Interfaces Solide/-Liquide

Exercice 1 :

liquide avec une constante superficielle A (ou γ)

$$A \text{ ou } \gamma = 25.10^{-3}\ N/m$$

on souffle une $\underbrace{\text{bulle de savon}}$ de rayon $r = 3\,cm$.

⚠ car la paroi d'une bulle a une double surface (voir Cours)

- Calculer la surpression dans la bulle de savon :

$\boxed{\Delta p = P_i - P_e = \frac{2\gamma}{r}}$ ↓ bulle classique

$$\Delta p = P_i - P_e = \frac{4\gamma}{r} = \frac{4 \times 25.10^{-3}}{3.10^{-2}} = \boxed{3{,}3\ N/m^2}$$

ou 3,3 Pa.

- La pression extérieure $= 10^5$ Pa, calculer le travail total dépensé pour souffler la bulle :

Travail pour créer une surface dS : $dW = \gamma dS$

donc $W = \gamma S$

or la surface d'une sphère $= 4\pi r^2$, mais ici la paroi de la bulle est constituée de 2 surfaces.

Donc la surface sera ici de $2 \times 4\pi r^2 = 8\pi r^2$

Le travail sera donc : $W = \gamma \times 8\pi r^2$

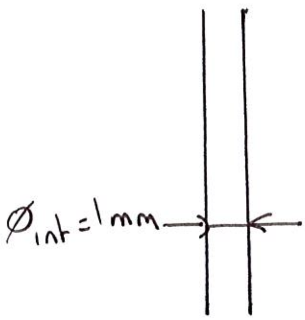
$$= 25.10^{-3} \times 8\pi \times (3.10^{-2})^2$$

$$= 5{,}7.10^{-4}\ J \text{ ou } N/m$$

Exercice 2 :

→ liquide mouille parfaitement le verre

→ $\rho = 1{,}05.10^3\ kg/m^3$



→ s'élève à une hauteur de $h = 1{,}5\ cm$ dans un capillaire en verre de diamètre intérieur

$d = 1mm$

→ $g = 10\ m/s^2$

→ Calculer γ ?

- On va appliquer ici la loi de Jurin : $h = \dfrac{2\gamma\cos\theta}{\rho g r}$
- Cas d'un mouillage parfait donc $\theta = 0$

d'après loi de Jurin on peut écrire :

$$\gamma = \frac{h\rho g r}{2\cos\theta} = \frac{h\rho g r}{2}$$

, car $\cos\theta = 1$

or $r = d/2 = 0{,}5\ mm$

$$\gamma = \frac{1{,}5.10^{-2} \times 1{,}05.10^{3} \times 10 \times 0{,}5.10^{-3}}{2}$$

$$\boxed{\gamma = 3{,}9.10^{-2}\ N/m}$$

Exercice 3 : tube plongeant verticalement dans un liquide de tension superficielle γ et de masse volumique ρ. mouillage parfait.
h = dénivellation du liquide dans le tube.
d = diamètre du tube intérieur

2 cas car 2 liquides différents

- Eau : $h_0 = 92,3$ mm avec $\rho_0 = 0,9973.10^3$ kg/m^3
et $\gamma_0 = 71,93.10^{-3}$ N/m

- Benzène : $h_b = 42,4$ mm , $\rho_b = 0,8840.10^3$ kg/m^3

$\Rightarrow \gamma_b = ?$

→ Ici, c'est la loi de Jurin qui sera appliquée.

→ Il y a 2 inconnues r, et γ_b. donc il paraît impossible de calculer γ_b.

