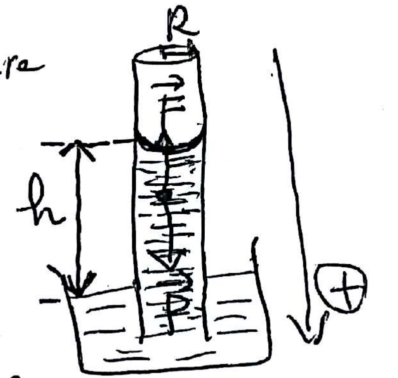
le = 25/01/2017

Corrigé de l'examen de biophysique

Questions de cours (4 points) :

→ Démonstration de la loi de Jurin :

La colonne du liquide dans le tube capillaire est soumise à deux forces : 1 pt



Son poids et la tension de surface.

Nous avons : $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$ (État d'équilibre).

$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$ par projection sur l'axe vertical :

$$P - F = 0 \iff m \cdot g = \sigma \cdot 2\pi r \cos\theta \cdot \; ; \; R \simeq r \text{ (approximation)}$$

$$\iff \rho \cdot \cancel{\pi} r^{\cancel{2}} h g = \sigma \cdot 2 \cancel{\pi} \cdot \cancel{r} \cos\theta$$

$$\iff h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho \cdot g \cdot r}$$

→ Dans les écoulements de liquides visqueux, la diminution de la pression s'explique par les forces de viscosité (de frottement) entre les lames des liquides qui subissent des mouvements relatifs les unes par rapport aux autres. 0,5 pt

→ Propositions fausses :

- "La diffusion libre concerne ——" → fausse car la diffusion libre concerne les molécules et les ions du soluté et non celles du solvant. 0,5 pt

- "L'osmose est le phénomène ——" → fausse car 0,5 l'osmose concerne les molécules du <u>solvant</u> et non celles du soluté.

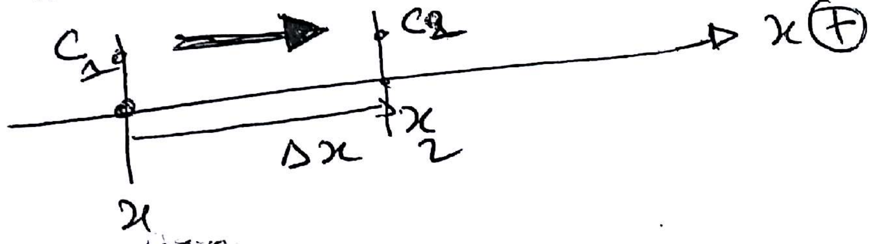
- « La diffusion libre s'arrête --- » → proposition correcte. 0,5 pt

→ Signification du signe (−) dans la 1ère loi de Fick :

Ce signe signifie que le gradient de concentration $\left(\frac{\partial c}{\partial x}\right)$ est négatif. Celà veut dire que la concentration le long de l'axe de diffusion, (C) diminue $\Leftrightarrow \frac{\Delta c}{\Delta x} = \frac{c_2 - c_1}{x_2 - x_1} < 0$

1,5

car $c_2 < c_1$ et $x_2 > x_1$.



Par conséquent, la quantité de matière diffusée est toujours positive.

$$dq = -D \cdot S \frac{\partial c}{\partial x} \cdot dt$$

$$dq = (-) \times (+) \times (+) \times (-) \times (+) > 0$$

signe moins

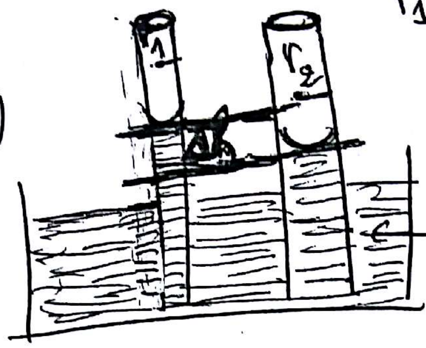
$\left(\frac{\partial c}{\partial x}\right)$

C'est important :

Exercice 01 : (4 points)

Dans ce schéma : $r_1 < r_2 \Longrightarrow h_1 > h_2$

0,5



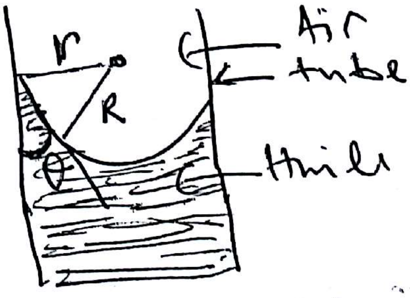
1) le phénomène de l'ascension capillaire :

Au contact du liquide avec le capillaire, les forces d'adhésion (0,25) sont plus importantes que les forces de cohésion entre les molécules du liquide lui-même, cette force se traduit par une ascension dans le capillaire.

0,5

2) la forme de la surface libre :

0,5 Ascension ≡ montée ≡ ménisque concave de rayon R.



