Université Mohamed Khider-Biskra
Faculté des SE et SNV
2ème Année LMD
Département (SNV)

Matière: Biophysique

2020-2021

Solutionnaire TD N° 4

Exercice 1:

Par définition l'énergie de tension superficielle ω_s est donnée par

$$\omega = E_{S_f} - E_{S_i} = \sigma(S_f - S_i)$$

On note que, pour pulvériser ou fragmenter la goutte, il faut que l'énergie de tension superficielle ω_s égale à l'énergie mécanique $\omega_{méc}$:

$$\omega_s = \omega_{méc} \Rightarrow \sigma(S_f - S_i) = mgh.$$

Avec $S_i = 4\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi D^2$ et $S_f = 8S = \pi d^2$.

Avec

S_f: représente la surface totale des gouttes à l'état final.

S_i : est la surface de la goutte dans l'état initiale.

S : est la surface de la gouttelette de diamètre d.

Selon la condition de conservation de la masse, nous écrivons :

$$m_i = m_f \Rightarrow V_i = V_f \Rightarrow \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 = 8.\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \Rightarrow d = \frac{D}{2}.$$

Alors, d'après le résultat précédent on obtient:

$$h = \frac{\sigma(S_f - S_i)}{mg} = \frac{\sigma\pi}{mg}\left(8\frac{D^2}{4} - D^2\right) = \frac{\sigma\pi D^2}{mg} = \frac{6.\sigma}{\rho g D}.$$

Application numérique $h = \frac{6.\sigma}{\rho g D} = \frac{6.73.10^{-3}}{10^3.10.10^{-3}} = 4{,}38\,cm.$

Exercice 2:

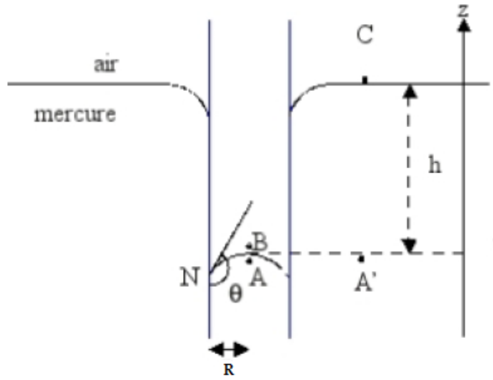
D'une part, d'après la loi de Laplace, on a $\Delta P = P_{int} - P_{ext} = P_{int} - P_a = 2\sigma / r.$

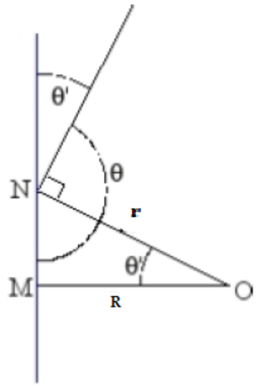
En d'autre part, selon la loi hydrostatique on a : $\Delta P = P_a - P_{atm} = \rho g h$

On trouve alors que $P_{int} = P_{atm} + (2\sigma / r) + \rho g h$.

Application numérique : $P_{int} = 10^5 + \frac{2.75.10^{-3}}{10^{-5}} + 10^3.10.10 = 2{,}15.10^5\ Pascal$

Exercice 3:





D'après la loi de Laplace: $\Delta P = P_{\text{int}} - P_{ext} = P_A - P_B = 2\sigma / r$

Avec $P_{\text{int}} = P_A$ *et* $P_{ext} = P_B = P_{atm}$.

Et d'après l'équation fondamentale de l'hydrostatique entre les deux points A et B, nous aurons: $\Delta P = P_{A'} - P_C = P_A - P_B = \rho g h.$

Substituant les deux prédites expressions, on obtient la relation de la tension superficielle de mercure comme $\rho g h = \dfrac{2\sigma}{r} = \dfrac{2\sigma\cos\theta'}{R} \Rightarrow \sigma = \dfrac{\rho g h R}{2\cos\theta'}$

Où nous avons utilisé la relation suivante: $\cos\theta' = R / r$ avec $\theta' = \pi - \theta$.

Application numérique: $\sigma = \dfrac{13600 \cdot 10 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{2\cos(51^0)} = 0,397\,Nm^{-1}$

Exercice 4:

1- Calcul de rayon des alvéoles durant l'expiration :

D'une part, on a $S_T = NS_{A_{\exp}}$

Où S_T : représente la surface totale des alvéoles.

N : est le nombre des alvéoles

$S_{A_{\exp}}$: est la surface d'une seule alvéole.

On d'autre part, nous avons $S_{A_{\exp}} = 4\pi r^2{}_{\exp}$, ce qui nous conduit à

$$r_{\exp} = \sqrt{\frac{S_T}{4\pi N}} = \sqrt{\frac{75}{4.3,14.4.108}} = 0,12\,mm.$$

3- Calcul de la surface alvéolaire au cours de l'inspiration:

Avec le même raisonnement que le cas précédant, l'expression de volume total des alvéoles V_T s'écrit comme : $V_T = NV_A \Rightarrow V_A = V_T / N = (4/3)\pi r^3{}_{ins}$.

Ce qui implique que $r_{ins} = \sqrt[3]{\dfrac{3V_T}{4\pi N}} = \sqrt[3]{\dfrac{3.4,5.10^{-3}}{4.3,14.4.108}} = 0,14\,mm.$

Finalement la surface alvéolaire à l'inspiration est égale à

$$S_{T_{ins}} = N4\pi r^2{}_{ins} = 4\cdot 3{,}14\cdot 4\cdot 108\cdot\left(14\cdot 10^{-5}\right)^2 = 98{,}17m^2$$

4- Calcul de l'énergie nécessaire pour augmenter la surface alvéolaire :

D'après la définition de l'énergie de cohésion, on peut écrire

$$\omega = E_{S_f} - E_{S_i} = \sigma\left(S_f - S_i\right) = \sigma\left(S_{ins} - S_{\exp}\right).$$

Application numérique : $\omega = 2\cdot 10^{-2}\left(98{,}17 - 75\right) = 0{,}46\,J$:

5- Calcul de l'énergie nécessaire à l'inspiration pour des poumons malade :

Nous procédons de la même manière que la troisième question, on trouve

$$\omega' = \sigma'\left(S_{ins} - S_{\exp}\right) = 5.10^{-2}\left(98{,}17 - 75\right) = 1{,}15\,J.$$