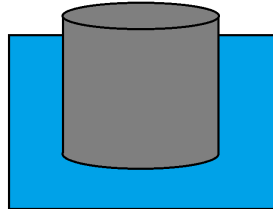


Série 3

Exercice 1: Poussée d'Archimède

Considérons un cylindre de longueur L et de densité ρ_c qui flotte verticalement dans un liquide de densité ρ_l . Les effets de tension superficielle sont négligés.



- Quelle est la hauteur du cylindre qui est immergée ? Utilisez la théorie de la poussée d'Archimède.
- Dérivez ce résultat directement à partir de la loi de l'hydrostatique $p = p_0 + \rho_l g h$, sans utiliser la théorie de la poussée d'Archimède.

Exercice 2: Goutte d'eau dans l'espace

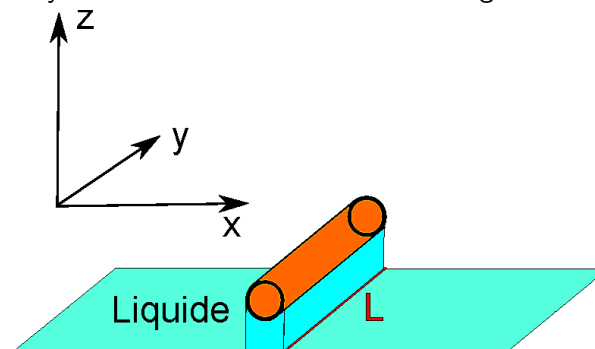
Dans un vaisseau spatial en orbite autour de la Terre, une goutte d'eau a une forme sphérique, alors que sur Terre ce n'est pas le cas. Pourquoi ?

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 .

- 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.

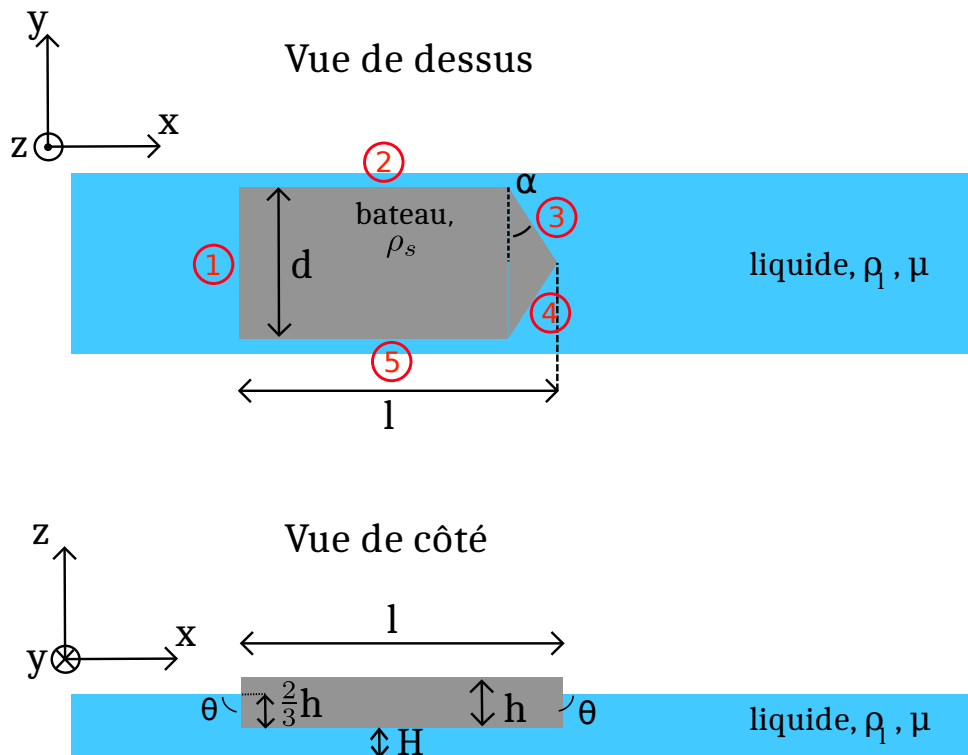


- Sur la figure présentée ci-dessus, la surface du liquide forme un angle de 90 degré. Est-ce réaliste ? Faites un dessin d'une situation réelle.

