Éléments de statique des fluides dans un référentiel galiléen

4 Exercices

4.1 Problème soumis à Galilée

Une source d'eau se trouve 13 m plus bas que la fontaine qu'elle est censée alimenter. La fontaine est équipée d'une pompe aspirante. Expliquer pourquoi l'eau ne peut monter plus haut qu'une dizaine de mètres.

Données : - masse volumique de l'eau : $\mu_{eau} = 1,0.10^3 kg.m^{-3}$

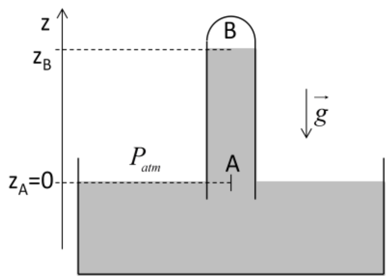
- pression atmosphérique : $P_{atm} = 1bar$

- accélération de la pesanteur : $g = 10m.s^{-2}$

4.2 Baromètre de Torricelli

Le baromètre de Torricelli est composé d'un tube, rempli de mercure retourné sur une cuve, contenant également du mercure. L'atmosphère, qui exerce une pression P_{atm} sur la surface libre du mercure dans la cuve, empêche le tube de se vider.

1) Au-delà de quelle hauteur le tube n'est-il plus entièrement rempli ?



2) Expliquer alors le principe de la mesure barométrique.

3) Une unité employée parfois pour les pressions est le millimètre de mercure. Comment le convertit-on en Pascal ?

4) Quel serait le problème si l'on utilisait de l'eau, plutôt que du mercure ?

Données : - masse volumique du mercure : $\mu_{Hg} = 13,5.10^3 kg.m^{-3}$

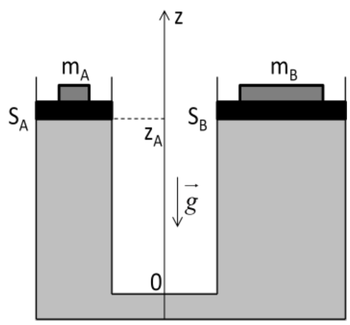
- masse volumique de l'eau : $\mu_{eau} = 1,0.10^3 kg.m^{-3}$

- pression atmosphérique : $P_{atm} = 1bar$

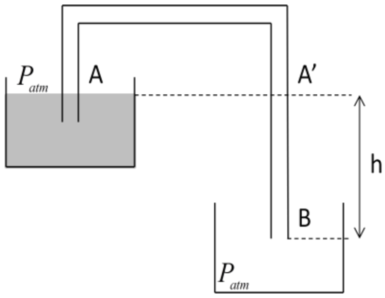
- accélération de la pesanteur : $g = 10m.s^{-2}$

4.3 Fonctionnement d'une presse hydraulique

Deux réservoirs remplis d'un fluide de masse volumique μ de sections S_A et S_B sont reliés par une conduite et surmontés par des pistons. On place sur le piston de section S_A, une masse m_A et sur le piston de section S_B, une masse m_B. On veut que les deux pistons restent à la même hauteur. Exprimer le rapport entre les deux masses ?



4.4 Fonctionnement d'un siphon



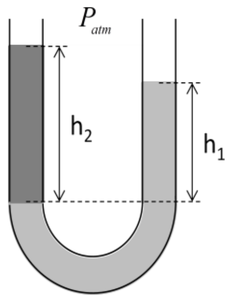
Un siphon peut être représenté comme un tube en U à l'envers dans un récipient.

1) Le siphon a été amorcé, c'est-à-dire qu'on l'a rempli d'eau en aspirant en B. En supposant qu'il y a équilibre, relier les pressions en A et B. On notera h la distance entre B et A'.

2) Expliquer pourquoi l'équilibre n'est pas possible.

3) Que se passe-t-il et jusqu'à quand ?

4.5 Tube en U contenant deux liquides



Un tube en U contient deux liquides non miscibles de masses volumiques μ_1 *et* μ_2. Ces deux liquides sont en contact avec l'air libre à la pression P_{atm}.

1) Exprimer la masse volumique μ_2 en fonction de μ_1, h_1 *et* h_2.

2) Quel est le liquide le plus dense ?

3) Que dire du principe des vases communicants ?

4.6 Modèles d'atmosphère

L'air de la troposphère (partie de l'atmosphère dans laquelle nous vivons) est considéré comme un gaz parfait de masse molaire M. On suppose le champ de pesanteur uniforme. Au niveau du sol (z = 0), la pression est P_0 et la température T_0.

1) On suppose que la température de l'atmosphère est uniforme. A partir de la EFSF, établir la loi de variation de la pression en fonction de l'altitude z. On introduira une hauteur caractéristique H du phénomène.

2) On suppose maintenant que la température de l'air décroit linéairement avec l'altitude z selon la loi ($\lambda > 0$) :

$$T(z) = T_0 - \lambda z$$

2.a) Montrer que la pression à l'altitude z est de la forme :

$$P(z) = P_0\left(1 - \frac{\lambda}{T_0} z\right)^{\frac{T_0}{\lambda H}}$$

2.b) Calculer, dans ce modèle, la pression au sommet de l'Everest (8850 m).

3) Pour z << H, montrer que les résultats obtenus à l'aide des deux modèles précédents conduisent à une même fonction affine P(z) donnant la pression en fonction de l'altitude.

<u>Données</u> : M = 29 $g.mol^{-1}$; $g=9{,}8\ m.s^{-2}$; $P_0 = 1{,}0$ bar ; $T_0 = 310$ K ; $\lambda = 5{,}0.10^{-3}\ K.m^{-1}$