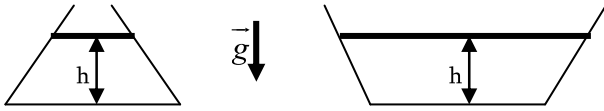


Statique des Fluides – Fluide Incompressible

Exercice 16 : Influence de la forme

Pour une même hauteur d'eau et à surface de fond identique, comparer les forces de pression exercées sur les fonds des récipients A et B.



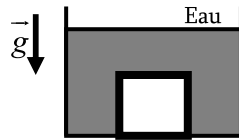
Exercice 17 : Remontée d'un cube

Un cube de masse volumique ρ_{cube} est posé au fond de l'eau de masse volumique ρ_{eau} . Pour qu'il puisse remonter à la surface sous l'action de la poussée d'Archimède :

→ Il faut que $\rho_{cube} < \rho_{air}$.

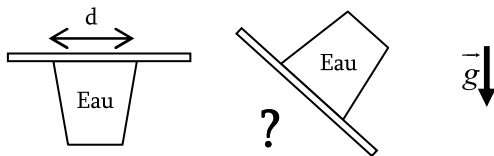
→ Il faut que $\rho_{cube} > \rho_{air}$.

→ Il ne peut pas remonter à la surface.



Exercice 18 : Equilibre de la feuille ?

Un verre de diamètre supérieur $d = 10\text{cm}$ et de volume $V = 0,25\text{L}$ est rempli d'eau à ras bord. Une feuille de papier débordant largement est posée sur le verre. Vous appliquez votre main sur l'ensemble et retournez le tout. Lorsque vous enlevez votre main, que se passe-t-il ?



Exercice 19 : Densimètre

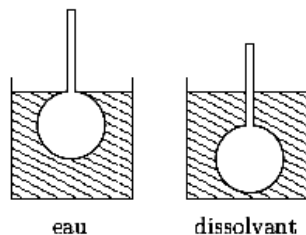
Un densimètre, servant à mesurer la densité d'un liquide par rapport à l'eau, est constitué d'un ballon sphérique de rayon $R = 12\text{mm}$, lesté et surmonté d'un tube cylindrique de rayon $r = 2\text{mm}$ portant des graduations régulièrement espacées d'une distance l . La masse totale du densimètre est notée M . Plongé dans l'eau pure de masse volumique ρ_0 , le densimètre affleure à l'équilibre la graduation $n = 0$ située à la base du tube. Plongé dans du dissolvant de masse volumique ρ_1 , il affleure la graduation $n_1 = 80$. On note V le volume du ballon sphérique et v le volume du tube délimité par deux graduations consécutives.

Données : $\rho_0 = 1\text{ g.cm}^{-3}$, $\rho_1 = 0,72\text{ g.cm}^{-3}$

1. En traduisant l'équilibre du densimètre, déterminer la relation entre ρ_0 , ρ_1 , V , v et n_1 .

2. En déduire la valeur numérique de v . En déduire la distance l .

3. Le densimètre est maintenant plongé dans du benzène. Il affleure à la graduation $n_2 = 28$. En déduire d du benzène par rapport à de l'eau.



Exercice 20 : Débordera ? Débordera pas ?

Un verre contenant un glaçon, de volume V et de masse volumique μ est rempli à ras bord d'eau liquide de masse volumique μ_0 .

1. Exprimer en fonction des données le volume v_{im} du glaçon immergé dans l'eau ainsi que le volume v du glaçon lorsqu'il aura fondu.
2. Faire l'application numérique du pourcentage immergé pour $\mu_0 = 1\text{g.cm}^{-3}$ et $\mu = 0,92\text{g.cm}^{-3}$
3. Faut-il prévoir une éponge pour essuyer la table ? Que se passe-t-il si à la place de l'eau il y a du whisky ? (densité de l'alcool inférieur à celle de l'eau)

Exercice 21 : Equilibre d'un béccher

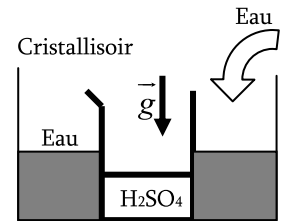
Le champ de pesanteur est uniforme et d'intensité g . Le milieu extérieur est l'atmosphère, de pression P_0 et de température constantes P_0 et T_0 .