0,5

3) • Calcul de la valeur de la tension capillaire

Tube 1 : $\frac{2\sigma}{r_1} = \rho g h_1$

Tube 2 : $\frac{2\sigma}{r_2} = \rho g h_2$

0,5

$\Rightarrow h_1 = \frac{2\sigma}{r_1 \rho g}$, $h_2 = \frac{2\sigma}{r_2 \cdot \rho g}$ $\Rightarrow h_1 - h_2 = \frac{2\sigma}{\rho g}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$ 0,5

$$\Rightarrow \sigma = \frac{(h_1 - h_2)\cdot \rho g}{2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)} = \boxed{\frac{\Delta h \cdot \rho g}{2} \left(\frac{r_1 \times r_2}{r_2 - r_1}\right)}$$

0,25

$$\text{ou : } \boxed{\sigma = \frac{\Delta h \cdot \rho \cdot g}{4} \left(\frac{d_1 \cdot d_2}{d_2 - d_1}\right)}$$

AN

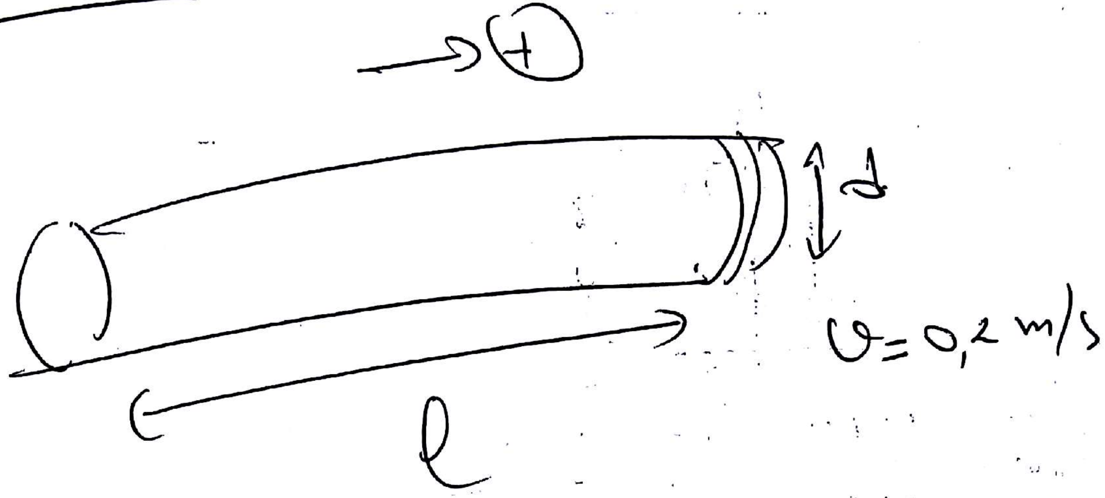
$$= \left.\begin{array}{l} \Delta h = 30 \times 10^{-3}\ m \\ \rho = 800\ kg/m^3 \\ g = 10\ N/kg \\ d_1 = 0{,}15 \times 10^{-3}\ m \\ d_2 = 0{,}2 \cdot 10^{-3}\ m \end{array}\right\} \Rightarrow \sigma = \frac{30 \times 10^{-3} \cdot 800 \times 10}{4} \left(\frac{0{,}15 \cdot 0{,}2}{0{,}2 - 0{,}15}\right)$$

$$= 36 \times 10^{-3}\ N/m$$

0,25

9

Exercice n°2 (6 points)



1) le régime d'écoulement : Calcul de nombre de Reynolds :

0,5 $N_R = \dfrac{\rho . R . v_{max}}{\eta} = \dfrac{\rho R \times 2 v_{moy}}{\eta}$ car : $v_{max} = 2 v_{moy}$

AN : . $\rho = 10^3$ kg/m³
. $R = \frac{0,01}{2} . 10^{-3}$ m
. $v_{moy} = 0,16$ m/s
. $\eta = 10^{-3}$ Pl

$\Rightarrow N_R = \dfrac{10^3 \times \frac{0,01}{\cancel{2}} \times \cancel{0,16 \times 2}}{10^{-3}}$

$= 1600 < 2000 \Rightarrow$ R. laminaire

0,5 0,5

2) le gradiant du pression

$Q_v = \dfrac{\Delta p . \pi . r^4}{8 \eta \ell} \Rightarrow \dfrac{\Delta P}{\ell} = \dfrac{8 \eta . Q_v}{\pi r^4}$

$Q = \pi r^2 . v_{moy}$

$\Rightarrow \dfrac{\Delta P}{\ell} = \dfrac{8 \eta . \pi r^2 v_{moy}}{\pi r^4}$

$\Rightarrow \boxed{\dfrac{\Delta P}{\ell} = \dfrac{8 \eta . v_{moy}}{r^2}}$

0,5 0,5

ou : $\boxed{\dfrac{\Delta P}{\ell} = \dfrac{32 \cdot \eta\, v_{moy}}{d^2}}$

<u>AN</u>

$\left.\begin{array}{l} \cdot\ \eta = 10^{-3}\ Pl \\ \cdot\ v = 0{,}16\ m/s \\ \cdot\ d = 0{,}01\ m \end{array}\right\} \Rightarrow \dfrac{\Delta P}{\ell} = \dfrac{32 \times 10^{-3} \times 0{,}16}{(0{,}01)^2}$