Exercice 4: Bateau en plastique (examen 2019)

On considère une plaque en plastique, de densité ρ_s et en forme de bateau, qui flotte sur un liquide incompressible de densité ρ_l . Les dimensions du bateau sont définies par les quantités l , d , h et α (voir figures). La tension superficielle pour l'interface liquide-air est donnée par γ_{lg} , celle de l'interface liquide-plastique par γ_{ls} et celle de l'interface plastique-air par γ_{sg} . L'angle de contact θ entre

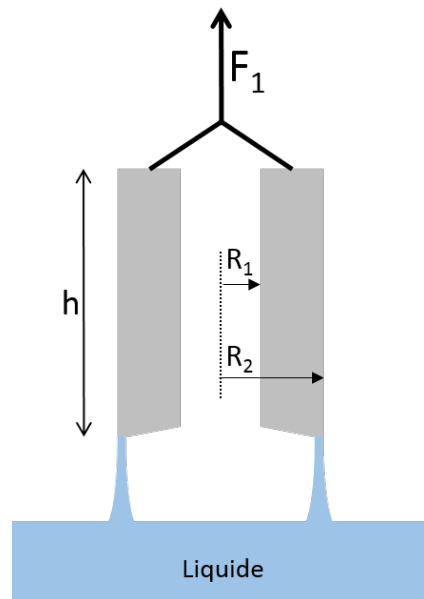
plastique, liquide et air est égal à 90° et le bateau est enfoncé dans le liquide jusqu'aux deux tiers de sa hauteur h .



- Comment expliquez-vous le fait que le bateau flotte ? Utilisez ceci pour trouver le rapport ρ_s/ρ_l .
- À cause de la tension superficielle, les différentes faces du bateau, numérotées de 1 à 5 (voir figure), ressentent chacune une force. Trouvez les composantes de ces forces selon la direction \vec{e}_x , puis déterminez la force totale ressentie par le bateau due à la tension superficielle selon cette direction. Quelle est la force totale due à la tension superficielle selon la direction y ?
- On ajoute du savon dans la région derrière le bateau, ce qui réduit la tension superficielle γ_{lg} à proximité de la face 1 par un facteur 2, tandis que γ_{lg} reste inchangée à proximité des autres faces. On suppose que γ_{ls} et γ_{sg} ne changent pas. Démontrez que l'angle de contact θ reste égal à 90° pour toutes les faces du bateau. Quelle est maintenant la force totale exercée sur le bateau par la tension superficielle, dans la direction x ? Qu'est-ce qui va se passer ?

Exercice 5: Expérience du cours

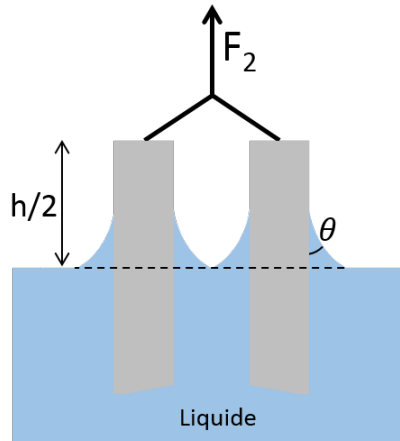
On considère le cylindre creux de hauteur h , avec un rayon interne R_1 et un rayon externe R_2 . Ce cylindre est en contact avec un liquide dans la même configuration que celle vu dans le cours.



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 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

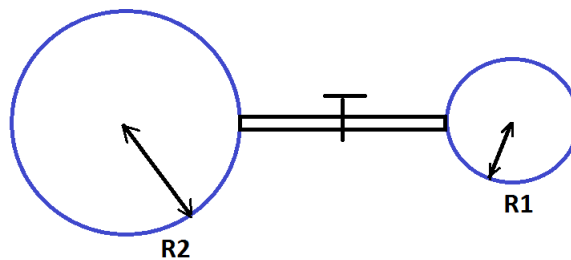
- Déterminer la tension superficielle γ du liquide. Vous pouvez négliger la largeur du film du liquide (de forme cylindrique) qui est attaché au cylindre creux.
- Maintenant, le cylindre est plongé dans le liquide à mi-hauteur, comme sur la figure ci-dessous. On veut trouver l'expression de la force 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}) si le cylindre est déplacé légèrement dans la direction verticale. Ensuite, en utilisant la loi de Young, trouvez la force verticale due à la tension superficielle, exprimée en fonction de γ 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 6: Bras de fer entre bulles de savon

Deux bulles de savon de rayon $R_1 = 1 \text{ cm}$ et $R_2 = 2 \text{ cm}$ sont reliées par un tube de rayon $r \ll R_1$. Le tube est fermé à mi-longueur comme sur la figure ci-dessous. On considère que la tension superficielle entre la bulle (liquide) et l'air à l'intérieur comme à l'extérieur de la bulle est $\gamma = 2.0 \cdot 10^{-2} \text{ [N/m]}$.



- (a) Calculez la différence de pression de l'air entre les deux bulles.
- (b) L'expérimentateur actionne une vanne qui ouvre le tube. Que se passe-t-il ?