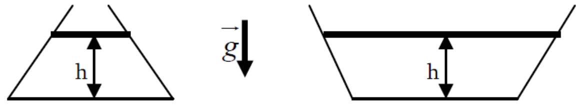
1. Force pressante sur le fond d'un récipient ☺

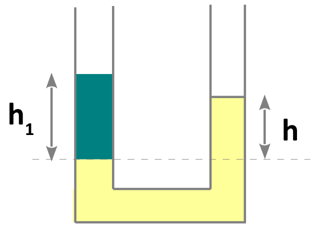
Pour une même hauteur d'eau et à surface de fond identique, comparer les forces de pression exercées sur les fonds des récipients A et B.



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 $h_1 = 6$cm la hauteur d'huile et $h = 5{,}2$ 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 ☺☺

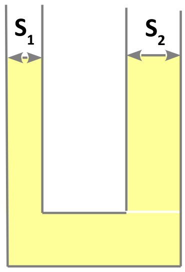
Un liquide de masse volumique ρ est contenu dans un tube en U de section S_1 à gauche et de section S_2 à droite.

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 : $\Delta z_1 = \dfrac{\Delta P}{\rho g \left(1 + \dfrac{S_1}{S_2}\right)}$



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 cm. La pression extérieure est $P_0 = 10^5$ 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: $\rho = 14$ g. cm^{-3} , S = 10 cm² , g = 10 m.s^{-2}.

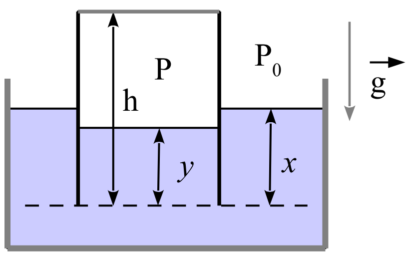
Rep : $V' = \left(1 - \dfrac{\rho g h}{P_0}\right) V$ · $V_1 = S h + 2 \times (V - V') = S h + 2 \dfrac{\rho g h}{P_0} V$ ·

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.

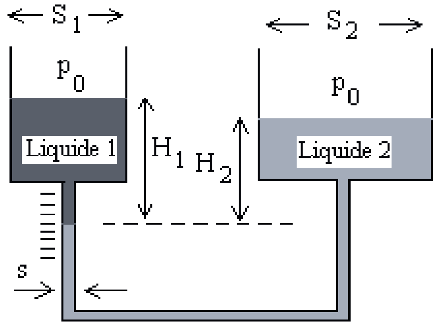
1.2. Appliquer la loi fondamentale de l'hydrostatique.

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:

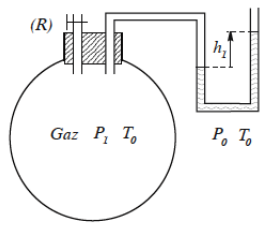
- Δx dont descend le liquide 1 et Δz dont monte le liquide 2.
- H'_1 et H'_2

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

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

7. Expérience de Clément-Désormes ☺☺☺



On considère un ballon de volume V_0 rempli d'un gaz parfait à un pression P_1 légèrement supérieure à la pression atmosphérique P_0 : le liquide manométrique dans le tube en U présente une dénivellation h_1.

On ouvre le robinet pendant une durée brève, la dénivellation du liquide devient nulle. Le robinet fermé, on attend que s'établisse l´équilibre thermique: celui-ci correspond à une nouvelle dénivellation h_2 du liquide correspondant à une pression du gaz P_2. Montrer que : $\gamma=\dfrac{h_1}{h_1-h_2}$

Indications:

- Raisonner sur les *n* moles restant dans le ballon après la fuite (dans l'état initial, on pourra considérer qu'elles occupent le volume V_1 légèrement inférieur à V_0. Lors de la fuite, ces *n* moles subissent une détente rapide qui pourra être considérée comme adiabatique mécaniquement réversible.
- Représenter les 2 transformations subies par les n moles en coordonnées de Clapeyron.

8. 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 = 1,013bar. 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 $g=10ms^{-2}$; masse molaire de l'air $M=29g.mol^{-1}$; constante des gaz parfaits $R=8,314\ J.mol^{-1}K^{-1}$.

9. 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 °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 = 288K et $b = 6,5.10^{-3}K.m^{-1}$

La stratosphère est telle que $11000\,m\leq z\leq 25000\,m$. On peut y considérer la température constante telle que : $T= T_S = 216,5$ 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 : $g = 9,81 m.s^{-2}$; $R = 8,314\ J.K^{-1}.mol^{-1}$; masse molaire de l'air : M=29,0 $g.mol^{-1}$

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