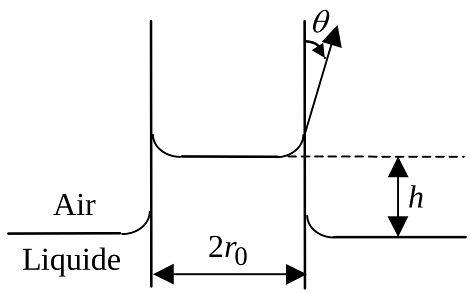
Université de Toulon
SeaTech

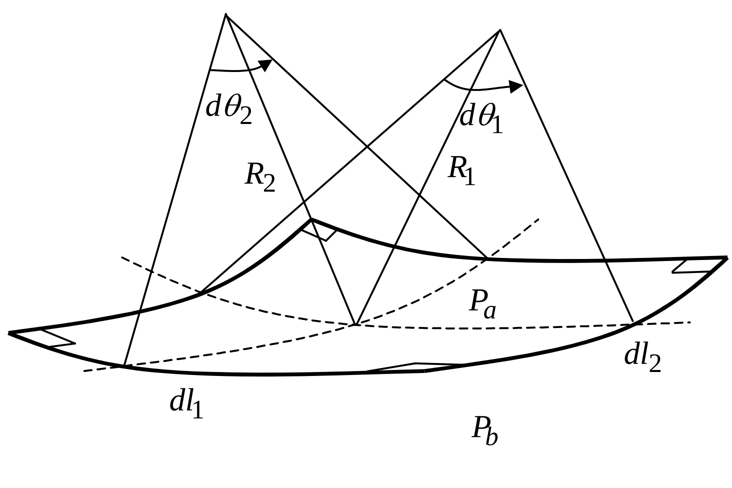
Mécanique des Fluides
T.D. n°1

I- *Remontée capillaire*. Evaluer la hauteur h à laquelle s'élève un liquide qui mouille le verre dans un tube capillaire en fonction de σ (tension superficielle), r_0 et θ (voir figure). Pour cela, on écrira l'équilibre entre la force due à la capillarité et le poids du liquide déplacé. Pour de l'eau en contact avec le tube de verre, on aura $\theta = 0°$, alors que pour du mercure en contact avec le tube de verre, on aura $\theta = 130°$.



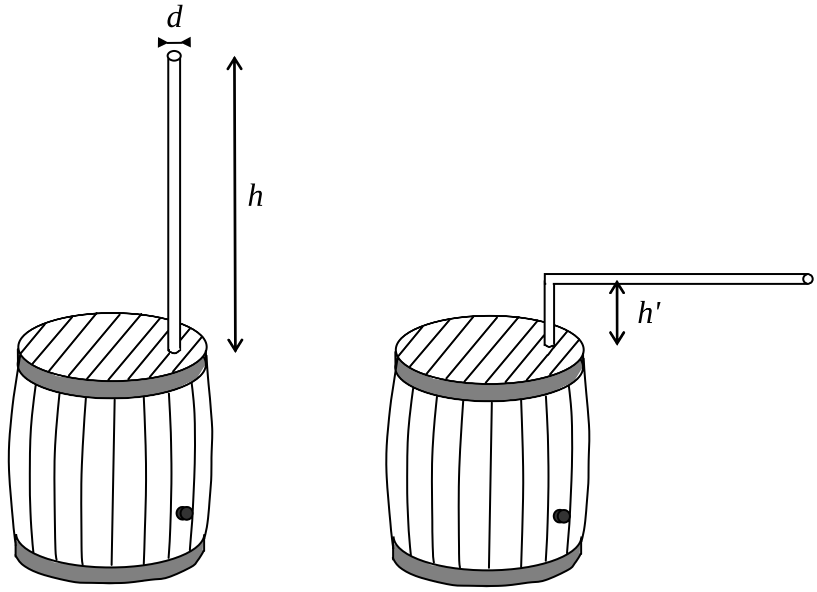
A.N. : $\rho_e = 1000 kg/m^3$; $\rho_m = 13600 kg/m^3$; $\sigma_e = 7{,}36.10^{-2} N/m$;
$\sigma_m = 47{,}2.10^{-2} N/m$

