

La masse volumique

Objectifs :

- Connaitre la notion de la masse volumique
- Les unités associées à la masse volumique.
- Choisir les conditions de mesures optimales (éprouvette graduée, balance électronique).
Maîtriser les correspondances simples entre ces unités.

Définition

La masse volumique d'une espèce chimique correspond à la masse par une unité de volume de cette espèce.
Par exemple, suivant l'unité choisie, la masse volumique de l'eau correspond à la masse d'eau dans un litre d'eau, un mètre cube d'eau, un centimètre cube d'eau etc.

Variations

La masse volumique d'une substance dépend des conditions dans lesquelles elle se trouve, elle varie en fonction de la température et de la pression, surtout pour les gaz, mais c'est aussi vraie pour les liquides et les solides :

1. Calcul de la masse volumique

La masse volumique (ρ) d'une espèce chimique peut être calculée en divisant **la masse** (m) de cette espèce chimique par **le volume** (V) qu'elle occupe ce qui peut se traduire par la formule :

$$\rho = m/V$$

Exemple :

Nous avons une substance avec une masse $m = 4\text{kg}$ et un volume de $V = 500 \text{ dm}^3$. *Quelle est sa masse volumique ?*

- Conversion du volume en m^3

$$V = 500 \text{ dm}^3 = 0,5 \text{ m}^3$$

- Calcul de la masse volumique ρ

On sait que : $\rho = m/V$

$$\text{Ainsi, ici, } \rho = = 8 \text{ kg.m}^{-3}$$

Unités

Pour les liquides et les gaz la masse volumique est souvent exprimée en gramme par litre (unité notée g/L ou g.L^{-1}). Pour les solides les unités utilisées sont souvent le gramme par décimètre cube (g/dm^3 ou g.dm^3) ou le kilogramme par mètre cube (kg/m^3 ou kg.m^3)

Convertir

La masse volumique est une grandeur composée (elle définit comme le rapport de deux autres grandeurs) et elle ne peut donc pas être convertie directement comme on pourrait le faire pour des unités de base telles que le mètre, le gramme ou le litre pour lesquelles on peut utiliser un tableau de conversion.

La méthode universelle de conversion consiste à décomposer la masse volumique comme un rapport d'une masse et d'un volume (même si aucune valeur n'est donnée et même si l'on ne se réfère à aucun échantillon de matière en particulier). Une fois ceci fait on convertit la masse dans sa nouvelle unité (en suivant la méthode habituelle de conversion de masse) puis le volume. Il ne reste plus qu'à calculer à nouveau la masse volumique avec les nouvelles valeurs de masse et de volume, le résultat correspond à l'expression de la masse volumique dans sa nouvelle unité.

Exemple :

Conversion de la masse volumique d'une **huile d'olive** ($\rho(\text{huile}) = 915 \text{ g/L}$) en **kilogramme par décilitre**.

On peut considérer $\rho(\text{huile})$ que est le rapport d'une masse $m = 915 \text{ g}$ par un volume $V = 1 \text{ L}$.
Conversion de la masse: $915 \text{ g} = 0,915 \text{ kg}$ Conversion du volume: $1 \text{ L} = 10 \text{ dL}$ Calcul de la masse volumique dans sa nouvelle unité: $\rho(\text{huile}) = 0,915 : 10 = 0,0915 \text{ kg/dL}$

Unités équivalentes

Certaines unités sont équivalentes ce qui signifie que la masse volumique garde les mêmes valeurs lorsqu'elles sont utilisées. En particulier :

Le Kilogramme par litre (Kg/L), le gramme par millilitre (g/mL), le kilogramme par décimètre cube (kg/dm^3) et le gramme par centimètre cube (g/cm^3) sont équivalents :

$$1 \text{ kg/L} = 1 \text{ g/mL} = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$$

Le gramme par litre (g/L), le milligramme par millilitre (mg/mL), le gramme par décimètre cube (g/dm^3) et le milligramme par centimètre cube (g/cm^3) sont équivalents :

$$1 \text{ g/L} = 1 \text{ mg/mL} = 1 \text{ g/dm}^3 = 1 \text{ mg/cm}^3$$

2. Calculer la masse (m) d'une substance à partir de sa masse volumique (ρ)

Si l'on modifie la relation précédente qui exprimait donc la **masse volumique** en fonction du volume et de la masse, on peut alors calculer la masse :

$$\rho = m/V \quad \Leftrightarrow \quad m = \rho \times V$$

- **m en kilogramme (kg)**
- **V en mètre cube (m^3)**
- **ρ en kilogramme par mètre cube (kg.m^{-3})**

Exemple :

Un récipient contient $V = 200 \text{ mL}$ d'éthanol dont la masse volumique de $\rho = 789 \text{ kg.m}^{-3}$. Quelle est la masse de l'éthanol ?

- Conversion du volume en m^3

$$V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$$

$$\text{Or } 1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 \quad \text{Donc } V = 0,2 \text{ L} = 0,2 \text{ dm}^3 = 0,0002 \text{ m}^3$$

- Calcul de la masse m

On sait que : $m = \rho \times V$

Ainsi, ici, on peut écrire : $m = 789 \times 0,0002$

$m = 0,1578 \text{ kg}$

$m = 157,8 \text{ g}$

Le récipient contient donc 157,8 g d'éthanol.

3. Calculer le volume d'une substance à partir de sa masse volumique

Pour calculer le volume d'une substance à partir de sa masse volumique, il suffit de reprendre la relation précédente et par un simple rapport de proportionnalité on obtient :

Exemple

Un morceau d'aluminium a une masse de 972 g et une masse volumique de 2700 kg/m³. Quelle est alors le volume du morceau d'aluminium ?

On a donc $m = 972 \text{ g}$ et $\rho = 2700 \text{ kg.m}^3$

La masse donnée doit être convertie en kg : $m = 972 \text{ g} = 0,972 \text{ kg}$

On utilise la relation $V = m/\rho$

Ainsi, on peut écrire :

- $V = 0,972/27000$
- $V = 3,6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
- $V = 0,36 \text{ m}^3$