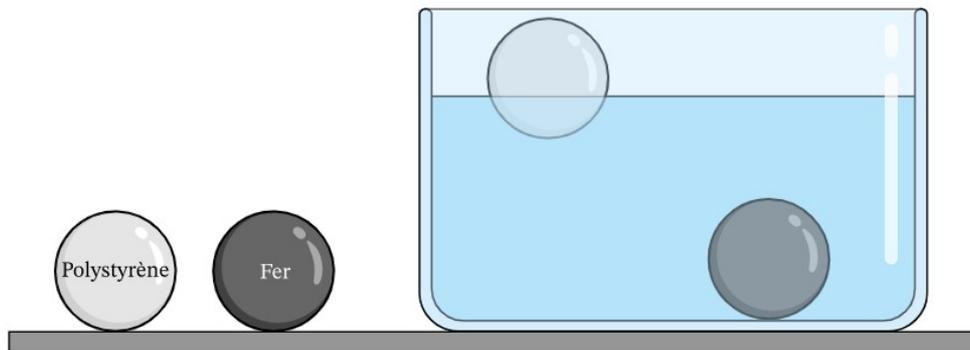


La masse volumique

En physique, certaines grandeurs permettent de caractériser un solide un liquide ou un gaz . Par exemple, il est possible de classer des solides en comparant l'une des grandeurs suivantes : la taille, la masse et le volume.

Ce cours porte sur la notion de masse volumique . Elle permet d'expliquer pourquoi une boule de fer coule dans une piscine d'eau alors qu'une boule de polystyrène flotte.



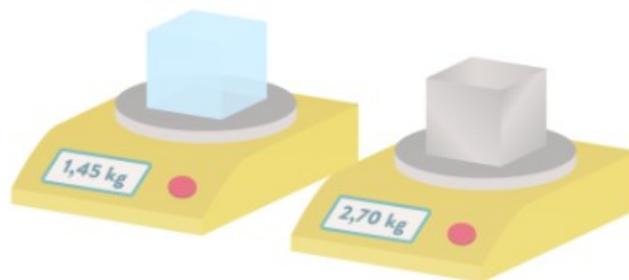
1. Définition

La masse volumique d'une substance aussi appelé densité volumique de masse est une grandeur physique qui caractérise la masse de cette substance par unité de volume.

Cette grandeur est généralement noté par la lettre grecque : ρ (rhô)

La masse volumique d'un corps dépend de sa composition qu'il soit liquide, solide ou gazeux. En effet, deux objets n'ont pas forcément la même masse si leur volume est identique.

Si on prend deux cubes de même volume , l'un en métal et l'autre en plastique, leur masse est différente, le cube de métal est plus lourd que celui de plastique.



Tout objet composé purement d'un seul matériau aura la même masse volumique .

Par exemple, un bloc de fer qui a un volume de 1 m^3 a la même masse volumique qu'un bloc de fer avec un volume de 100 m^3 . Les masses et les volumes des deux blocs sont très différents, mais les masse volumiques des blocs sont les mêmes. Cela est dû au fait que la masse volumique du bloc est le rapport de la masse du bloc au volume du bloc. À mesure que le volume augmente, la masse augmente aussi, mais le rapport de ces deux quantités - la masse volumique - reste le même.

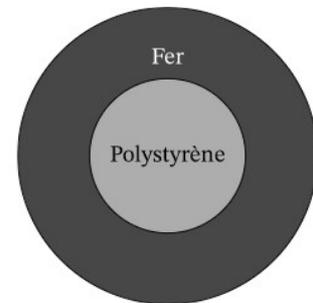
Cependant, certains objets sont composés de plus d'un matériaux. Si chacun de ces matériaux a une masse volumique différente, alors la masse volumique de l'objet dans son ensemble sera différente dans différentes parties de l'objet.

Par exemple, imaginez une sphère composée en partie de polystyrène et en partie de fer. Une section transversale de cette sphère est illustrée sur le schéma ci-dessous. La masse volumique dans la partie de la sphère faite de polystyrène est très inférieure à la masse volumique de la partie de la sphère faite de fer.

Si M est la masse de toute la sphère et V est le volume de toute la sphère, alors donnera la masse volumique moyenne de la sphère.

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

Cette masse volumique aura une valeur qui se trouve entre la masse volumique du polystyrène et celle du fer.



2. Formule

La formule utilisée pour calculer la masse volumique est la suivante:

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

g/mL ou g/cm³
(g)
mL ou cm³

ρ représente la masse volumique (g/mL ou g/cm³)

m représente la masse (g)

V représente le volume (mL ou cm³)

Le choix des unités pour exprimer la masse volumique dépend de l'état de la solution à analyser. Si la substance est à l'état liquide, la masse volumique est calculée en grammes par millilitre (g/mL) alors que si la substance est à l'état solide, la masse volumique est calculée en grammes par centimètre cube (g/cm³). Si la substance est à l'état gazeux, la masse volumique est calculée en grammes par millilitre (g/mL) ou en grammes par centimètre cube (g/cm³).

