

Thème 2 : Mouvement et Interactions

Chapitre 12 : Description d'un fluide au repos



Thème 2 : Mouvement et Interactions

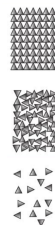
Chapitre 12 : Description d'un fluide au repos

Un **fluide** est un **corps** qui n'a pas de forme propre (**liquide** ou **gaz**).

Rappel :

La matière existe sous trois états.

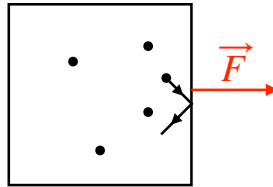
- solide : compact et ordonné
- liquide : compact et **désordonné**
- gaz : dispersé et **désordonné**



le désordre augmente

I. Les fluides au repos

- Echelle macroscopique : pas de mouvement d'ensemble.
- Echelle microscopique : mouvement incessant et désordonné.



$Pa (= N \cdot m^{-2})$
 On a : $P = \frac{F}{S}$ et donc $F = P \times S$

Caractéristique de la force \vec{F} :

- ▶ direction : perpendiculaire à la paroi
- ▶ sens : du fluide vers l'extérieur
- ▶ valeur : F

II. Pression dans un gaz au repos : Loi de Mariotte

Loi de Mariotte : A température constante et à quantité de matière constante, le produit de la pression P d'un gaz par le volume V qu'il occupe est constant.

$$PV = cste$$

III. Pression dans un fluide incompressible au repos

▸ Les gaz sont compressibles, à l'inverse des liquides.

Remarque :

A 25°C et P_{atm} : $\rho_{eau} = 1\,000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

$\nearrow \rho = \frac{m}{V} \searrow$ Compressible, donc V diminue et ρ augmente.

Il faudrait atteindre 200 bar pour avoir : $\rho_{eau} = 1\,001\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

▸ La pression augmente avec la profondeur.

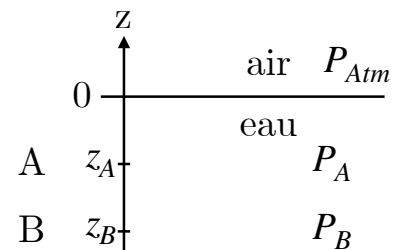
Loi fondamentale de la Statique des Fluides :

Elle relie la différence de pression entre deux positions dans un fluide incompressible et la différence des coordonnées verticales de ces positions.

Avec un axe Oz orienté vers le haut :

$$P_B - P_A = \rho \cdot g(z_A - z_B)$$

Annotations : P_A et P_B (Pa), ρ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$), g ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$), z_A et z_B (m).

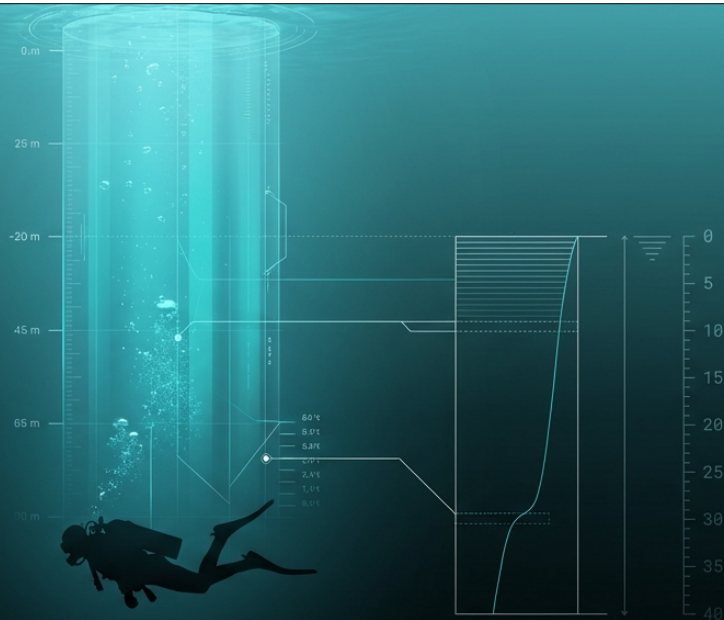


Le Poids de la Colonne

Pourquoi la pression augmente-t-elle avec la profondeur ?

Vous supportez le poids de la colonne de fluide au-dessus de vous.

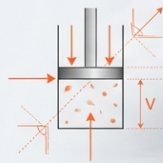
Plus on descend (z diminue), plus la colonne est haute, plus la pression est forte.