Un béccher cylindrique a les caractéristiques suivantes :

- Surface de base de rayon $R = 3,5\text{cm}$,
- Hauteur $H = 9\text{cm}$
- Masse à vide $m = 98\text{g}$.

Il contient un volume $V_A = 100\text{mL}$ d'acide sulfurique concentré H_2SO_4 de densité $d = 1,84$. Il est placé dans un cristalliseur dans lequel on verse progressivement de l'eau.

- En faisant l'hypothèse qu'il existe toujours entre le fond du cristalliseur et la base du béccher une fine pellicule d'eau, à partir de quelle hauteur critique h_c d'eau versée le béccher risque-t-il de se mettre à flotter et de se renverser ?



Exercice 22 : Remplissage d'une citerne

Une citerne, destinée au transport d'un liquide de masse volumique $\rho = 2.10^3\text{ kg.m}^{-3}$, est divisée en compartiments identiques communiquant entre eux par la partie inférieure (ceci afin de imiter le mouvement du liquide lors du transport). Le remplissage et la vidange s'effectuent par le bas. Les clapets situés à la partie supérieure de chaque compartiment sont ouverts pendant le remplissage et la vidange, et fermés pendant le transport.

1. Le remplissage est effectué sous la pression atmosphérique $P_0 = 1,0\text{ bar}$ et à une température $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Au cours du transport, la température s'élève à $t_1 = 70^\circ\text{C}$. Exprimer et calculer la pression P_1 atteinte par l'air qui surmonte le liquide contenu dans la citerne.

2. Au cours du remplissage, l'un des clapets a été fermé prématurément et il existe une dénivellation $d = 2\text{m}$ entre le niveau du liquide dans le compartiment correspondant et le niveau général de la cuve. Exprimer puis calculer la pression P_2 dans le compartiment où s'est produit l'incident.



Statique des Fluides – Fluide Incompressible

Exercice 16 : Influence de la forme

La pression ne dépend QUE de la hauteur d'eau dans le récipient, donc la pression de l'eau sur le fond est la même dans les deux cas. Et puisque la surface est la même, la force de pression ($F = P \times S$) est la même.

Exercice 17 : Remontée d'un cube

Le cube NE PEUT PAS remonter à la surface, puisque il n'est pas immergé dans le fluide, donc ne subit pas de poussée d'Archimède. Le fluide ne fait qu'exercer son poids sur le cube, il est comme « aspiré » par le fond.

Cependant, dans la réalité, c'est quasiment impossible. Il suffit d'un filet d'eau passant sous le cube pour qu'il remonte dans le cas où il est plus léger que l'eau. S'il est plus lourd, dans tous les cas il restera au fond.

Exercice 18 : Equilibre de la feuille ?

Prenons le cas où le verre est retourné à la verticale pour simplifier les explications. La feuille est soumise à son poids (négligeable), à la force exercée par l'eau sur elle, égale au poids de l'eau $P_{\text{eau}} = mg = 2,5\text{N}$, et finalement à la pression de l'air extérieur ($F_{\text{air}} = P_0 S = P_0 \times \pi \times (d/2)^2 = 785\text{N}$).

On remarque que la pression de l'air est supérieure à la force de l'eau sur la feuille, donc le fluide reste en haut !!! Une fois de plus, cette situation ne se retrouve presque jamais dans la réalité.

Exercice 19 : Densimètre

- $\rho_0 V = \rho_1 (V + n_1 v)$
- $v = \left(\frac{\rho_0}{\rho_1} - 1 \right) \frac{V}{n_1} = 35,2 \text{ mm}^3$, d'où $l = 2,8\text{mm}$.
- Benzène : $d = \frac{V}{V + n_2 v} = 0,88$

Exercice 20 : Débordera ? Débordera pas ?

- 1./2. $v_{\text{im}} = \frac{\mu}{\mu_0} V = 92\% \cdot V$. Fondu, le glaçon occupera le volume V (équivalent au volume du fluide déplacé qui compense parfaitement le poids du glaçon).
3. Pas la peine d'avoir une éponge... cela ne va pas déborder. Dans le whisky, qui est moins dense que l'eau, le fluide déplacé aura un volume plus grand pour compenser le poids du glaçon. Quand le glaçon redevient liquide, le niveau va donc baisser.

