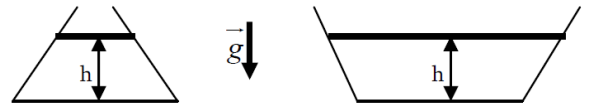


1. Force pressante sur le fond d'un récipient ☺

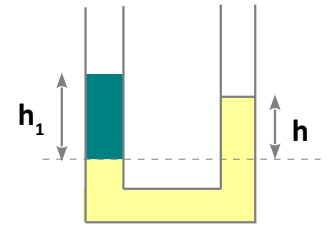
Pour une même hauteur d'eau et à surface de fond identique, comparer les forces de pression exercées sur les fonds des récipients A et B.



2. Mesure d'un masse volumique ☺

On place dans un tube en U, à gauche de l'huile de masse volumique ρ_1 et à droite de l'eau de masse volumique ρ .

On mesure $h_1 = 6\text{ cm}$ la hauteur d'huile et $h = 5,2\text{ cm}$ la hauteur d'eau. En déduire la masse volumique de l'huile en fonction de ρ , h et h_1 , puis faire l'application numérique.



3. Liquide dans un tube en U ☺☺

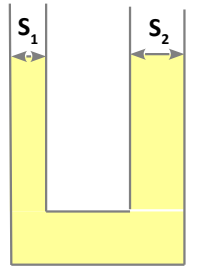
Un liquide de masse volumique ρ est contenu dans un tube en U de section S_1 à gauche et de section S_2 à droite.

On exerce une surpression ΔP du côté droit, le liquide descend alors d'une hauteur Δz .

1) Faire un schéma représentatif du déplacement Δz .

2) Déterminer une relation entre la quantité Δz_1 dont remonte le liquide du côté gauche, Δz , S_1 et S_2 .

3) Montrer que :
$$\Delta z_1 = \frac{\Delta P}{\rho g \left(1 + \frac{S_1}{S_2}\right)}$$



4. Tube en U fermé à une extrémité : transformation isotherme ☺☺☺

Un tube en U de section S est fermé à l'une de ses extrémités et ouvert à l'autre. Il contient du mercure et dans la branche fermée un volume $V = 100\text{ cm}^3$ d'air assimilé à un gaz parfait. Le niveau du mercure dans la branche ouverte est plus bas que dans la branche fermée. La différence entre les 2 niveaux de mercure est $h = 20\text{ cm}$. La pression extérieure est $P_0 = 10^5\text{ Pa}$. La température T de l'air extérieur et de l'air emprisonné est constante.

On ajoute du mercure dans la branche ouverte jusqu'à ce que les 2 surfaces libres du mercure soient dans un même plan horizontal. On note ρ la masse volumique du mercure.

1. Faire un schéma du dispositif avant et après ajout du mercure.

2. Exprimer le volume V' occupé, après ajout, par l'air contenu dans la branche fermée en fonction de V , P_0 , ρ , g et h .

3. Déterminer le volume V_1 de mercure que l'on a ajouté en fonction de V , S , P_0 , ρ , g et h . Faire l'application numérique et donner le résultat en cm^3 .

Données: masse volumique du mercure: $\rho = 14\text{ g.cm}^{-3}$, $S = 10\text{ cm}^2$, $g = 10\text{ m.s}^{-2}$.

Rep.: $V' = \left(1 - \frac{\rho g h}{P_0}\right) V$; $V_1 = S h + 2 \times (V - V') = S h + 2 \frac{\rho g h}{P_0} V$.

5. Équilibre d'une cloche renversée sur l'eau ☺☺

On considère une cloche cylindrique, de section S , de hauteur h et de masse m , contenant initialement un volume $V_0 = hS$ d'air à la température T_0 , sous la pression atmosphérique P_0 .

On renverse cette cloche dans une cuve remplie d'eau, de masse volumique ρ constante. Elle s'enfonce dans l'eau en emprisonnant la quantité d'air initialement contenue dans le volume V_0 .

On suppose qu'elle se stabilise et flotte comme indiqué ci-contre.

On fait les hypothèses suivantes :

- L'air est un gaz parfait
- La pression de l'air est uniforme
- La température de l'air est constant, égale à T_0 , à l'intérieur de la cloche, au cours de la transformation.
- L'épaisseur des parois de la cloche est supposée très faible de telle sorte qu'on négligera la poussée d'Archimède sur la cloche.

1. On cherche à établir 3 équations reliant x , y , et P la pression de l'air sous la cloche, pour cela :

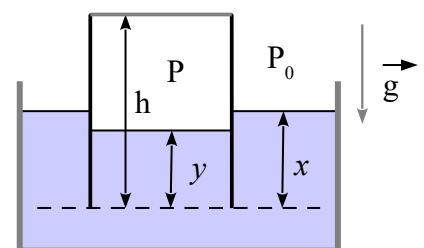
1.1. Traduire l'équilibre mécanique de la cloche.

