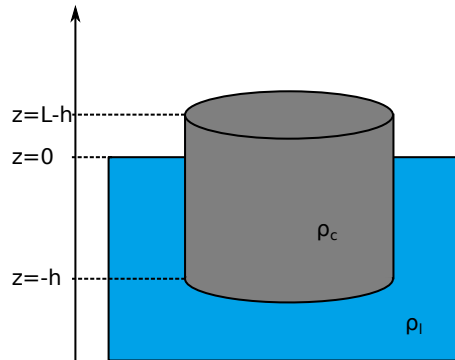


Série 3

Exercice 1: Poussée d'Archimède

Considérons un cylindre de hauteur L et de densité ρ_c qui flotte verticalement dans un liquide incompressible de densité ρ_l . On considèrera la position d'équilibre et les effets de tension superficielle seront négligés.



- En utilisant le théorème de la poussée d'Archimède, donnez l'expression de h , la hauteur du cylindre qui est immergée.
- Dérivez ce résultat directement à partir du résultat de la loi de l'hydrostatique $p(z = -h) = p_0 + \rho_l g h$, sans utiliser la théorème de la poussée d'Archimède.

Exercice 2: Surpression dans des gouttes de liquide

Un vaporisateur forme des gouttes d'eau de rayon $R_0 = 50 \mu\text{m}$ dont la tension superficielle γ vaut $7 \times 10^{-2} \text{ N m}^{-1}$.

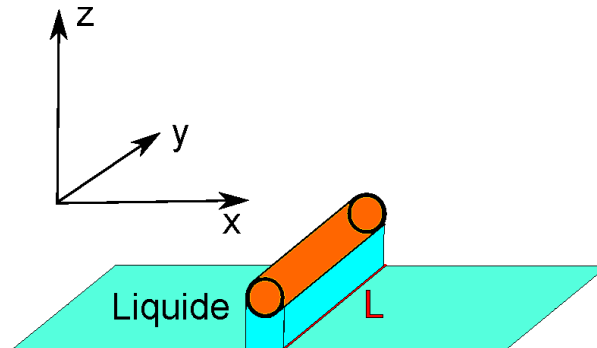
- Appliquez la loi de Laplace pour trouver la différence de pression à travers la surface des gouttes d'eau en suspension dans l'air. Comparez la valeur trouvée à la pression atmosphérique.
- Calculez la variation de pression hydrostatique sur la hauteur d'une goutte d'eau (on prendra $\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ et $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$). Comparez avec le résultat de la question précédente.
- Existe-t-il un rayon de goutte R_c pour lequel les deux surpressions trouvées précédemment s'égalisent ?
- Estimez le travail nécessaire à la formation de gouttes de rayon R_0 et R_c .

Exercice 3: Tension superficielle

Une épingle de longueur L et de masse m se trouve à la surface d'un liquide de tension superficielle γ .

- (a) Montrer que la force nécessaire pour la soulever est $F = 2\gamma L + mg$

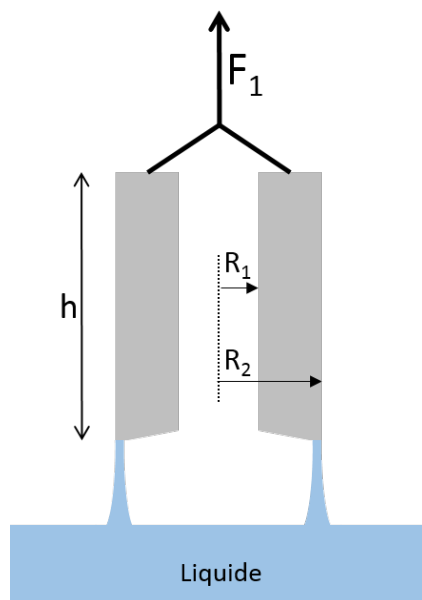
Indication : Notez qu'il y a les 2 surfaces des 2 côtés de l'aiguille.



- (b) Sur la figure présentée ci-dessus, la surface du liquide forme un angle de 90 degré. Est-ce réaliste ?
Faites un dessin d'une situation réelle.

