

Cours n° 1 : Notions de physique

1 Loi d'Archimède

1.1 Définition

"Tout corps plongé dans un fluide reçoit de la part de celui-ci une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, égale au poids du volume du fluide déplacé, et appliquée au centre de gravité du volume du fluide déplacé".

1.2 Notion de poids apparent

Le poids apparent est la différence entre le poids réel d'un corps et la poussée d'Archimède qu'il reçoit :

$$Poids\ Apparent = Poids\ réel - Poussée\ d'Archimède$$

- Si Poids réel > Poussée : Le corps coule, sa flottabilité est négative.
- Le poids apparent est positif.
- Si Poids réel < Poussée : Le corps flotte, sa flottabilité est positive.
- Le poids apparent est négatif.
- Si Poids réel = Poussée : Le corps est en équilibre, sa flottabilité est nulle.
- Le poids apparent est nul.

1.3 Exemples

- Considérons une amphore de 20 litres, de poids 38 kgs
- Le volume d'eau déplacé par l'amphore est 20 litres, soit 20 litres un poids de 20 kgs. Le poids apparent est donc $(38 - 20) = 18$ kgs. Elle coule.
- Soit un caisson d'appareil photo de volume 3 litres, de poids réel 1,5 kg.
- Son poids apparent est $(1,5 - 3)$ soit -1,5 kg. Pour rendre nulle la flottabilité, il faut lester le caisson de 1,5 kg.
- Ordres de grandeur :
- Un bloc 12 l 230 bars Poids réel 17 kgs Poids apparent 3,5 kgs
- Un bloc 15 l 200 bars Poids réel 18,2 kgs Poids apparent 1,2 kgs
- Un bi 2 × 9 l 200 bars Poids réel 2*10 kgs Poids apparent ~ 0 kg

2 Les pressions

2.1 Définition

Soient P la pression en bars

F une force en kgs

S une surface en cm^2 ;

L'expression de P est la suivante : $P = F / S$

Une pression est une force appliquée sur surface. Par définition, une pression de 1 bar correspond à l'application d'une force de 1 kg sur une surface de 1 cm^2 ;.

2.2 Pression atmosphérique

Elle est due au poids de l'air situé au-dessus de nous. Ainsi lorsque nous montons, la pression atmosphérique diminue. Au niveau de la mer elle a une valeur d'environ 1 bar, à 5000 mètres elle ne vaut plus qu'à peu près 0,5 bar.

2.3 Pression relative

Appelée aussi pression hydrostatique, elle correspond à l'application du poids de l'eau sur un corps. Elle varie donc évidemment avec la profondeur, selon l'expression suivante (profondeur en mètres) : $P \text{ rel.} = \text{Profondeur} / 10$

2.4 Pression absolue

C'est finalement la pression que l'on subit sous l'eau : $P \text{ abs.} = P \text{ atm.} + P \text{ rel.}$

Exemple : à 22 mètres la pression absolue vaut $(1 + 2,2) = 3,2$ bars.

2.5 Applications à la plongée

Pour le matériel, les accidents, ...

Attention aux variations de pression qui sont d'autant plus importantes que l'on est proche de la surface :

A 20 m. $P \text{ abs.} = 3$ bars, à 30 m. $P \text{ abs.} = 4$ bars.

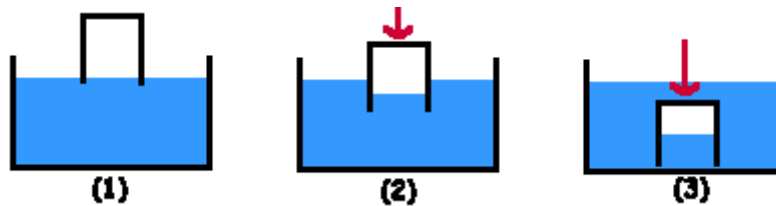
Passage de 20 à 30 m. : La pression est multipliée par 1,33 sur 10 m.

A la surface $P \text{ abs.} = 1$ bar, à 3,33 m. $P \text{ abs.} = 1,33$ bar.

Passage de la surface à 3,33 m. : La pression est multipliée par 1,33 sur 3,33 m.

3 Loi de Boyle-Mariotte

3.1 Mise en évidence



Soit un récipient rempli de liquide. On retourne un verre vide à sa surface. Le volume d'air contenu dans le verre correspond au volume intérieur du verre (schéma 1). Lorsque l'on immerge le verre dans le liquide, la pression augmente (schéma 2 & 3). Plus le verre est enfoncé, plus on remarque que du liquide remonte à l'intérieur du verre. Pourtant, aucune bulle d'air ne s'échappe du verre. Ainsi, on constate que le volume d'air diminue lorsque la pression augmente.

3.2 Expression de la loi

L'expression de la loi de Boyle-Mariotte est la suivante :

Soient P la pression d'un gaz (en bars), V son volume (en litres), n le nombre de moles de gaz contenues dans le volume V , R la constante des gaz parfaits et T la température (en Kelvins). Pour un gaz parfait on a :

$$P \times V = n \times R \times T$$

La composition de l'air est telle que son assimilation à un gaz parfait est tout à fait possible. On peut donc appliquer cette loi à l'air, ce qui donne, à température constante :

$$P \times V = \text{constante ou encore } P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Ainsi lorsque la pression augmente, le volume diminue. De même, lorsque la pression baisse, on observe une augmentation du volume.

3.3 Exemples

- Soit un ballon de 30 litres en surface, à une profondeur de 20 mètres quel est son volume ?
- A la surface, $P_{\text{abs.}} = P_{\text{atm.}} = 1$ bar.
- A 20 mètres, $P_{\text{abs.}} = P_{\text{atm.}} + P_{\text{rel.}} = 1 + 2 = 3$ bars.
- Soient : 1 l'état du ballon en surface, 2 son état à 20 mètres.
- On a : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ d'où $V_2 = P_1 \times V_1 / P_2 = 1 \times 30 \div 3 = 10$ litres.
- Quel est son volume à 40 mètres ?
- A 40 mètres $P_{\text{abs.}} = P_{\text{atm.}} + P_{\text{rel.}} = 1 + 4 = 5$ bars
- D'où $V_2 = 1 \times 30 \div 5 = 6$ litres.

- On a un volume pulmonaire de 5 litres. A 30 mètres, si l'on bloque sa respiration poumons pleins et que l'on remonte, quel est le volume pulmonaire en surface ?
- Soient : 1 l'état des poumons à 30 mètres, 2 leur état à la surface.
- $P_1 = P_{\text{atm.}} + P_{\text{rel.}} = 1 + 3 = 4 \text{ bars.}$
- $P_2 = P_{\text{atm.}} = 1 \text{ bar.}$
- On a $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ d'où $V_2 = 4 \times 5 \div 1 = 20 \text{ litres}$ (Pas très bon tout ça...)
- Calcul d'autonomie :
- On dispose d'un bloc de 12 litres gonflé à 200 bars, à une profondeur de 20 mètres en consommant 20 litres par minute en combien de temps est-on sur réserve ?
- On sera sur réserve après avoir consommé 150 bars de pression, ce qui représente un volume de $150 \times 12 = 1800 \text{ litres}$. A 20 mètres, soit 3 bars, on a $V_2 = 150 \times 12 \div 3 = 600 \text{ litres}$. En consommant 20 l / mn, la réserve sera atteinte en $600 \div 20 = 30 \text{ mn.}$