Fluide au repos : pression et statique des fluides

Fiche méthode

(Physique-chimie 1re spécialité · Mouvement et interactions · Description d'un fluide au repos)

La démarche pour un fluide au repos

1. Je fais un schéma : le fluide, les points ou la surface étudiés, un axe vertical orienté vers le haut.

2. Je vérifie les conditions : gaz enfermé sans fuite et à température constante (Mariotte) ; même liquide au repos, continu entre les deux points (loi fondamentale).

3. Je convertis : Pa, m², kg·m⁻³, m pour $F = p \times S$ et $\rho g h$; pour Mariotte, la même unité des deux côtés suffit.

4. Je pars d'un point de pression connue (surface libre à p_0, vide d'un baromètre, valeur mesurée) et j'applique la relation.

5. Je contrôle : le point le plus bas a la plus grande pression ; un gaz comprimé voit sa pression augmenter.

Le réflexe — $\rho g h$ est une différence de pression : la pression à la profondeur h vaut $p_0 + \rho g h$.

Cas 1 · Masse volumique et lecture microscopique

Réflexe — $\rho = \dfrac{m}{V}$ en kg·m⁻³ ; température ↔ agitation, pression ↔ chocs, ρ ↔ entités par unité de volume.

Exemple. 50,0 mL de lait ont une masse de 51,6 g. Masse volumique ?

$\rho = \dfrac{51{,}6}{50{,}0} = 1{,}032$ g·mL⁻¹, soit $\rho \approx 1{,}03 \times 10^3$ kg·m⁻³ (1 g·mL⁻¹ $= 10^3$ kg·m⁻³).

Attention — 1 mL = 1 cm³ $= 10^{-6}$ m³, pas 10^{-3} m³.

Cas 2 · Calculer une force pressante

Réflexe — S en m², p en Pa, $F = p \times S$; perpendiculaire à la surface, du fluide vers la surface.

Exemple. Un fluide à 4,5 bar agit sur un clapet de 2,0 cm². Force pressante ?

$S = 2{,}0 \times 10^{-4}$ m², $p = 4{,}5 \times 10^5$ Pa : $F = 4{,}5 \times 10^5 \times 2{,}0 \times 10^{-4} = 90$ N, perpendiculaire au clapet, du fluide vers le clapet.

Attention — paroi entre deux fluides : $|p_1 - p_2| \times S$; un manomètre de gonflage affiche $p - p_{atm}$.

Cas 3 · Appliquer la loi de Mariotte

Réflexe — gaz enfermé, température constante : $p_1 V_1 = p_2 V_2$, mêmes unités des deux côtés.

Exemple. 1,8 L de gaz à 900 hPa sont comprimés lentement jusqu'à 1,2 L. Pression finale ?

$p_2 = \dfrac{900 \times 1{,}8}{1{,}2} = 1\,350$ hPa : le volume diminue, la pression augmente.

Attention — compression rapide (échauffement) ou fuite : pV n'est plus constant.

Cas 4 · Appliquer la loi fondamentale

Réflexe — axe vers le haut, $p_2 - p_1 = \rho g (z_1 - z_2)$; sous une surface libre, $p = p_0 + \rho g h$.

Exemple. Dans un puits, 3,2 m sous la surface de l'eau où $p_0 = 9{,}95 \times 10^4$ Pa. Pression ?

$p = 9{,}95 \times 10^4 + 1{,}00 \times 10^3 \times 9{,}81 \times 3{,}2 \approx 1{,}31 \times 10^5$ Pa, plus grande qu'en surface.

Attention — $\rho g h$ seul n'est qu'une surpression ; h en mètres.

Cas 5 · Tube en U et baromètre

Réflexe — deux points à la même altitude dans le même liquide : même pression ; puis $p_{atm} + \rho g h$ de chaque côté.

Exemple. Tube en U : une huile ($\rho = 870$ kg·m^{-3}) forme une colonne de 12,0 cm au-dessus de l'interface. Hauteur d'eau au-dessus du même niveau ?

$$\rho_{huile}\, h_{huile} = \rho_{eau}\, h_{eau} : h_{eau} = \frac{870 \times 12{,}0}{1\,000} \approx 10{,}4 \text{ cm}.$$

Attention — baromètre : au-dessus du mercure, le vide ($p = 0$), d'où $p_{atm} = \rho_{Hg}\, g\, h$.

Les pièges

- Écrire $p = \rho g h$ au lieu de $p = p_0 + \rho g h$.
- Garder des cm² ou des hPa dans $F = p \times S$ ou dans $\rho g h$.
- Se tromper de signe : le point le plus bas doit avoir la plus grande pression.
- Appliquer Mariotte à un gaz qui fuit ou qui s'échauffe.
- Égaler les pressions de deux points de même altitude situés dans deux liquides différents.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).