L'Essentiel à Retenir

Gaz / Compressible

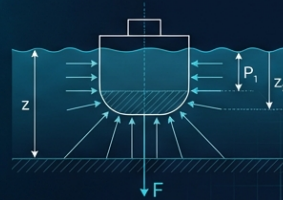
Modèle de Mariotte
 $P \times V = \text{constante}$



Liquide / Incompressible

Force Pressante : $F = P \times S$
Loi Fondamentale :

$$P_2 - P_1 = \rho g (z_1 - z_2)$$



12 Calculer une pression

Effectuer des calculs.



Une skieuse se trouve en haut de la piste de ski lors des Jeux olympiques 2018 à Pyeongchang. Elle porte un masque de surface $S = 1,3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$.

La force pressante exercée par l'air extérieur sur le masque vaut $F = 1,2 \times 10^3 \text{ N}$.

- Calculer la pression atmosphérique P_{atm} en haut de la piste.

19 Lier pression d'un gaz et volume (2)

Exploiter un schéma.

Les deux bouteilles ci-contre contiennent la même quantité de matière de gaz.

- Quelle est la pression du gaz dichlore dans la bouteille de droite ?



22 Tension artérielle

Extraire et exploiter l'information ; effectuer des calculs.

On appelle tension (ou pression) artérielle T la différence entre la pression du sang et la pression atmosphérique :

$$T = P_{\text{sang}} - P_{\text{atm}}$$

Lors d'un examen médical, le médecin annonce deux valeurs de tension artérielle :

– la pression maximale (ou pression systolique) qui correspond à la pression du sang au moment de la contraction du cœur ;

– la pression minimale (ou pression diastolique) qui correspond au relâchement du cœur.

Ces valeurs sont données dans une unité particulière qui est le centimètre de mercure (cm Hg).

Pendant un contrôle médical, un médecin annonce à un sportif une tension de « 12-8 ».

- Exprimer les deux tensions artérielles en pascal.
- Calculer la pression du sang pour ces deux valeurs.

Données

- 1 cm Hg correspond à 1 333 Pa
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

25 De la poudreuse !

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.



Après une chute de neige importante sur une piste non damée, un snowboarder de masse $m = 80,0 \text{ kg}$ décide de surfer avec un snowboard assimilable à un rectangle de longueur $L = 170 \text{ cm}$, de largeur $l = 27 \text{ cm}$ et de masse $m_{\text{snowboard}} = 3,8 \text{ kg}$.

Au cours de sa session, il tombe et déchausse. **Il constate qu'il s'enfonce alors dans la neige considérablement plus qu'avec son snowboard.**

1. On considère que la valeur de la force pressante exercée par le système {snowboarder-snowboard} sur la neige est égale à la valeur de son poids.

a. Calculer la valeur de cette force lorsque le snowboarder est équipé.

b. Quelle serait la pression d'un fluide qui exercerait la même force pressante sur la même surface de neige ?

2. Répondre aux mêmes questions après que le snowboarder ait déchaussé (la surface d'un pied est 270 cm^2).

3. Justifier alors la phrase en gras.

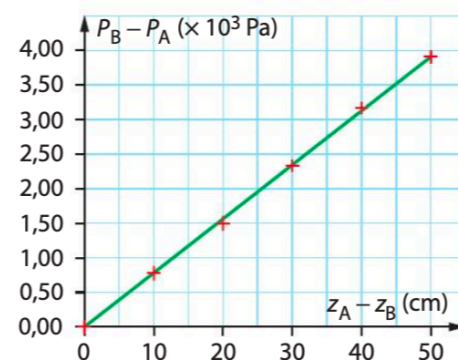
Donnée

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

16 Déterminer une différence de coordonnées verticales

Exploiter un graphique.

On a représenté la différence de pression dans un liquide en fonction de la différence de coordonnées verticales à partir de mesures obtenues expérimentalement.



1. Déterminer graphiquement la différence $z_A - z_B$ pour laquelle la différence $P_B - P_A$ vaut $2,70 \times 10^3 \text{ Pa}$.

2. Montrer que la courbe obtenue est cohérente avec la loi fondamentale de la statique des fluides :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

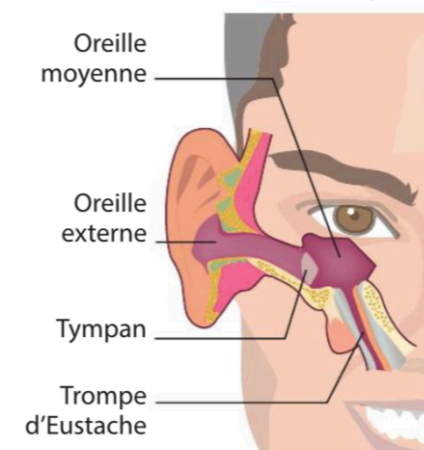
3. Pourquoi les points ne sont-ils pas parfaitement alignés ?