→ mais, le même tube est utilisé pour l'eau et le benzène donc d et par conséquent le rayon r est commun aux 2 cas :

$$h_0 = \frac{2\gamma_0 \underbrace{\cos\theta}_{=1}}{\rho_0 g r} \qquad\qquad h_b = \frac{2\gamma_b \underbrace{\cos\theta}_{=1}}{\rho_b g r}$$

$$\Leftrightarrow \quad r = \frac{2\gamma_0}{\rho_0 g h_0} \qquad\qquad \Leftrightarrow \quad r = \frac{2\gamma_b}{\rho_b g h_b}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{2\gamma_0}{\rho_0 g h_0} = \frac{2\gamma_b}{\rho_b g h_b}$$

$$\Rightarrow \quad \gamma_b = \frac{2\gamma_0 \rho_b g h_b}{2 \rho_0 g h_0} = \frac{\gamma_0 . \rho_b . h_b}{\rho_0 h_0}$$

$$\gamma_b = \frac{71{,}93.10^{-3} \times 0{,}8840.10^{3} \times 42{,}4.10^{-3}}{0{,}9973.10^{3} \times 92{,}3.10^{-3}} = \boxed{29{,}29.10^{-3}\ N/m}$$

- Chaque ménisque étant repéré à 0,1 mm près, calculer l'incertitude absolue de γ_b.

(l'incertitude relative permet de comparer la précision de différentes mesures. la mesure la plus précise sera celle dont l'incertitude relative sera la plus faible.

Lorsque l'on exprime une mesure directe ou le résultat d'un calcul, l'incertitude Absolue associée au résultat est exprimée avec un seul chiffre significatif.

$$\text{Incertitude relative} = \frac{I\,Abs.}{\text{résultat}} \quad \left(= \frac{\Delta\gamma}{\gamma} \right)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\Delta\gamma_b}{\gamma_b} = \frac{\Delta h_0}{h_0} + \frac{\Delta h_b}{h_b}$$

$$\Rightarrow \quad \Delta\gamma_b = \left(\frac{\Delta h_0}{h_0} + \frac{\Delta h_b}{h_0} \right) . \gamma_b$$

$$= \left(\frac{0{,}1}{92{,}3} + \frac{0{,}1}{42{,}4} \right) \times 29{,}29.10^{-3}$$

$$= \underline{\underline{0{,}1.10^{-3}\ N/m}}$$

Exercice 4 :

$\rho_C = \rho_{C'} = 0{,}800\ g/cm^3$

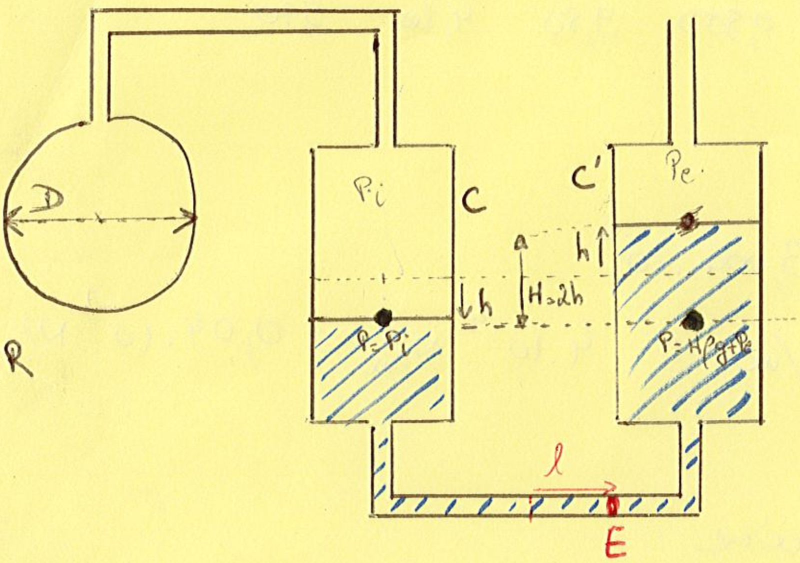
$S_C = S_{C'} = 5{,}70\ cm^2$

$s = 3{,}20\ mm^2$

$g = 9{,}80\ m/s^2$

$D = 4{,}20\ cm$

$l = 6{,}50\ cm$ (dépl. de E)



$D = 2R$

Rque : La surpression crée une dénivellation de h ds C mais aussi une montée du liquide dans C' de h aussi.

