 M(H) + M(O) = 2 \times 1,0 + 16,0 = 18,0 \text{ g.mol}^{-1}$

3) Identifier la grandeur à calculer (une masse, une quantité de matière, un volume, etc.)

Rechercher parmi les formules connues la formule permettant son calcul à partir des données connues. Respectez les notations introduites et celle de l'exercice.

Attention ! Pensez à la notation scientifique et au nombre de chiffres significatifs (le résultat d'un calcul doit avoir autant de chiffres significatifs que la donnée qui en comporte le moins).

X – Exercices

A - Quantité de matière

Exercice I *Masse volumique et densité*

A - Soit un bloc d'aluminium d'un volume $V = 100 \text{ cm}^3$.

Données : masses volumiques Aluminium $\rho(\text{Al}) = 2,7 \text{ g/cm}^3$

Eau $\rho_e = 1,0 \text{ g/cm}^3$

- 1) Exprimez et calculez la masse de ce bloc d'aluminium.
- 2) Exprimez et calculez la densité de l'aluminium.
- 3) L'aluminium flotte-t-il ou coule-t-il quand il est jeté dans l'eau ? Justifiez votre réponse.

B – Dans un bécher, vous placez de l'eau et du dichlorométhane de densité.

- 1) Dessinez le bécher si les deux espèces sont miscibles.
- 2) Dessinez le bécher et légendez si les deux espèces ne sont pas miscibles.

Exercice II *Quantité de matière*

A - Une cartouche de propane de formule C_3H_8 contient 390 g de ce gaz sous forme liquide.

Données : $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exprimez puis calculez la quantité de matière de butane présente dans la cartouche sans oublier de présenter la nouvelle donnée.

B – Le chlorure d'ammonium a pour formule NH_4Cl .

Données des masses molaires M en g.mol^{-1} : Cl (35,5) N (14,0) H (1,0)

- 1) Exprimez puis calculez la masse molaire moléculaire du chlorure d'ammonium.
- 2) Exprimez puis calculez la masse de la quantité de matière $1,10 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$ de chlorure d'ammonium ?

N'oubliez pas de présenter la nouvelle donnée.

- 3) Exprimez puis calculez le nombre d'entités de chlorure d'ammonium présentes dans cet échantillon.

B - Dissolution, dilution

Exercice III

L'éosine est une espèce chimique colorée possédant des propriétés antiseptique et desséchante.

La solution aqueuse utilisée a une concentration de $c = 2,90 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Donnée : $M(\text{éosine}) = 693,6 \text{ g.mol}^{-1}$

- 1) Exprimez et calculez la quantité d'éosine à dissoudre dans de l'eau distillée pour préparer 250,0 mL de solution ?
- 2) Exprimez et calculez la masse d'éosine correspondante ?
- 3) Donnez le protocole expérimental de cette dissolution.
- 4) Exprimez et calculez le titre massique de l'éosine dans cette solution

Exercice IV *Préparation d'une solution alcoolique de phénolphtaléine*

La phénolphthaléine est un indicateur coloré acido-basique de formule $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$.

Données : $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Elle est utilisée en solution dans l'éthanol à la concentration $c = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

- 1) Quel est le solvant de cette solution ?
- 2) Exprimez et calculez la quantité de phénolphthaléine utilisée pour préparer 250 mL de cette solution alcoolique
- 3) Exprimez et calculez la masse de phénolphthaléine utilisée pour fabriquer cette solution.

Exercice V *Préparation d'une solution par dilution*

On prélève un volume $v_0 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre II de concentration $c_0 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Ce volume est introduit dans une fiole jaugée de 500 mL, complétée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis homogénéisée.

- 1) Récapitulez les caractéristiques des solutions mère et fille.
- 2) Donnez la relation qui lie les quantités de matière des solutions mère et fille.
- 3) Exprimez et calculez la concentration de la solution fille ?

