

Examen de rattrapage

Durée : 2 heures

Questions de cours : (4 points)

- Une petite goutte d'eau déposée sur une surface plane de plastique a une forme sphérique. Pourquoi ?
- Dans l'ascension capillaire des liquides, la hauteur (h) du liquide est proportionnelle à $(1/r)$ (r : rayon du tube capillaire). Vrai ou faux ? Expliquer.
- Dans la diffusion libre, la diminution du gradient de la concentration conduit à la diminution du flux des ions et des molécules du soluté qui se déplacent vers le milieu le moins concentré. Vrai ou faux ? Justifier.
- La pression osmotique est indépendante des concentrations des solutions en contact à travers la membrane hémiperméable utilisée. Vrai ou faux ? Pourquoi ?

Exercice 1 : (5 points)

Nous voulons déterminer le coefficient de tension superficielle (σ) de l'éthanol de densité $d = 0,8$. Nous utilisons un tube capillaire de longueur 10,0 cm et de rayon intérieur $r = 0,10$ mm plongé verticalement dans ce liquide. Nous constatons que l'éthanol monte par capillarité dans le tube à une hauteur $h = 6,2$ cm.

- Expliquer le phénomène de la capillarité.
- Déduire la valeur de la tension superficielle (σ) en considérant la mouillabilité parfaite de l'éthanol.
- Que se passe-t-il si nous remplaçons l'éthanol par le mercure sachant que le mercure est un mauvais mouillant. La gravitation terrestre $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Exercice 2 : (5,5 points)

Le sang de viscosité dynamique $\eta = 3 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$ et de masse volumique $\rho_s = 1,03 \text{ g/cm}^3$ circule dans un vaisseau horizontal de rayon $r = 1$ mm avec une vitesse moyenne $v_{\text{moy}} = 20 \text{ cm/s}$.

- Dans le cas d'une fièvre accompagnée d'une augmentation de la température du corps d'une personne, la viscosité dynamique du sang diminue - t- elle ?
- Calculer le débit volumique du sang.
- La pression au point (A) du vaisseau est $P_A = 300 \text{ Pa}$, quelle sera la pression au point (B) sachant que $\overline{AB} = 5 \text{ cm}$.
- Quel est le régime d'écoulement du sang dans le vaisseau ?

Exercice 3 : (5,5 points)

Nous mesurons la durée de chute d'une bille en Aluminium de rayon (r) et de masse volumique $\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$ entre deux graduations séparées d'une hauteur (h) d'un viscosimètre de Hoppler contenant un liquide:

- Lorsque le viscosimètre est rempli d'eau de viscosité dynamique $\eta_e = 10^{-3} \text{ Pa.s}$ et de densité $d_e = 1$, la durée mesurée est $t_e = 40,0 \text{ s}$, alors qu'elle devienne $t_s = 58,0 \text{ s}$ dans le cas où le viscosimètre est rempli de plasma sanguin de densité $d_s = 1,02$.
- Déduire la valeur de la viscosité dynamique du plasma sanguin.
- Le sang est constitué d'une suspension de globules rouges supposés de forme sphérique dans le plasma. Quelle est la valeur moyenne du rayon des globules rouges sachant que la vitesse de leur sédimentation sous l'effet de la gravitation est 4,2 mm/heure et leur densité $d_g = 1,1$.

Bonne concentration

Corrigé de l'examen de raltrapage de biophysique

• Questions de Cours: (4 points)

- La forme sphérique de la goutte d'eau déposée sur une surface en plastique s'explique par les forces de tension de surface orientées vers le centre de la goutte. (1) pt

L'énergie de surface minimale correspond à la forme sphérique de la goutte d'eau.

- La hauteur (h) du liquide est proportionnelle à $(\frac{1}{r})$ - car si (r) augmente \Rightarrow (h) diminue et (1) pt

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g \cdot r} = \frac{K}{r} \quad (K = \frac{2\sigma \cos\theta}{\rho g} = \text{constante})$$

- Dans la diffusion libre, la diminution du gradient de la concentration $(\frac{dc}{dx})$ conduit à la diminution du flux de ions et de molécules du soluté qui se déplacent vers le milieu le moins concentré \rightarrow vrai car (1) pt

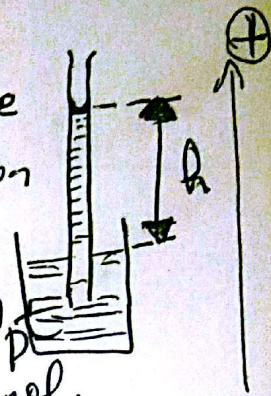
- Cette expression est erronée car la pression osmotique (π) dépend des concentrations de solutions en contact à travers la membrane hémiperméable. La loi de la pression osmotique montre que la concentration est un paramètre déterminant de cette pression $\pi = \beta C_m R T$ (1) pt

β ou paramètre

• (5 points)

- Explication du phénomène de capillarité :

La montée de l'éthanol dans le tube capillaire revient à la supériorité de forces d'adhésion entre les molécules de ce liquide et celle du tube capillaire en comparaison avec celles de cohésion entre les molécules de l'éthanol.



