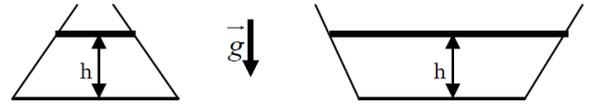


**1. Force pressante sur le fond d'un récipient ☺**

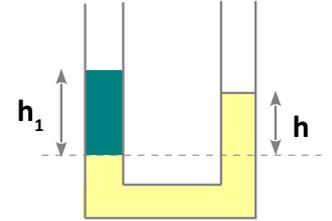
Pour une même hauteur d'eau et à surface de fond identique, comparer les forces de pression exercées sur les fonds des récipients A et B.



**2. Mesure d'un masse volumique ☺**

On place dans un tube en U, à gauche de l'huile de masse volumique  $\rho_1$  et à droite de l'eau de masse volumique  $\rho$ .

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  $\rho$ ,  $h$  et  $h_1$ . puis faire l'application numérique.



**3. Liquide dans un tube en U ☺☺**

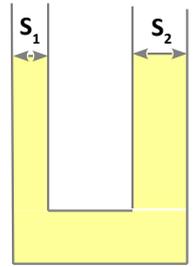
Un liquide de masse volumique  $\rho$  est contenu dans un tube en U de section  $S_1$  à gauche et de section  $S_2$  à droite.

On exerce une surpression  $\Delta P$  du côté droit, le liquide descend alors d'une hauteur  $\Delta z$ .

1) Faire un schéma représentatif du déplacement  $\Delta z$ .

2) Déterminer une relation entre la quantité  $\Delta z_1$  dont remonte le liquide du côté gauche,  $\Delta z$ ,  $S_1$  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  $\rho$  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  $V$ ,  $P_0$ ,  $\rho$ ,  $g$  et  $h$ .

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

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

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

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

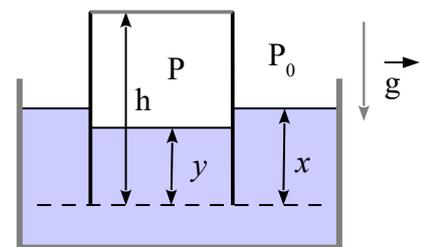
On considère une cloche cylindrique, de section  $S$ , de hauteur  $h$  et de masse  $m$ , contenant initialement un volume  $V_0 = hS$  d'air à la température  $T_0$ , sous la pression atmosphérique  $P_0$ .

On renverse cette cloche dans une cuve remplie d'eau, de masse volumique  $\rho$  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  $\rho$ .

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  $\mu_1$  et  $\mu_2$ .

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  $\mu_1$  et  $\mu_2$ ,  $H_1$  et  $H_2$ .

2) On provoque au dessus du liquide 1 une surpression  $\Delta P$  et la surface de séparation des 2 liquides se déplace de  $\Delta h$ .

2.1. Faire un schéma clair sur lequel apparaît  $\Delta h$ , ainsi que les hauteurs:

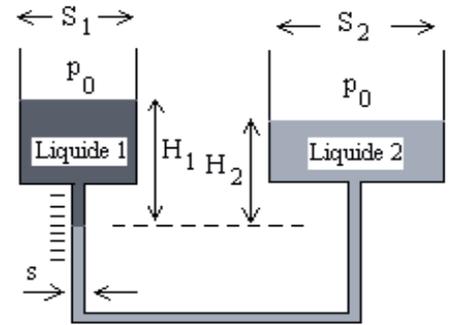
- $\Delta x$  dont descend le liquide 1 et  $\Delta z$  dont monte le liquide 2.
- $H'_1$  et  $H'_2$

2.2. Exprimer  $\Delta x$  et  $\Delta z$  en fonction de  $\Delta h$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  et  $s$ .

2.3. Exprimer les nouvelles hauteurs  $H'_1$  et  $H'_2$  en fonction de  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $\Delta h$ ,  $\Delta x$  et  $\Delta z$ . 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  $h_{\text{max}}$  peut-il être transporté sans risque à  $0^\circ\text{C}$  ?

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  $z < 11000$ .