Exercice 4: Expérience du cours

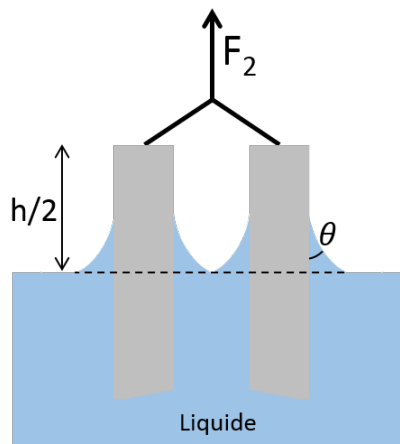
On considère un cylindre creux de hauteur h , avec un rayon interne R_1 et un rayon externe R_2 . Ce cylindre est en contact avec un liquide dans la même configuration que celle vu dans le cours.



On a les données suivantes :

- Masse du cylindre $m = 15 \text{ g}$
- Rayons $R_1 = 4 \text{ cm}$ et $R_2 = 4.2 \text{ cm}$
- Hauteur du cylindre $h = 1 \text{ cm}$

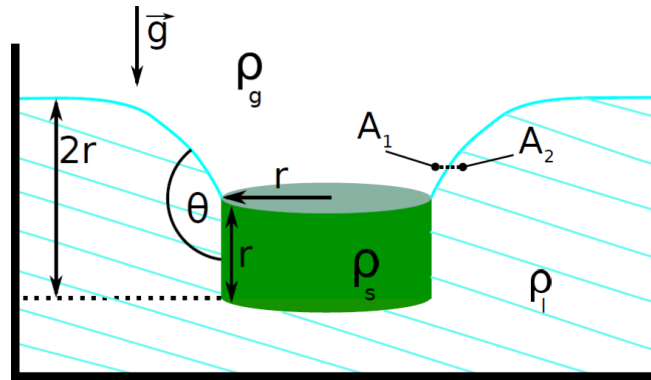
- Force $F_1 = 0.18 \text{ N}$
 - Densité du liquide $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$
 - Accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$
- (a) À partir des données, déterminer la tension superficielle γ_{lg} de l'interface liquide-gaz. On pourra négliger la largeur du film du liquide (de forme cylindrique) qui est attaché au cylindre creux.
- (b) Maintenant, le cylindre est plongé dans le liquide à mi-hauteur, comme sur la figure ci-dessous. On veut trouver l'expression de la force verticale due à la tension superficielle du liquide dans cette situation. Pour ceci, trouvez d'abord l'expression du changement d'énergie aux interfaces solide-gaz (caractérisé par γ_{sg}) et solide-liquide (caractérisé par γ_{sl}) pour un déplacement vertical infinitésimal et quasi-statistique. Ensuite, en utilisant la loi de Young, trouvez la force verticale due à la tension superficielle, exprimée en fonction de γ_{lg} et des paramètres géométriques (R_1 , R_2 , θ , ...).



- (c) Toujours dans le même cas que pour (b), la force F_2 est égale à 0.14 N . Utilisez cette information pour trouver l'angle de contact θ entre le liquide et le cylindre.
- (d) On a maintenant un tube capillaire fait du même matériau que le cylindre. Quel rayon du capillaire nous faut-il pour que le liquide du point (a) et (b) monte à une hauteur de 5 cm ?

Exercice 5: Cylindre flottant

On considère un cylindre de rayon r , de hauteur r , et de densité ρ_s , qui flotte sur un liquide incompressible de densité ρ_l comme indiqué sur la figure ci-dessous. La tension superficielle pour l'interface liquide-gaz est donnée par γ_{lg} et l'angle de contact entre solide, liquide, et gaz est donné par θ . Le tout est sujet à la gravité \vec{g} et $\rho_g \ll \rho_l$.



- (a) Considérons les pressions p_1 et p_2 aux positions A_1 et A_2 . Est-ce qu'on a $p_1 < p_2$, $p_1 = p_2$, ou $p_1 > p_2$? Justifiez votre réponse.
- (b) Exprimez les forces suivantes agissant sur le cylindre en fonction des paramètres donnés : force due à la gravitation, force due à la tension superficielle, force due à la pression. Est-ce qu'il y a d'autres forces qui agissent sur le cylindre? Si oui, lesquelles?
- (c) A partir de (b), exprimez r en fonction des autres paramètres donnés tel que le cylindre flotte comme indiqué dans la figure.