II- *Formule de Young et Laplace*. Soit une surface élémentaire appartenant à une interface entre deux fluides (voir figure), P_a et P_b les pressions de part et d'autre de cette interface. Déterminer la différence de pression entre P_a et P_b en fonction de la tension superficielle σ ainsi que de R_1 et R_2 les rayons de courbure principaux de la surface élémentaire. On écrira l'équilibre entre les forces de pression et de tensions superficielles normalement à l'élément de surface $dl_1 dl_2$.

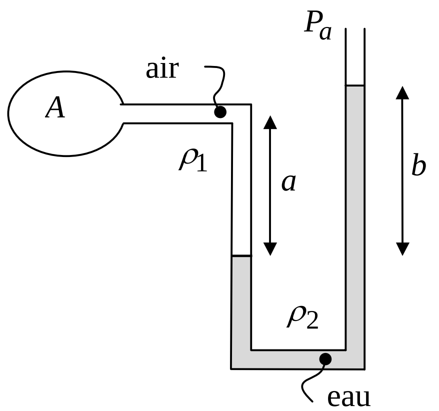


III- *Expérience du tonneau de Pascal*. On considère un tonneau rempli d'eau, auquel on adjoint un tuyau ouvert (branché sur le dessus) lui aussi rempli d'eau, de diamètre $d = 2cm$ et de longueur totale $h = 10m$.

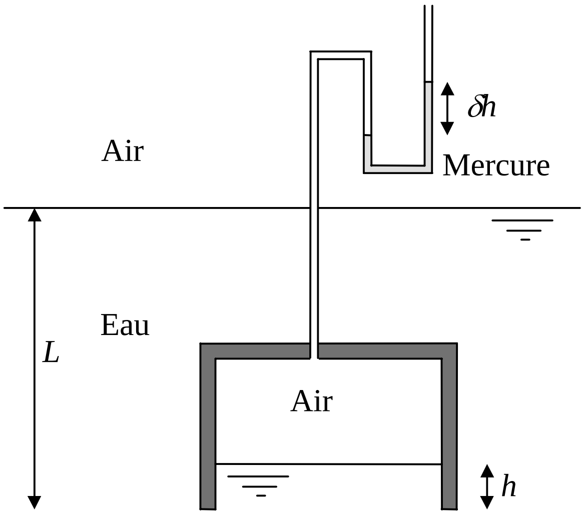
a. Calculer la masse d'eau contenue dans le tuyau.
b. Calculer la pression exercée par l'eau au sommet du tonneau lorsque le tuyau est vertical (figure gauche).
c. On plie le tuyau à une hauteur $h' = 1m$ de façon à l'incliner presque horizontalement (figure droite). Même question que précédemment.



IV- *Enceinte pressurisée*. Déterminer la pression P_A régnant à l'intérieur de l'enceinte, en fonction de la pression extérieure P_a, des hauteurs a et b et des masses volumiques ρ_1 de l'air et ρ_2 de l'eau (voir figure).



V- *Cloche de plongée*. Une cloche de plongée est immergée dans l'eau, de façon à ce que l'air contenu reste prisonnier de la cloche. Au fur et à mesure de la descente, l'air se comprime et l'eau remonte petit à petit dans la cloche. De la lecture du manomètre δh (voir figure) et de la profondeur L, en déduire la hauteur h de remontée de l'eau (on appellera ρ_m la masse volumique du mercure et ρ_e la masse volumique de l'eau).



VI- *Profil vertical de pression dans l'atmosphère*. Déterminer la pression atmosphérique en fonction de l'altitude z (en supposant que l'air est un gaz parfait) dans les deux cas suivants :

a. Cas d'une atmosphère compressible isotherme.

b. Cas d'une atmosphère compressible, avec évolution isentropique ($\frac{P}{\rho^\gamma} = cte$).