Correction

Exercice I

A - 1) $\rho(\text{Al}) = m(\text{Al}) / V$ d'où $m(\text{Al}) = \rho(\text{Al}) \times V = 2,7 \times 100 = 2,70 \cdot 10^2 \text{ g}$

2) $d(\text{Al}) = \rho(\text{Al}) / \rho_e = 2,7 / 1,0 = 2,7$

3) L'aluminium est plus dense que l'eau donc il coule.

B - 1) Espèces miscibles : une seule phase avec les deux espèces.

2) Espèces non miscibles : deux phases avec la moins dense au dessus (eau) et la plus dense en dessous (dichlorométhane), car la densité du dichlorométhane est plus grande que celle de l'eau.

Exercice II

A - 1) $m(\text{C}_3\text{H}_8) = 390 \text{ g}$

2) La quantité de matière de propane est égale au rapport de la masse de propane dont je dispose sur la masse molaire moléculaire du propane.

$$n(\text{C}_3\text{H}_8) = m(\text{C}_3\text{H}_8) / M(\text{C}_3\text{H}_8) = 390 / 44,0 = \underline{8,86 \text{ mol}}$$

B - 1) $M(\text{NH}_4\text{Cl}) = M(\text{N}) + 4 M(\text{H}) + M(\text{Cl}) = 14,0 + 4 \times 1,0 + 35,5 = \underline{5,35 \cdot 10^1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$

2) La masse $m(\text{NH}_4\text{Cl})$ est donnée par la relation :

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \times M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,10 \cdot 10^{-1} \times 5,35 \cdot 10^1 = \underline{5,89 \text{ g}}$$

3) $N = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \times N_A = 1,10 \cdot 10^{-1} \times 6,02 \cdot 10^{23} = \underline{6,62 \cdot 10^{22} \text{ entités}}$

Exercice III

1) Données : $V_s = 250,0 \text{ mL} = 250,0 \cdot 10^{-3} = 2,500 \cdot 10^{-1} \text{ L}$ $c = 2,90 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$n_s = c \times V_s = 2,90 \cdot 10^{-2} \times 2,500 \cdot 10^{-1} = 7,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2) $m_e = M(\text{éosine}) \times n_s = 7,25 \cdot 10^{-3} \times 693,6 = 5,03 \text{ g}$

3) Méthode :

- peser précisément 50,3 g d'éosine ;
- transvaser l'éosine dans une fiole jaugée de 250mL, Rincer la coupelle et l'entonnoir puis récupérer les eaux de rinçage dans la fiole jaugée
- ajouter de l'eau distillée au $\frac{3}{4}$ du volume de la fiole
- agiter pour dissoudre le solide
- compléter avec de l'eau distillée et ajuster le niveau au trait de jauge

4) Titre massique de la solution obtenu : $t = c \cdot M(\text{éosine})$

$$t = 2,90 \cdot 10^{-2} \times 693,6 = 2011,44 \cdot 10^{-2} = 20,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Exercice IV

1) Le solvant est de l'éthanol.

b) Donnée : $V_s = 250 \text{ mL} = 250 \cdot 10^{-3} = 2,50 \cdot 10^{-1} \text{ L}$

Quantité de phénolphtaléine à dissoudre : $n_p = c \cdot V_s = 1,3 \cdot 10^{-3} \times 2,50 \cdot 10^{-1} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

c) Masse de phénolphtaléine : $m(\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4) = m_s = n_p \times M(\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4)$

$$M(\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4) = 20 M(\text{C}) + 14 M(\text{H}) + 4 M(\text{O}) = 20 \times 12,0 + 14 \times 1,0 + 4 \times 16,0$$

$$M(\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4) = 318,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m(\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4) = 3,3 \cdot 10^{-4} \times 318,0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ g}$$

Exercice V

1) Solution mère : $v_0 = 20,0 \text{ mL}$ $c_0 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Solution fille : $v = 500 \text{ mL}$ $c = ?$

2) La quantité de matière n_0 dans le prélèvement v_0 de solution mère est égale à la quantité de matière dans la solution fille n : $n_0 = n$

3) $n_0 = n$

$$c_0 \times v_0 = c \times v$$

$$c = c_0 \times v_0 / v = 5,0 \cdot 10^{-2} \times 20 / 500 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$