$\Rightarrow$ dénivellation totale $= 2h = H$

a)

Volume de liquide déplacé dû à surpression :

$$V = l \times s = h \times S \Rightarrow h = \frac{l s}{S}$$

par définition $P_c = \Delta p = P_i - P_e$

$g/cm^3 \rightarrow$ USI kg/m^3

- En C (surface des liquides) ; la pression $P = P_i$
- En C', sur un même niveau horizontal, $P = H \rho_C g + P_e$

$$\Leftrightarrow P = \frac{2 l s \rho g}{S} + P_e$$

$$\Rightarrow \Delta p = P_i - P_e = \frac{2 l s \rho g}{S} = \frac{4 \gamma}{R}$$

⚠ aux unités utilisées pour les calculs (SI).

$$\Rightarrow \gamma = \frac{l . s . \rho g . R}{2 S} = \frac{l s \rho g D}{4 S}$$

AN : $\gamma = \dfrac{6{,}5.10^{-2} \times 3{,}2.10^{-6} \times 0{,}8.10^{3} \times 9{,}8 \times 4{,}2.10^{-2}}{4 \times 5{,}7.10^{-4}} = 3{,}004.10^{-2}\ N/m$

b) $\frac{d\gamma}{\gamma} = \frac{dl}{l} + \frac{ds}{s} + \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dg}{g} + \frac{dD}{D} + \frac{dS}{S}$

$= \frac{0{,}01}{6{,}50} + \frac{0{,}01}{3{,}20} + \frac{0{,}001}{0{,}800} + \frac{0{,}01}{9{,}80} + \frac{0{,}01}{4{,}20} + \frac{0{,}01}{5{,}70}$

$= 1{,}1069 . 10^{-2}$

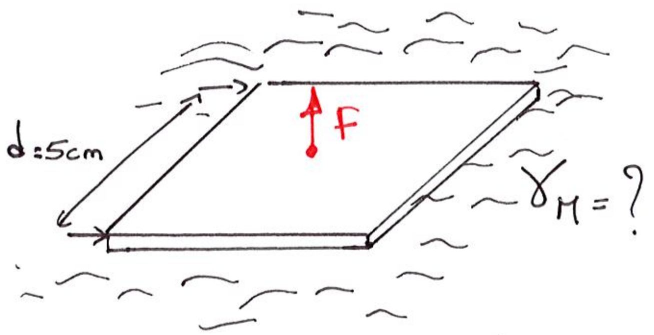
$\Rightarrow d\gamma = 1{,}1069 . 10^{-2} \times 3{,}004 . 10^{-2}$

$d\gamma = 3{,}33 . 10^{-4}$ N/m $\simeq 4 . 10^{-4}$ N/m $\simeq 0{,}04 . 10^{-2}$ N/m.

$\Rightarrow$ On pourra alors écrire :

$$\boxed{\gamma = 3{,}00 . 10^{-2} \pm 0{,}04 . 10^{-2} \text{ N/m}}$$

Exercice 5 : Cadre métallique carré de 5 cm de côté, déposé dans un bain de mazout.



$F = 7{,}32 \cdot 10^{-3}$ N

Vu en cours : $\gamma = \dfrac{f}{2y}$

y étant la longueur sur laquelle s'exerce la force (2y car 2 faces).

La force exercée par le mazout sur le cadre est :

$F = \gamma L$

L étant la longueur sur laquelle s'exerce cette force. Elle est égale à 2 fois le périmètre du cadre car il y a 2 faces

$F = \gamma \times (2 \times 4d)$

$\Rightarrow \gamma = \dfrac{F}{8d} = \dfrac{7{,}32 \cdot 10^{-3}}{8 \times 5 \cdot 10^{-2}} = 1{,}83 \cdot 10^{-2}$ N/m