37 min
CORRIGÉ

La manœuvre de VALSALVA

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs ; faire un schéma adapté.

Lorsqu'on s'immerge, la pression de l'eau au niveau de l'oreille externe augmente. Elle devient supérieure à la pression de l'air dans l'oreille moyenne égale à la pression atmosphérique. Le tympan se déforme ce qui provoque une douleur vive. Pour pallier ce phénomène, il existe la manœuvre de VALSALVA. Elle consiste à souffler par le nez tout en le pinçant et en maintenant la bouche fermée. La trompe d'Eustache s'ouvre et de l'air entre dans l'oreille moyenne. Les pressions entre les oreilles externe et moyenne s'équilibrent.



Les coordonnées verticales des positions sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.

1. Un plongeur s'immerge en position B et se stabilise à une profondeur de 10 m.

Calculer la pression P_B à la position B en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides :

$$P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$$

Utiliser le réflexe 1

2. Calculer la valeur F de la force pressante exercée par l'eau sur le tympan du plongeur dont la surface est $S = 80 \text{ mm}^2$.

Utiliser le réflexe 2

3. Représenter en indiquant l'échelle choisie la force pressante \vec{F} qui s'exerce sur le tympan.

4. On suppose que la trompe d'Eustache du plongeur ne s'ouvre pas lors de son immersion.

a. Calculer la valeur F' de la force pressante exercée par l'air de l'oreille moyenne sur le tympan avant d'effectuer la manœuvre de VALSALVA.

Utiliser le réflexe 2

b. Justifier la déformation du tympan à l'origine d'une vive douleur.

Données

- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

Faire un schéma adapté

Question 3 réussie ?

😊 S'entraîner encore

😄 Relever un autre défi

→ e +

→ e - 3

24 CORRIGÉ Calculer une pression et un volume

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Un apnéiste, pour aller explorer les fonds marins, prend une inspiration importante lorsqu'il se trouve à la surface de l'eau puis bloque sa respiration.



Avant de s'immerger, le volume d'air contenu dans ses poumons est $V_0 = 6,0 \text{ L}$ et la pression de l'air a pour valeur celle de la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$. On supposera que la pression de l'air dans les poumons de l'apnéiste est égale à la pression de l'eau qui l'entoure.

1. Les coordonnées verticales des positions de l'apnéiste sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.

Exprimer la pression P de l'eau pour une coordonnée verticale z , en utilisant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$.

2.a. Calculer la pression P_1 de l'eau lorsque l'apnéiste se trouve à 15 m de profondeur.

b. En déduire, à 15 m de profondeur, la pression de l'air contenu dans ses poumons.

3. Calculer le volume V_1 occupé par cet air à 15 m de profondeur.

Données

- $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

26 Pression et sous-marin

Mobiliser et organiser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Près de l'île de Guam, dans le nord-est des Philippines, se trouve la fosse la plus profonde des océans : la fosse des Mariannes d'une profondeur de 11 033 mètres.

Elle a été découverte en 1875, lors de l'expédition d'un navire de la Royal Navy.

En 2010, James CAMERON, le réalisateur du film *Abyss*, a atteint, dans son mini sous-marin Deepsea Challenger, une profondeur de 10 898 mètres.

Les coordonnées verticales des positions de Deepsea Challenger sont repérées sur un axe Oz orienté vers le haut et dont l'origine est la surface de l'eau.



1.a. Exprimer la différence de pression entre la surface et une profondeur $z_1 = 10\,898 \text{ m}$ à partir de la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$.

b. Exprimer puis calculer la pression P_1 de l'eau salée à la profondeur z_1 .

2. Quelle est au fond de la fosse des Mariannes la pression P_2 ?

3. Les tests indiquent que le sous-marin est capable d'évoluer dans des eaux de pression maximale $P_{\text{max}} = 1,59 \times 10^8 \text{ Pa}$. Deepsea Challenger pourrait-il naviguer au fond de la fosse ?

Données

- $\rho_{\text{eau de mer}} = 1,025 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $P_{\text{atm}} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$
- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$