1.2. Appliquer la loi fondamentale de l'hydrostatique.

1.3. Utiliser l'équation d'état des gaz parfaits.

2. En déduire les expressions des hauteurs x et y en fonction de P_0 , S , m , g , h et ρ .

3. Déterminer la condition à vérifier par le volume V_0 de la cloche, pour que celle-ci puisse effectivement flotter.



6. Étude d'un manomètre différentiel ☺☺

Un manomètre différentiel est constitué de deux récipients cylindriques, de sections droites respectives S_1 et S_2 , reliés par un tube de section intérieure s constante.

L'ensemble contient deux liquides non miscibles de masses volumiques μ_1 et μ_2 .

1) Initialement, la pression au-dessus des deux liquides est la même et égale à P_0 , H_1 et H_2 sont définis à partir de la surface de séparation des deux liquides. En déduire une relation entre μ_1 et μ_2 , H_1 et H_2 .

2) On provoque au dessus du liquide 1 une surpression ΔP et la surface de séparation des 2 liquides se déplace de Δh .

2.1. Faire un schéma clair sur lequel apparaît Δh , ainsi que les hauteurs:

• Δx dont descend le liquide 1 et Δz dont monte le liquide 2.

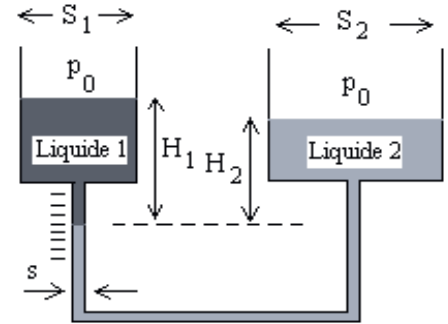
• H'_1 et H'_2

2.2. Exprimer Δx et Δz en fonction de Δh , S_1 , S_2 et s .

2.3. Exprimer les nouvelles hauteurs H'_1 et H'_2 en fonction de H_1 , H_2 , Δh , Δx et Δz . En déduire que l'expression littérale de la

sensibilité est :
$$\frac{\Delta h}{\Delta P} = \frac{1}{g \left(\mu_2 \left(\frac{s}{S_2} + 1 \right) + \mu_1 \left(\frac{s}{S_1} - 1 \right) \right)}$$
 puis faire l'application numérique.

Données: $\mu_1 = 998 \text{ kg.m}^{-3}$; $\mu_2 = 1024 \text{ Kg.m}^{-3}$; $S_1 = S_2 = 100 \text{ s}$; $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$



7. Double vitrage ☺

Un double vitrage est constitué de deux vitres séparées par de l'air emprisonné à la pression atmosphérique du lieu de fabrication, qui se trouve au niveau de la mer : $P_0 = 1,013 \text{ bar}$. Il ne peut pas résister à un écart relatif entre la pression intérieure et la pression extérieure supérieur à 10%.

En supposant que l'air atmosphérique suit la loi de l'équilibre de l'atmosphère isotherme, jusqu'à quelle altitude maximale h_{max} peut-il être transporté sans risque à 0°C ?

Données: intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ ms}^{-2}$; masse molaire de l'air $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$; constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

8. Stratosphère et troposphère ☺☺

La troposphère est la couche de l'atmosphère terrestre située au plus proche de la surface du globe jusqu'à une altitude d'environ 8 à 15 kilomètres, selon la latitude et la saison. En moyenne, la température diminue avec l'altitude, à peu près de $6,4^\circ\text{C}$ tous les 1000 mètres.

La stratosphère est la seconde couche de l'atmosphère terrestre, se situant au-dessus de la troposphère.

La troposphère considérée dans l'exercice a une altitude comprise entre 0 et 11000 m d'altitude, la température y varie linéairement avec l'altitude z suivant la relation : $T = a - bz$ où $a = 288 \text{ K}$ et $b = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ K.m}^{-1}$

La stratosphère est telle que $11000 \text{ m} \leq z \leq 25000 \text{ m}$. On peut y considérer la température constante telle que : $T = T_s = 216,5 \text{ K}$.

1) Établir la loi de variation de la pression en fonction de z dans la troposphère puis dans la stratosphère. On introduira la pression atmosphérique P_0 à l'altitude $z = 0$.

2) Quelle est la pression à 4700m d'altitude ?

Données : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; masse molaire de l'air : $M = 29,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Élément de réponse : $P(z) = P_0 \left(\frac{a - bz}{a} \right)^{\frac{Mg}{Rb}}$ pour $z < 11000$.