

LP17 - Description d'un fluide au repos

Niveau: Première S

Prerequis:

- * Principe des action réciproque
- * PFD approché
- * Notion d'atome et de molécules

*

Bibliographie

- * Physique - Chimie 1^{er} S - Nouveau programme : Hachette
- * = - " Hatier
- * = - " 1^{er} STL... = - "

Expérience: Détermination Loi Mariotte

Evolution p avec profondeur: Statique fluides

Introduction pédagogie

- * Cette leçon se place dans le thème "mouvement et interaction" du programme de première S
- * Ce cours vient après un cours sur les interactions, les élèves sont donc familiarisés avec le principe fondamental de la dynamique et le principe des actions réciproques.
- * C'est la première fois dans leur scolarité que les élèves vont aborder des notions de mécanique des fluides
- * J'ai fait le choix de partir de commencer cette leçon par redéfinir les états de la matière afin de bien pouvoir faire le lien entre l'échelle macroscopique et microscopique
- * Le passage d'une échelle à l'autre est en effet une grande difficulté de cette leçon. On prendra des exemples et des illustrations pour permettre à l'élève de mieux appréhender les notions qu'on va lui présenter. En essayant de les rendre les moins abstraites possibles.
- * La pression pouvant être une notion très abstraite on essaiera de se baser sur des illustrations et des notions que l'élève expérimente tout les jours pour mieux la faire comprendre.
- * Une autre difficulté sera de bien comprendre les cas où on peut appliquer les différentes lois par la pression.
- * Par là on adoptera une démarche expérimentale pour que les élèves puissent mieux se familiariser avec ces nouvelles lois
- * TP sur des calculs de pression, volume afin d'habituer l'élève à manipuler ces grandeurs
- * On pourra faire en TP des mesures de masse volumique avec la loi de la statique des fluides à l'aide des appareils de mesure: baromètre et thermomètre.
- * Etude de l'air sur la pression dans l'atmosphère à l'aide des changements de la plongée

Introduction

- * Bonjour à tous, aujourd'hui nous allons aborder quelque chose de nouveau pour vous en phys: Q : les fluides.
- * On a tous une vague idée de ce que peut être un fluide
↳ de l'eau par exemple.
- * Mais on ne sait pas vraiment comment on peut décrire un fluide

Objectif : Comprendre d'où viennent les grandeurs macroscopiques d'un fluide
Connaître les relations permettant d'avoir la pression dans un fluide.

I - Description d'un fluide

A - La notion de fluide

- * La matière est composée d'atomes qui s'assemblent pour former des molécules, et c'est ces molécules qui forment la matière
 - ↳ l'eau c'est des molécules d' H_2O les unes avec les autres.
- * Il existe trois états pour la matière
- * L'état solide: (proje)
 - Les molécules sont toutes liées entre elles dans un état compact, et elles ne bougent pas les unes par rapport aux autres.
- * L'état liquide: (proje)
 - Les molécules sont très proches, elles sont aussi liées, mais elles peuvent bouger les unes par rapport aux autres
- * L'état gazeux: (proje)
 - Les molécules ne sont pas liées entre elles et elles peuvent bouger librement les unes par rapport aux autres
- * Dans ce cours on va parler de fluide, mais qu'est-ce que c'est un fluide ?
 - ↳ un corps qui prend la forme de son contenant
 - ↳ il faut que les molécules se déplacent $\Rightarrow$ liquide ou gaz.
- * On dit qu'un fluide est au repos quand il n'y a pas de mouvement à l'échelle macroscopique, bien qu'il puisse y en avoir à l'échelle microscopique
 - ↳ cf mon verre d'eau, les molécules bougent, mais moi je le vois immobile (proje)

Transition: Dans un fluide il y a un grand nombre de particules: dans 1l d'eau on a $56 \text{ mol} = 1,3 \cdot 10^{29}$ molécules: on ne peut pas les décrire individuellement, et pourtant on peut avoir des grandeurs macroscopiques

B- Lien entre macroscopique et microscopique

* A notre échelle on décrit un fluide par plusieurs grandeurs:

- Sa Température,
- Sa masse volumique

* Ce sont en fait les propriétés des molécules qui donnent ces propriétés macroscopiques.

* La masse volumique est : $\mu = \frac{m}{V}$ $\frac{\text{kg}}{\text{L}}$

↳ plus on a de molécule dans un volume donné plus la masse volumique sera grande (projo)

↳ Dans un gaz on a moins de molécule par unité de volume que dans un liquide

$$\Rightarrow \mu_{\text{gaz}} < \mu_{\text{liq}} : \text{par l'eau} : \mu_{\text{liq}} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} \quad \mu_{\text{gaz}} = 1.67 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$$

* La température d'un liquide, on est familier avec ça, mais pourtant on ne peut pas définir de température par une molécule

↳ eh bien en fait les molécules se déplacent avec une certaine vitesse, on peut donc définir une vitesse moyenne, on parle d'agitation des molécules.

