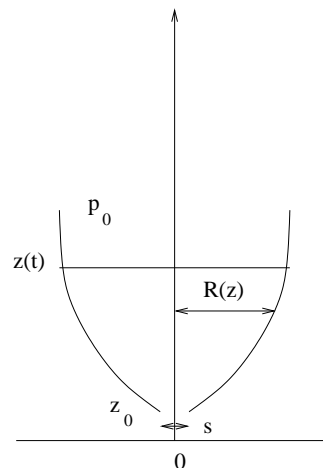
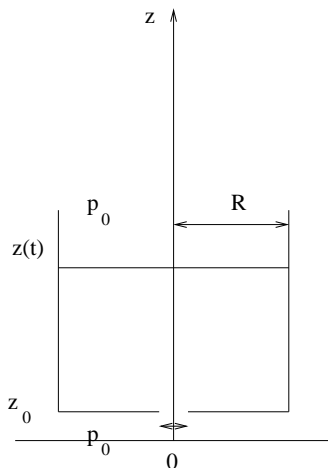


MIME13 - LP101
T D 6 : Hydrodynamique

1. Il y a thrombose lorsqu'une artère est partiellement obstruée par suite d'un épaissement de la paroi artérielle. La carotide a normalement un diamètre moyen $d_1 = 1 \text{ cm}$ et le sang circule avec une vitesse moyenne $v_m = 20 \text{ cm/s}$; la pression hydrostatique relative régnant dans cette artère est $p_1 - p_0 = 100 \text{ mmHg}$, où p_0 est la pression autour de l'artère. La masse volumique du sang vaut $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$. (On supposera l'artère horizontale.)
 - a) Calculer le diamètre minimal d_2 compatible avec un écoulement permanent, au delà duquel la pression hydrostatique absolue p_2 devient inférieure à p_0 .
 - b) Décrire alors qualitativement le régime sanguin de cette artère.

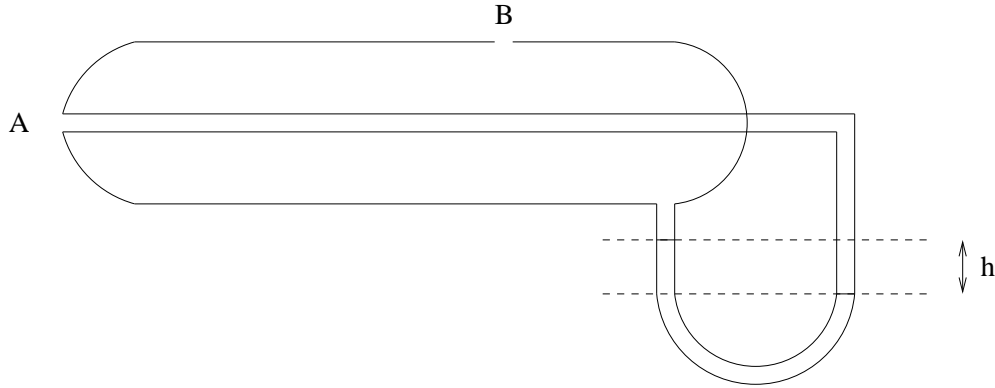
2. Soit un récipient à symétrie axiale autour de l'axe vertical (Oz). Le fond du récipient est situé à l'altitude z_0 et est percé (sur l'axe de symétrie) d'un petit trou de section s . Pour $z > z_0$, la section est notée S et le rayon correspondant R . Dans la première partie, on s'intéresse au cas du cylindre droit (R est constant) et dans la seconde partie au cas d'une section variant avec l'altitude z . Le récipient est initialement rempli d'eau jusqu'à l'altitude $z_0 + h$. La pression atmosphérique p_0 règne au dessus de l'eau. A l'instant t , l'eau occupe le récipient jusqu'à l'altitude $z(t)$.
 - a) Cas du cylindre droit. Déterminez la loi d'évolution $z(t)$. Ce récipient est-il une bonne horloge à eau ? Combien de temps faut-il pour vider entièrement le récipient ? Application numérique : $R = 20 \text{ cm}$; $s = 15 \text{ mm}^2$; volume initial d'eau $V_0 = 80 \text{ l}$.