0,5

$\Rightarrow \boxed{\dfrac{\Delta P}{\ell} = 51{,}2\ Pa/m}$

3) <u>la nouvelle vitesse de l'écoulement</u> ($v_{moyenne}$) :

$Q = C^{te} \Rightarrow S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \Rightarrow \pi \left(\dfrac{d_1}{2}\right)^2 v_1 = \pi \left(\dfrac{d_2}{2}\right)^2 v_2$

<u>avec</u> $d_2 = \dfrac{d_1}{2}$ 0,5 $\Rightarrow \cancel{\pi}\dfrac{\cancel{d_1^2}}{4} v_1 = \cancel{\pi}\dfrac{\cancel{d_1^2}}{16} v_2$

0,5

$\Rightarrow \boxed{v_2 = 4 v_1}$

0,5

$\underline{AN}$ $v_1 = 0{,}16\ m/s \Rightarrow v_2 = 4 \times (0{,}16) \Rightarrow \boxed{v_{2\,moy} = 0{,}64\ m/s}$

$\underline{1{,}4}$

4) le $\underline{N^{bre}}$ <u>de Reynolds</u>

$N'_R = \dfrac{\rho \cdot R' v'_{2max}}{\eta} = \dfrac{\rho \cdot \frac{d_2}{2} v_{2max}}{2\eta} \Longrightarrow \boxed{N'_R = \dfrac{\rho \cdot d_2 \cdot v_{2moy}}{\eta}}$ 0,5

$\underline{AN}$ $\left.\begin{array}{l} \cdot\ \rho = 10^{+3}\ kg/m^3 \\ \cdot\ d_2 = \dfrac{d_1}{2} = \dfrac{0{,}01}{2} = 0{,}005\ m \\ \cdot\ v' = 0{,}64\ m/s \\ \cdot\ \eta = 10^{-3}\ Pl \end{array}\right\} \Rightarrow N'_R = \dfrac{10^{+3} \times (0{,}005) \times (0{,}64) \times \cancel{2}}{\cancel{2}(10^{-3})}$

0,5

$\underline{= 3200}$ 0,5 $N_R > 3000$

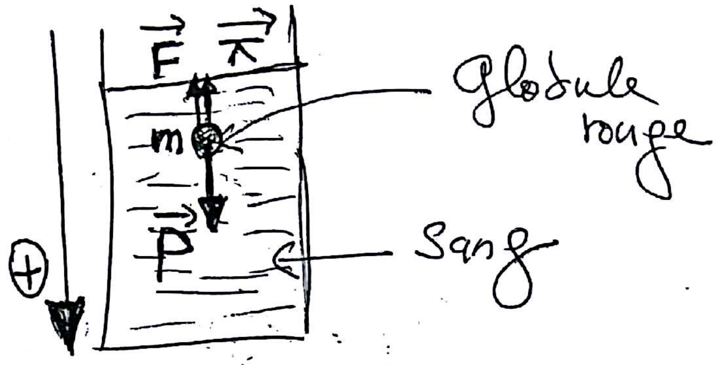
$\Rightarrow$ Écoulement turbulent

5) on entend un écoulement turbulent de l'eau

4

Scanned by CamScanner

Exo3 : (6 points)



0,5

1) la masse d'un globule

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \boxed{m = \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)}$ 0,5

AN : $\rho = 1300\ kg/m^3$, $r = 2\times10^{-6}\ m$ $\Rightarrow m = 1300\left(\frac{4}{3}\times3,14\,(2.10^{-6})^3\right)$

$\boxed{m = 4,35.10^{-14}\ kg}$ 0,5

2) les expressions

. le poids (dirigé vers le bas) : $\|\vec{P}\| = mg = \rho_g V g$ 0,5

. la poussée d'Archimède (dirigée vers le haut) : $\pi = \rho_s V g$ 0,5

. la résistance visqueuse (dirigée vers le haut) =

$F = f\,v = k\eta v = (6\pi r)\eta v$ 0,5

3) la vitesse de sédimentation

$v = \frac{2 r^2(\rho_g - \rho_s)\,g}{9\eta} \Rightarrow v = \frac{2\,(2.10^{-6})^2\,(1300-1060)\,.10}{9\,(1,8.10^{-3})}$

0,5

$\boxed{v = 1,18.10^{-6}\ m/s}$

0,5

4) la durée de la sédimentation

$$v = \frac{l}{t} \Rightarrow t = \frac{l}{v} \Rightarrow t = \frac{8.10^{-2}}{1,18.10^{-6}} \simeq 67797 s$$

0,5

0,5

$\simeq$ $\boxed{18,8 \text{ heures}}$

Pendant 18 heures, le sang sera coagulé, et on ne peut plus le caractériser $\Rightarrow$ on doit utiliser une accélération plus importante que la gravité $\Longrightarrow$ Il faut utiliser la centrifugation

1