

Examen de biophysique, septembre 2004- CORRIGÉ ET BARÊME

BARÊME sur

45 points, dont

I Question de cours :

15 points, dont

1. 5 (4 pour l'explication + 1 pour le dessin)
2. 2 (1+1 pour l'application numérique)
3. 2 (1+1 pour l'application numérique)
4. 2 (1+1 pour l'application numérique)
5. 4 (1+1 pour l'application numérique + 2 pour les conséquences)

II

Problème 1 :

10 points, dont

A :

7 points, dont

1. 1
2. 2 (1+1 pour l'Application Numérique)
3. 1
4. 1
5. 2 (1 pour le calcul + 1 pour la validité de l'approximation)

B :

3 points, dont

1. 1 (0,5 pour chacune des expressions de $D_{\max}$)
2. 2 (0,5 pour la valeur de $D_{\max}$ + 0,5 pour la validité de la simplification + 0,5 x 2 pour la réponse à la question pour chaque aiguille)

Exercice 2.A :

10 points, dont

1. 2 (1+1 pour l'application numérique)
2. 2 (1+1 pour l'application numérique)
3. 2 pour l'explication
4. 1
5. 3 (2 +1 pour l'application numérique)

Exercice 2.B :

10 points, dont

1. 3 (1 pour la conservation de l'énergie + 1 pour la formule littérale de la vitesse + 1 pour l'application numérique)
2. 2 (1+1 pour l'application numérique)
3. 2 (1+1 pour l'application numérique)
4. 3 (2+1 pour l'application numérique)

CORRIGÉ de l'Examen de biophysique, Septembre 2004

Question de cours :

- 1) Voir polycopié de cours pour l'expérience du bouillant de Franklin. Lorsque l'eau bout, la vapeur d'eau qui monte chasse l'air du ballon. Ensuite, le col du ballon étant fermé par un bouchon, l'air ne peut plus pénétrer et, lorsque le ballon est retourné, l'eau est à l'équilibre avec sa vapeur, qui est le seul constituant gazeux présent.
- 2) $L_{\text{eau}} = 2,4 \cdot 10^6 \times 18/1000 = 4,32 \cdot 10^4 \text{ J mole}^{-1}$.
- 3) $P_0 = A \exp [-L_{\text{eau}} \cdot 10^4 / (R \times T)]$ soit $A = P_0 / \exp [-L_{\text{eau}} \cdot 10^4 / (R \times T)] = 10^5 \text{ Pa} / \exp [-4,3 \cdot 10^4 / ((25/3) \times 373)]$, soit $A = 1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$.
- 4) Pour $T = 77^\circ\text{C} = 350 \text{ K}$, $P(350) = A \exp [-L_{\text{eau}} \cdot 10^4 / (R \times 350)] = 4 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.
- 5) Pour $T = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$, $P(300) = A \exp [-L_{\text{eau}} \cdot 10^4 / (R \times 300)] = 3,4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$. La pression chute donc d'un facteur 10 et l'eau bout.

II.

Problème 1 :

A) Aiguille n°1.

1. Masse $m = \rho_a L \pi (D/2)^2$.
2. $F_p = \rho_a L \pi (D/2)^2 g$; A.N. $F_p = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
3. $F_t = 2\sigma L$
4. L'aiguille flotte si $F_t \geq F_p$ et coule si $F_t < F_p$.
5. $F_t = 7 \cdot 10^{-2} \times 2 \times 0,04 = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$; la force de tension superficielle est supérieure à la force de pesanteur ce qui explique que l'aiguille flotte.

B) Aiguilles n°2 et 3.

1. La force de tension superficielle est égale à la force de pesanteur pour le diamètre maximum $D_{\text{max}} = 2 ((F_t)/(\pi \times \rho_a \times g \times L))^{1/2} = ((8 \times \sigma)/(\pi \times \rho_a \times g))^{1/2}$;
2. $D_{\text{max}} = 2 ((2/\pi) \times 10^{-2})^{1/2} = 1,6 \text{ mm}$, valeur cohérente avec l'approximation faite plus haut car $D_{\text{max}} \ll L$; l'aiguille n°2 flotte et la n°3 coule.

Exercice 2.A

1. La perte de charge est égale à $\Delta p_A = P_A - P_B = 8 Q \eta_s L / (\pi \times (D/2)^4) = (8 \times (4/60) \times 10^{-6} \times 4 \cdot 10^{-3} \times 4 \cdot 10^{-2}) / (\pi \times 0,4 \cdot 10^{-3})^4 = 10^3 \text{ Pa}$.
2. Il faut donc que la pression à l'entrée de l'aiguille dépasse la pression atmosphérique et $\Delta p_{\text{min}} = \Delta p_A + \Delta p_v = 1000 + 2000 = 3000 \text{ Pa}$ pour que le sang puisse passer dans la veine.
3. Si la bouteille était placée au voisinage de l'entrée de l'aiguille, la pression à l'entrée de l'aiguille serait voisine de la pression atmosphérique et le sang ne passerait pas dans la veine.
4. $\Delta p_h = \rho_s g h_A$.
5. La hauteur h_m est telle que la pression hydrostatique Δp_h induite par la colonne de sang dans le tuyau reliant la bouteille à l'aiguille est égale à Δp_{min} . Donc, $h_A = \Delta p_{\text{min}} / (\rho_s g) = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$.

Exercice 2.B

1. On écrit que l'énergie cinétique des gouttes d'eau est intégralement transformée en énergie potentielle à la hauteur h : $1/2 m v^2 = mgh_B$ (où m est la masse d'une goutte), soit $v = (2gh_B)^{1/2} = (256)^{1/2} = 16 \text{ m s}^{-1}$.
2. $Q = \pi (d/2)^2 v = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.
3. La perte de charge est donnée par la formule de Poiseuille. $\Delta p_B = 8 Q \eta_e h / (\pi \times (d/2)^4) = 1,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.
4. La pression manométrique est égale à la somme de la pression atmosphérique 10^5 Pa , de la perte de charge $1,5 \cdot 10^4$, et de la pression hydrostatique $\rho_e g h_B = 1000 \times 10 \times 3 = 3 \cdot 10^4 \text{ Pa}$, soit $P_p = 1,45 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.