- b) Clepsydre. On considère maintenant le cas d'une section variant avec l'altitude, selon la loi $R(z) = az^n$. Déterminez les constantes a et n pour que le niveau d'eau

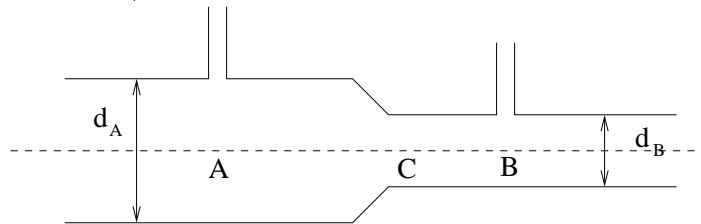
dans le récipient baisse régulièrement à la vitesse v_0 . Application numérique : $s = 1 \text{ cm}^2$ et $v_0 = 6 \text{ cm/min}$.

3. Tube de Pitot. Un tube de Pitot est utilisé pour mesurer la vitesse v d'un écoulement d'air dans lequel il est plongé, en particulier pour mesurer la vitesse des avions en vol. Il comporte un orifice A face à l'écoulement et un autre, B , sur la paroi latérale parallèle aux lignes de courant. A et B communiquent avec les deux branches d'un tube manométrique à mercure. Déduire la vitesse de l'air lorsque la dénivellation est $h = 50 \text{ mm}$. Masse volumique de l'air $1,3 \text{ g/l}$, du mercure $13,6 \text{ g/cm}^3$.

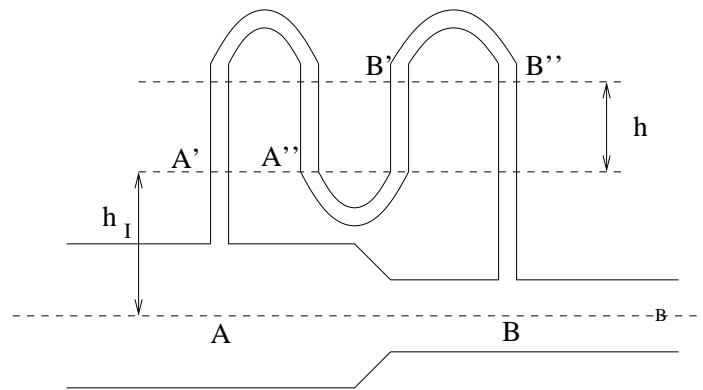


4. Tube de Venturi. Soit un tube de Venturi horizontal, avec des prises de pression A et B .

- a) Retrouver l'expression de la différence de pression ($p_A - p_B$) due à l'air (supposé non visqueux et incompressible) qui s'écoule dans le tube, en fonction de sa masse volumique ρ , du débit Q et des diamètres d_A et d_B . Application numérique : $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$; $Q = 1 \text{ m}^3/\text{h}$; $d_A = 2 \text{ cm}$ et $d_B = 2 \text{ mm}$.



- b) Pour mesurer ($p_A - p_B$) on utilise un manomètre à eau (h_1 et h sont des grandeurs positives et ρ_0 est la masse volumique de l'eau). Le tube du manomètre descend jusqu'en A et B et ne perturbe pas l'écoulement. L'air est supposé statique dans le manomètre. Donner les expressions de ($p_A - p'_A$), ($p_B - p'_B$) et ($p''_A - p''_B$). En déduire l'expression de ($p_A - p_B$) en fonction de h , ρ_0 , ρ et g . Application numérique : calculer h pour la valeur ($p_A - p_B$) de la question a) en prenant : $g = 10 \text{ m/s}^2$ et $\rho_0 = 10^3 \text{ kg/m}^3$.



c) Le côté de diamètre d_B est ouvert à l'air libre où règne la pression atmosphérique $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$. On admettra que $p_B = P_0$. Calculer la pression p_A en A et la vitesse v_B de sortie de l'air pour les mêmes valeurs numériques que celles de la question 4.

5. Pour vider l'eau d'une citerne, on utilise un siphon formé d'un tube coudé de section circulaire constante (diamètre = 3 cm) terminé par un embout circulaire de diamètre 2,5 cm.

- Calculer la vitesse d'écoulement de l'eau en F ($v_A \sim 0$).
- Calculer en litres par heure le débit de l'eau dans le siphon.
- Calculer la pression en B et la comparer avec la pression en A. (A et B ont même cote, B est à l'intérieur du tube).
- Calculer la pression en C, D et E. Commenter le fonctionnement du siphon.