- Calcul de la tension de surface de l'éthanol :

Loi de Jurin $h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot r}$

$\Rightarrow \sigma = \frac{\rho \cdot g \cdot r \cdot h}{2 \cos \theta}$ (1) pt

Mouillabilité parfaite de l'éthanol ($\theta = 0^\circ$ et $\cos \theta = 1$)

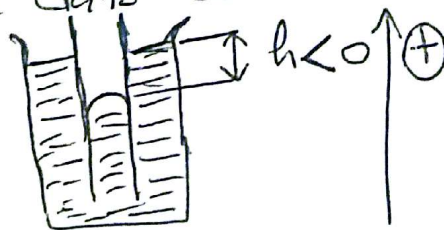
donc : $\sigma = \frac{\rho \cdot g \cdot r \cdot h}{2} = 24,3 \times 10^{-3} \text{ N/m}$ (1) pt

- Si nous remplaçons l'éthanol par le mercure : mauvais mouillant $\Rightarrow \theta \in]\pi/2, \pi]$ rad. (0,5) pt

$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot r} < 0$ (1) pt

Donc : le mercure descend dans le tube capillaire. Sa surface libre dans le tube est

Convexe



2. (5,5 points)

- Dans le cas d'une fièvre accompagnée d'une augmentation de la température du corps d'une personne, la viscosité dynamique du sang diminue - car les forces intermoléculaires (entre les constituants du

sang) deviennent moins fortes.

- Calcul du débit volumique du sang:

$$Q_v = S \cdot v_{\text{moy}} = \pi r^2 v_{\text{moy}} \rightarrow \text{011 pt}$$

$$Q_v = (3,14) (10^{-3})^2 \cdot 20 \times 10^{-2} \approx 6,3 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow \text{011 pt}$$

- Calcul de la pression au point (B):

Loi de Poiseuille: $Q_v = \frac{\Delta p \pi r^4}{8 \eta l} \rightarrow \text{011 pt}$

$$\Rightarrow \Delta p = p_A - p_B = \frac{8 Q_v \eta l}{\pi \cdot r^4} \rightarrow \text{011 pt}$$

$$\Rightarrow p_B = p_A - \frac{8 Q_v \eta l}{\pi \cdot r^4}$$

$$p_B \approx 59,2 \text{ Pa} \rightarrow \text{011 pt}$$

- le régime d'écoulement:

Le nombre de Reynolds Re ou $N_R < 2000 \rightarrow \text{011 pt}$

$$Re = N_R = \frac{\rho r v_{\text{max}}}{\eta} = \frac{2 \rho r v_{\text{moy}}}{\eta} \rightarrow \text{011 pt}$$

$$Re \approx 137 \rightarrow \text{011 pt}$$

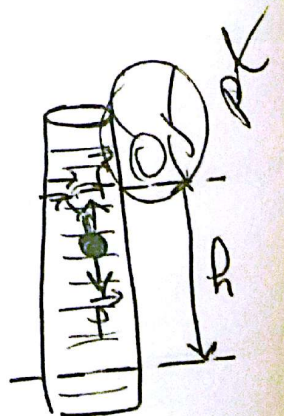
Donc, le régime d'écoulement du sang est laminaire $\rightarrow \text{011 pt}$

3. (5,5 points)

- Déduction de la valeur de la viscosité dynamique (η) du plasma sanguin:

Dans la sédimentation sous l'effet de la gravitation terrestre, la vitesse limite d'un corps de forme sphérique est donnée

par cette relation: $v = \frac{2 r^2 (\rho_s - \rho_{\text{liq}}) g}{9 \eta} \rightarrow \text{011 pt}$



Donc: $N_{lim} = \frac{h}{t} = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_e) \cdot g}{g \eta}$ ~~0,17~~

Dans le cas de la bille d'Aluminium dans l'eau (noté e):

$$N_1 = \frac{h}{t_e} = \frac{2r^2(\rho_{Al} - \rho_e) \cdot g}{g \eta_e} \rightarrow 0,2 \text{ pt}$$

Dans le cas de la bille d'Aluminium dans le plasma Sanguin (notés):

$$N_2 = \frac{h}{t_s} = \frac{2r^2(\rho_{Al} - \rho_s) \cdot g}{g \eta_s} \rightarrow 0,2 \text{ pt}$$

$$\Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{t_s}{t_e} = \frac{(\rho_{Al} - \rho_e) \cdot \eta_s \cdot g \cdot \eta_s}{(\rho_{Al} - \rho_s) \cdot \eta_e} \rightarrow 0,15 \text{ pt}$$

$$\Rightarrow \eta_s = \frac{(\rho_{Al} - \rho_s) \cdot \eta_e \cdot t_s}{(\rho_{Al} - \rho_e) \cdot t_e} \rightarrow 0,15 \text{ pt}$$

A.N: $\eta_s \approx 1,4 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s (P)} \rightarrow 0,17 \text{ pt}$

- Calcul de valeur moyenne du rayon (r) de globules rouges supposés de forme sphérique:

$$N = \frac{2 \cdot r^2 (\rho_g - \rho_s) \cdot g}{g \eta_s} \rightarrow 0,17 \text{ pt}$$

$$\Rightarrow r = \sqrt{\frac{g \eta_s \cdot N}{2 (\rho_g - \rho_s) \cdot g}} = 3 \sqrt{\frac{\eta_s \cdot N}{2 (\rho_g - \rho_s) \cdot g}} \rightarrow 0,17 \text{ pt}$$

A.N: $r \approx 3,1 \times 10^{-6} \text{ m} = 3,1 \mu\text{m} \rightarrow 0,17 \text{ pt}$