VII-*Equilibre d'une atmosphère stratifiée*. On considère un gaz soumis à la pesanteur. Le but est de trouver dans quelles conditions de variation de température en fonction de l'altitude z les couches d'air sont stables et ne se mélangent pas.

a. L'atmosphère à l'altitude z est caractérisée par l'état (P_0, T_0, ρ_0). Un petit volume d'air atmosphérique est soulevé de l'altitude z à l'altitude $z+dz$ (déplacement supposé très faible). Exprimer sa nouvelle masse volumique ρ'_0 au niveau $z+dz$. On supposera pour cela que :
   - l'air est un gaz parfait et se déplace de façon isentropique,
   - la pression de l'atmosphère à l'altitude $z+dz$ est P_1 (variation infinitésimale entre les niveaux z et $z+dz$),
   - la pression du volume d'air soulevé à l'altitude $z+dz$ est également P_1 (la pression est transmise même s'il ne se mélange pas avec l'atmosphère environnante).

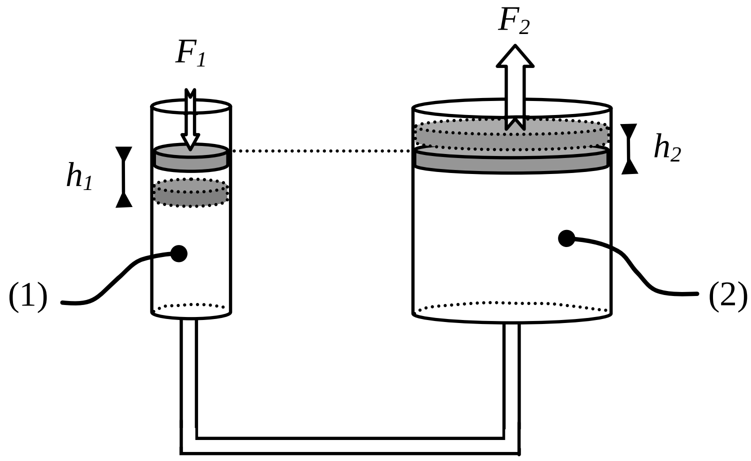
   On effectuera un développement limité au premier ordre de l'expression obtenue.

b. Exprimer la densité ρ_1 de l'atmosphère à l'altitude $z+dz$, puis la condition d'instabilité des couches d'air en fonction de γ, P_0, ρ_0, $\frac{dP}{dz}$ et $\frac{d\rho}{dz}$.

c. En utilisant la loi de la statique des fluides, trouver la condition d'instabilité des couches d'air en terme de gradient vertical de température. La condition d'inégalité satisfaite par $\frac{dT}{dz}$ s'exprimera en fonction de R et de γ.

d. A.N. : $g = 9{,}81 m/s^2$; $R = 287 J.kg^{-1}.K^{-1}$; $\gamma = 1{,}4$.

VIII-*Presse hydraulique* On considère un système constitué de deux cylindres (1) et (2) à l'intérieur desquels se trouvent deux pistons P_1 et P_2 situés à la même hauteur, de diamètres respectifs $d_1 = 5cm$ et $d_2 = 20cm$. Les cylindres sont remplis d'eau et sont reliés par un tuyau. La force F_1 est exercée verticalement vers le bas sur P_1 qui se déplace de la hauteur h_1, la force F_2 est exercée en retour vers le haut sur P_2 qui se déplace de la hauteur h_2 (voir figure).



a. Déterminer l'expression de la force F_2 en fonction de la force F_1. On négligera la variation de hauteur des pistons dans les cylindres.
b. Déterminer l'expression de la hauteur h_2 en fonction de la hauteur h_1.
c. A.N. : $F_1 = 100N$, $h_1 = 16cm$. Commenter.