↳ La température reflète l'agitation des molécules, plus elles vont vite plus le fluide est chaud. (projo)

Transition : Maintenant on arrive à définir des grandeurs pour un fluide et à les relier au microscopique. Mais si on réfléchit, l'eau elle est dans un verre, et les molécules sont mobiles dans l'eau. Il y en a certaines qui vont aller frapper la paroi du verre.

ça voudrait dire que les fluides exercent des actions sur les objets.

II - Action d'un fluide sur une surface

* Dans mon verre certaines molécules vont venir taper contre la paroi, elles vont rebondir dessus. (projo)

↳ on a un changement de vitesse.

⇒ c'est que la paroi exerce une force sur la molécule d'eau

* Par principe des actions réciproques, les molécules exercent donc une force sur la paroi.

↳ ça nous permet de définir la pression d'un fluide

↳ c'est une grandeur macroscopique qui mesure l'action exercée à l'échelle microscopique par les molécules sur la paroi

$$P = F/S$$

P_0 N m^2

* Au niveau de la mer la pression atmosphérique est $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 $= 1,013 \text{ bar}$.

* Ce qui nous intéresse nous c'est plutôt de connaître la force exercée par le fluide sur la paroi.

↳ utile pour construire des scaphandres pour que les plongeurs ne soient pas écrasés par la pression.

* La force de pression exercée par le fluide est donc

$$\vec{F} = - P \cdot S \cdot \vec{n}$$

avec $\vec{n}$ unitaire, orthogonal, dirigé vers le fluide.
projo.

* Pour l'air dans une bouteille de gaz à 20 bars : $\vec{F} = - P \cdot S \cdot \vec{n}$

↳ c'est une force énorme, il faut faire attention : $\|\vec{F}\| = 20 \cdot 10^5 \cdot \pi \left(\frac{2,3 \cdot 10^{-1}}{2} \right)^2 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ N}$

Transition : Le problème pour calculer la force, et construire un scaphandre, c'est qu'on ne connaît pas la pression dans un liquide ! Est-ce qu'on a des modèles pour la prédire ?

III - Evolution de la pression dans un fluide

A - Loi de Boyle - Mariotte

- * Boyle et Mariotte ont cherché une relation pour trouver la pression d'un gaz.
- * Il se sont rendu compte que quand on augmentait la pression, le volume de gaz diminuait. (proge). Logique : les molécules vont aussi vite, mais moins de place $\Rightarrow$ plus de chocs
- * On va nous aussi faire une expérience, où on va diminuer le volume dans une seringue et mesurer la pression en sortie
- * Expérience : tracer de $p = f(1/v)$ 
- ↳ on trouve $p = A \cdot 1/v \Leftrightarrow pV = \text{cte}$.
- * Loi de Boyle Mariotte:
 - Par un gaz, à température constante : $pV = \text{cte}$
- * Il faut donc expirer quand on remonte en plongée, sinon on peut se déchirer un poumon.
- * C'est aussi ce qui explique pourquoi le paquet de chips gonfle (proge)

Transition : On sait comment va être changée la pression dans un gaz en fonction du volume.

Dans ce cas là on a plutôt le volume d'un ballon en fonction de la pression autour. de lui.

↳ Mais comment peut-on connaître la pression autour du ballon ?

B - Loi de la Stat:Q des fluides

- * Comme on le voit sur l'illustration, quand descend, le volume du ballon diminue, donc la pression dans l'eau augmente. (projo)
- * On va essayer de trouver une loi possible pour l'évolution de la pression en fonction de la profondeur
- * On va mesurer $p = f(z)$ et on va tracer la courbe
- * Exp: Manomètre, tube de verre + burette
- * On trouve une loi de la forme $p = A - zB$
 - ↳ Avec $A = P_0$
 - ↳ $\Delta P = -B \cdot z$

* La loi de la Stat:Q des fluides nous dit:

$$P_a \quad \Delta P = - \underbrace{\mu_{liq}}_{kg \cdot m^{-3}} \times \underbrace{g}_{m \cdot s^{-2}} \cdot z^m$$

↳ On trouve nous $\mu_{liq} \times g =$ ça correspond

* Application nous montre qu'on augmente de $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ par:

$$z = \frac{\Delta P}{\mu_{liq} \times g} = \frac{10^5}{10^3 \times 10} = 10 \text{ m} \quad \text{projo}$$

↳ c'est bien ce qu'on a sur l'illustration : (force sur plongeur ?)

Conclusion : Même si un fluide est composé de particules microscopiques en mouvement on peut définir des grandeurs macroscopiques, comme μ et T

On peut même avec des modèles trouver la pression dans un fluide en fonction de la profondeur pour un liq, le volume occupé pour un gaz.