Exercice 21 : Equilibre d'un béccher

La poussée d'Archimède $\vec{\Pi} = -\rho_{\text{eau}} h S \cdot \vec{g}$ (le fluide est bien immergé grâce au filet d'eau sous le béccher) doit être supérieure au poids de l'ensemble $\vec{P} = m \cdot \vec{g} + V_A d \rho_{\text{eau}} \cdot \vec{g}$

Ainsi :
$$h > h_C = \frac{m + V_A d \rho_{\text{eau}}}{\rho_{\text{eau}} \pi R^2} = 7,33 \text{ cm}$$

Exercice 22 : Remplissage d'une citerne

- $P_1 = \frac{T_1}{T_0} P_0 = 1,2 \text{ bar}$
- La pression dans le fluide ne dépend que de la hauteur, donc $P_2 = P_0 + \mu g d = 1,4 \text{ bar}$ (Le gaz absorbe bien les variations de pression)

Exercice 23 : Oscillations d'un bouchon lesté

- PFS... $h S \mu_0 = m + H S \mu$
- PFD... $h \ddot{z} + g z = 0$
- $T = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}}$

Exercice 24 : Cloche renversée

- Forces : Toutes les forces horizontales s'annulent 2 à 2 (pression de l'air extérieur, de l'air intérieur, de l'eau). Il reste 3 forces verticales : $\rightarrow$ Poids : $\vec{P} = -mg \cdot \vec{e}_z$
 $\rightarrow$ Pression de l'air extérieur : $\vec{F}_{\text{ext}} = -P_0 S \cdot \vec{e}_z$
 $\rightarrow$ Pression de l'air intérieur : $\vec{F}_{\text{int}} = +PS \cdot \vec{e}_z$
 Equilibre : PFS $\vec{P} + \vec{F}_{\text{ext}} + \vec{F}_{\text{int}} = \vec{0} = (-mg - P_0 S + PS) \cdot \vec{e}_z$
 Il faut donc $P = P_0 + \frac{mg}{S}$
- Le gaz à l'intérieur est celui qui occupe tout le volume de la cloche à l'air ambiant (P_0) : $P(h-y)S = nRT = P_0 h S$,
 cela donne $y = h \frac{1}{1 + \frac{P_0 S}{mg}}$ et on a dans le fluide :
 $P = P_0 + \rho g(x-y)$, donc $x = y + \frac{P - P_0}{\rho g} = \frac{h}{1 + \frac{P_0 S}{mg}} + \frac{m}{\rho g}$
- Il faut $x < h$, ce qui donne $V_0 > V_C$ avec $V_C = \frac{m}{\rho} \left(1 + \frac{mg}{P_0 S} \right)$
- Si on tient compte de l'épaisseur des parois, on a une force verticale vers le haut sur les parois, et les surfaces sur lesquelles s'exercent l'air en haut sont différentes.

Exercice 25 : Fluide en rotation uniforme

- Le fluide tourne également car il adhère par l'intermédiaire de la viscosité aux parois. Il y aura un régime transitoire au moment de la mise en rotation, avant qu'il s'immobilise dans le référentiel tournant...
 - Forces volumiques : poids $\vec{f}_{vP} = -\rho g \cdot \vec{e}_z$ et inertie d'entraînement (centrifuge) $\vec{f}_{vC} = +\rho \omega^2 r \cdot \vec{e}_r$.
- PFS : $\left(\frac{\partial P}{\partial r} \right)_{\theta,z} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial P}{\partial \theta} \right)_{r,z} \vec{e}_\theta + \left(\frac{\partial P}{\partial z} \right)_{r,\theta} \vec{e}_z = \vec{f}_{vP} + \vec{f}_{vC} = \rho \omega^2 r \cdot \vec{e}_r - \rho g \cdot \vec{e}_z$
- $$\begin{cases} \partial P / \partial r = \rho \omega^2 r \\ \partial P / \partial \theta = 0 \\ \partial P / \partial z = -\rho g \end{cases} \Rightarrow P \text{ ne dépend pas de } \theta$$