Chapitre 5 : Introduction à la masse volumique

📚 Voir le chapitre sur le livre, si la page ne s'ouvre pas automatiquement, allez à la page 92.

📥 Télécharger le pdf du cours

📝 Voir et télécharger la fiche de révision (PDF)

I. Définition et mesure de la masse volumique

1. Relation mathématique et aspect microscopique

- La **masse volumique**, notée avec la lettre grecque ρ **(rho)**, est une grandeur physique qui caractérise la masse d'une substance pour une unité de volume donnée. Elle correspond au quotient de la masse m de l'échantillon par son volume V :

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

- **Unités de mesure :**
  - Dans le système international, l'unité légale est le **kilogramme par mètre cube (kg/m^3)**.

- Au laboratoire de chimie, on utilise très fréquemment le **gramme par millilitre (g/mL)** ou le **gramme par centimètre cube (g/cm^3)**.
- *Note utile :* $1\ g/mL = 1\ g/cm^3 = 1\ 000\ kg/m^3$.

- **Explication microscopique :** La masse volumique dépend de deux facteurs invisibles : la masse individuelle des atomes qui composent la substance, et l'espace vide existant entre eux. Plus les atomes sont lourds et serrés les uns contre les autres, plus la masse volumique de la substance est élevée.

2. Une carte d'identité caractéristique des corps purs

- Chaque corps pur possède une masse volumique unique et spécifique à une température donnée. Calculer ou mesurer la masse volumique d'une substance inconnue permet de l'**identifier** à coup sûr.
- **Exemples de valeurs repères (à 20 °C) :**
  - **Eau pure :** $\rho_{\text{eau}} = 1,0\ g/cm^3 = 1\ 000\ kg/m^3$ (exactement 1 gramme pour 1 millilitre).
  - **Aluminium :** $\rho_{\text{Al}} = 2,7\ g/cm^3$ (un métal léger).
  - **Fer :** $\rho_{\text{Fe}} = 7,8\ g/cm^3$.
  - **Or pur :** $\rho_{\text{or}} = 19,3\ g/cm^3$ (un métal extrêmement dense).

3. Protocoles expérimentaux : mesurer la masse volumique

- **Activité : Comment identifier un liquide inconnu ?**

  1. Poser une éprouvette graduée vide sur une balance et appuyer sur "Tare" pour remettre l'affichage à zéro.

2. Verser un volume précis V de liquide inconnu dans l'éprouvette (ex : $V = 50\ mL$).

3. Lire la masse m affichée sur la balance (ex : $m = 40\ g$).

4. Calculer la masse volumique : $\rho = \frac{40}{50} = 0,8\ g/mL$. En consultant les tables de référence, on identifie qu'il s'agit d'éthanol (alcool).



- **Activité : Comment vérifier la masse volumique d'un solide irrégulier ?**

  Pour un solide dont on ne peut pas calculer le volume géométriquement (comme une pierre ou une clé), on utilise la méthode du **déplacement d'eau** :

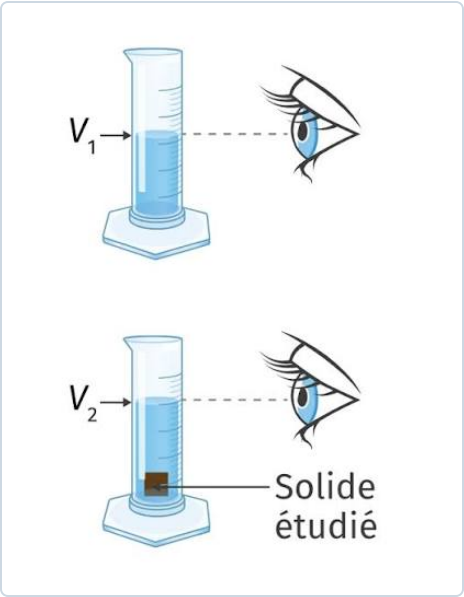
  1. Mesurer la masse m du solide à l'aide d'une balance.

  2. Verser un volume initial d'eau V_1 dans une éprouvette graduée.

  3. Plonger délicatement le solide dans l'éprouvette ; le niveau de l'eau monte à une valeur V_2.

  4. En déduire le volume exact du solide : $V = V_2 - V_1$.

  5. Calculer la masse volumique en appliquant la formule $\rho = \frac{m}{V}$.



II. Flottaison et densité des fluides

1. Prévoir la flottaison : la notion de densité

- Pour prévoir facilement si un objet va flotter ou couler, les scientifiques comparent la masse volumique de cet objet à celle de l'eau pure liquide. C'est ce qu'on appelle la **densité (d)**.
- La densité est une grandeur sans unité qui se calcule en divisant la masse volumique de la substance (ρ) par la masse volumique de l'eau (ρ_{eau}) :

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

- **Règles de flottaison :**
  - Si la densité d'un objet est **inférieure à 1** ($d < 1$), l'objet **flotte** sur l'eau (ex : le bois, la glace).
  - Si la densité d'un objet est **supérieure à 1** ($d > 1$), l'objet **coule** au fond de l'eau (ex : le fer, le sable).

2. Mélange de liquides non miscibles

- Cette règle s'applique également entre deux liquides qui ne se mélangent pas (non miscibles) : le liquide qui possède la masse volumique la plus faible se place toujours au-dessus du liquide le plus dense.
- **Activité : Comment expliquer que le pétrole flotte sur l'eau de mer ?**
  - Lors d'une marée noire, le pétrole brut déversé dans l'océan refuse de se mélanger à l'océan car il est non miscible avec l'eau salée.
  - La masse volumique du pétrole est d'environ $0,85\ g/cm^3$, alors que celle de l'eau de mer (chargée en sel) est d'environ $1,02\ g/cm^3$.
  - Le pétrole ayant une masse volumique inférieure à celle de l'eau de mer, il remonte mécaniquement à la surface et forme une nappe flottante qui s'étale, menaçant la faune et la flore côtière.

III. Définitions

- **Masse** : Grandeur physique mesurant de façon rigoureuse la quantité de matière (le nombre d'atomes ou de molécules) contenue dans un échantillon de matière. Son unité légale est le kilogramme (kg).
- **Volume** : Grandeur physique mesurant l'espace tridimensionnel occupé par un échantillon de matière. Son unité légale est le mètre cube (m^3), mais on utilise souvent le litre (L) ou le millilitre (mL) au laboratoire.

- **Masse volumique (ρ)** : Propriété physique de la matière correspondant au rapport entre la masse d'un échantillon et le volume qu'il occupe ($\rho = m/V$). Elle sert de "carte d'identité" pour reconnaître une substance.
- **Dense** : Qualifie une substance ou un objet qui contient une grande quantité de masse concentrée dans un petit volume (masse volumique élevée). Par exemple, le fer est plus dense que l'eau.