

Fiche méthode n°10 : Concentration et titre massique

Une des compétences à avoir acquis en Terminale est d'après le programme :

« Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis. »

Il faut être capable de calculer une concentration à partir des seules données : titre massique et densité. (On connaît aussi la formule du soluté, donc on peut calculer sa masse molaire).

Définitions

Le titre massique correspond au pourcentage massique de soluté dans une solution. Il est noté t . On peut le définir avec la relation :

$$t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$$

La masse volumique d'une solution est noté ρ . Son unité peut varier en fonction du contexte. Son expression est :

$$\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}}$$

On exprimera la masse volumique dans cette fiche méthode en **g/L** (La masse de la solution m_{solution} s'exprime donc en g et le volume de la solution V_{solution} s'exprime en L).

La densité d'une solution est liée à sa masse volumique. La densité sert à comparer la masse volumique d'une solution à celle de l'eau. Elle n'a pas d'unité. Son expression est :

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

On prendra comme valeur (à connaître) : $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g/L}$

Méthode pour résoudre le problème (Méthode favorite)

Données :

- Titre massique de soluté t
- Densité de la solution d

Exemple : Le titre massique d'une solution S (de masse molaire $M = 240 \text{ g/mol}$) vaut $t = 87 \%$ et sa densité $d = 1,2$.

- 1) On choisit de considérer 1 L de solution.
- 2) On cherche à calculer la masse de 1 L de solution :
 - a. Grâce à la formule de la densité d , on calcule la masse volumique de la solution :

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

$$\text{Ex : } \rho = 1,2 \times 1000 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ g/L}$$

- b. Grâce à la formule de la masse volumique, on calcule la masse de 1 L de solution :

$$\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \rightarrow m_{\text{solution}} = \rho \times V_{\text{solution}}$$

$$\text{Ex : } m_{\text{solution}} = 1,2 \cdot 10^3 \times 1 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ g}$$

3) On cherche à calculer la masse de soluté dans la solution grâce au titre massique :

$$t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \rightarrow m_{\text{soluté}} = t \times m_{\text{solution}}$$

$$\text{Ex : } m_{\text{soluté}} = 0,87 \times 1,2 \cdot 10^3 = 1,04 \cdot 10^3 \text{ g}$$

4) On cherche la quantité de matière dans la solution :

$$n_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}}$$

$$\text{Ex : } n_{\text{soluté}} = \frac{1,04 \cdot 10^3}{240} = 4,35 \text{ mol}$$

5) On calcule la concentration en quantité de matière :

$$c = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

$$\text{Ex : } c = \frac{4,35}{1} = 4,35 \text{ mol/L}$$

Démonstration de la formule

On cherche à connaître la concentration en quantité de matière de la solution :

$$\text{On a : } c = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \quad (1)$$

Or, on sait que $n_{\text{soluté}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}}$ donc dans la relation (1), cela devient :

$$c = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} = \frac{\frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}}}}{V_{\text{solution}}}$$

$$\text{Ainsi } c = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}} \times V_{\text{solution}}} \quad (2)$$

Or on sait que $t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \rightarrow m_{\text{soluté}} = t \times m_{\text{solution}}$

En remplaçant $m_{\text{soluté}}$ dans la relation (2) :

$$c = \frac{m_{\text{soluté}}}{M_{\text{soluté}} \times V_{\text{solution}}} = \frac{t \times m_{\text{solution}}}{M_{\text{soluté}} \times V_{\text{solution}}} \quad (3)$$

Or on sait que $\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \rightarrow m_{\text{solution}} = \rho \times V_{\text{solution}}$

En remplaçant dans la relation (3) :

$$c = \frac{t \times m_{\text{solution}}}{M_{\text{soluté}} \times V_{\text{solution}}} = \frac{t \times \rho \times V_{\text{solution}}}{M_{\text{soluté}} \times V_{\text{solution}}} \quad (4)$$

On peut simplifier par V_{solution} et on obtient la relation (5) :

$$c = \frac{t \times \rho}{M_{\text{soluté}}} \quad (5)$$

Il ne reste qu'une étape, en utilisant la densité : $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \rightarrow \rho = d \times \rho_{\text{eau}}$

Soit dans la relation (5) :

$$c = \frac{t \times \rho}{M_{\text{soluté}}} = \frac{t \times d \times \rho_{\text{eau}}}{M_{\text{soluté}}}$$

On obtient donc la formule suivante, que l'on tolère de ne pas démontrer.

$$c = \frac{t \times d \times \rho_{\text{eau}}}{M_{\text{soluté}}}$$

Attention : dans cette formule, la masse volumique de l'eau est en g/L.