3. Instruments de mesure

La masse volumique d'un liquide, d'un solide ou d'un gaz peut être déterminée à l'aide d'un **pycnomètre** ou par le **densimètre**. Pour les solides, il est également possible d'utiliser une balance et d'effectuer une pesée dans l'air puis une pesée dans un liquide (l'eau de préférence), cette méthode permet une plus grande précision. En ce qui concerne les liquides, il est possible d'utiliser un **hydromètre** mais la mesure ne sera pas aussi précise que lors d'une mesure simple avec un récipient étalon.

un densimètre automatique pour
du gaz et du fluide



Pycnomètre. t



4. La masse volumique des liquides

On calcule la masse volumique d'un liquide en divisant la mesure de sa masse (g) par celle de son volume (mL).

Exemple

On mesure la masse d'un liquide inconnu à l'aide d'une balance et on obtient une masse de 25,2 g. Ensuite, on mesure le volume du liquide à l'aide d'un cylindre gradué et on obtient un volume de 18 mL. Quelle est la masse volumique de ce liquide?

Solution

Il suffit de faire le rapport entre la masse et le volume.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{25,2 \text{ g}}{18 \text{ mL}} = 1,4 \text{ g/mL}$$

Ensuite, on compare cette valeur avec les valeurs de masse volumique du tableau ci-dessous. Le liquide inconnu est du sirop de maïs. En effet, sa masse volumique est la plus proche de celle calculée, car :

$$1,38 \text{ g/ml} \approx 1,40 \text{ g/ml}$$

Voici un tableau qui présente la masse volumique de quelques liquides.

Liquide (à 20 °C)	Masse volumique (g/mL)
Essence	0,750
Térébenthine	0,865
Huile d'olive	0,920
Eau douce	1,00
Eau de mer	1,03
Glycérine	1,26
Sirop de maïs	1,38
Mercure	13,6

5. La masse volumique des solides

On calcule la masse volumique d'un solide en divisant la mesure de sa masse (g) par celle de son volume (cm³).

Exemple

Quelle est la masse d'un lingot d'or qui a un volume de 500 cm³?

Solution

Dans le tableau ci-dessous, la masse volumique de l'or est de 19,3 g/cm³.

On applique la formule de la masse volumique en remplaçant les variables par les données connues.

$$V=500 \text{ cm}^3 \quad \rho=19,3 \text{ g/cm}^3$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \times V \\ &= 19,3 \text{ g/cm}^3 \times 500 \text{ cm}^3 \\ &= 9\,650 \text{ g} \end{aligned}$$

La masse est de 9650g

Voici un tableau qui présente la masse volumique de quelques solides.

Solide	Masse volumique (g/cm ³)
Balsa	0,120
Liège	0,240
Glace	0,927
Polychlorure de vinyne (PVC)	1,17
Aluminium	2,7
Argent	10,5
Plomb	11,3
Or	19,3

6. La masse volumique des gaz

Tout comme pour les liquides et les solides, il est possible de calculer la masse volumique d'un gaz en divisant la mesure de sa masse (g) par celle de son volume (cm³) ou (mL).

Exemple

Lors d'un laboratoire, on recueille de l'hydrogène (H₂) dans une éprouvette. Le volume indiqué par l'éprouvette est 12 mL.

En sachant que 1 mL = 1 cm³, quelle est la masse du gaz présent dans l'éprouvette?

Solution

On applique la formule de la masse volumique en remplaçant les variables par les données connues.

$$\rho = 8,4 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3 \quad V = 12 \text{ mL} = 12 \text{ cm}^3 \quad m = ?$$

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

$$= 8,4 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3 \times 12 \text{ cm}^3 = 0,001008 \text{ g} = 1,008 \text{ mg}$$

La masse de gaz présent dans l'éprouvette est de 1,008 mg.

Voici un tableau qui présente la masse volumique de quelques gaz.

Gaz (à 0 °C et 101,3 kPa)	Masse volumique (g/cm ³)
Hydrogène (H ₂)	$8,99 \times 10^{-5}$
Hélium (He)	$1,79 \times 10^{-4}$
Azote (N ₂)	$1,25 \times 10^{-3}$
Air	$1,29 \times 10^{-3}$
Oxygène (O ₂)	$1,43 \times 10^{-3}$
Dioxyde de carbone (CO ₂)	$1,98 \times 10^{-3}$

Exemple : superposition des liquides et d'un solide

Dans le cylindre gradué suivant, la substance liquide rouge est celle qui possède la plus grande masse volumique alors que la substance liquide orange est celle qui possède la plus petite masse volumique.

De plus, la substance solide noire flotte sur le liquide rouge. La masse volumique de la substance solide noire est donc plus petite que celle du liquide rouge et plus grande que celle des liquides plus haut.



Points clés

- La masse volumique est une propriété des matériaux qui mesure la masse par unité de volume du matériau, qui peut être écrite sous la forme $\rho = \frac{M}{V}$
- où ρ est la masse volumique de la masse, M est la masse du matériau, et V est le volume du matériau.
- Pour un matériau donné, sa masse volumique est toujours la même quelle que soit la forme de l'objet composé de ce matériau.
- Nous pouvons combiner l'équation de la masse volumique avec l'équation du volume pour des formes spécifiques d'objets. En particulier, pour un cube dont les arêtes mesurent ℓ , son volume est de $V = \ell^3$.
- Pour un prisme rectangulaire de longueur ℓ , largeur ω et hauteur h , son volume est de $V = \ell \omega h$.
- Pour une sphère de rayon r , le volume de la sphère est de $V = \frac{4\pi r^3}{3}$