

EXAMEN FINAL (durée : 1h30min)

Exercice 1 (4 pts)

Si la pression dans l'œsophage est de -2 [mmHg] alors que celle dans l'estomac est de $+20$ [mmHg], à quelle hauteur le liquide gastrique peut-il remonter dans l'œsophage, en supposant qu'il a une masse volumique de 1100 [kg/m³] ? (Ce mouvement ne se produira pas si le muscle fermant l'extrémité inférieure de l'œsophage fonctionne correctement)

Exercice 2 (6 pts)

Un femme qui pèse 60 [kg] a une masse volumique moyenne de 980 [kg/m³].

a) Calculez son volume.

b) Déterminer la force de flottabilité (poussée d'Archimède) qui s'exerce sur elle par l'eau si elle est complètement immergée.

c) Est-ce que cette femme va flotter ou couler dans l'eau si elle expire 2 litres d'air contenue dans ses poumons? Justifier votre réponse.

On donne: $\rho_{\text{eau}} = 998$ [kg/m³].

Exercice 3 (4 pts)

Chez un sujet normal, la vitesse moyenne du sang dans les capillaires est de 1 [mm/s]. Sachant que le débit cardiaque de ce sujet est 5.4 [litre/min], déterminer :

a) la section totale offerte par le réseau capillaire au débit sanguin,

b) le nombre total des capillaires si le rayon moyen d'un capillaire est égale à 0.003 [mm].

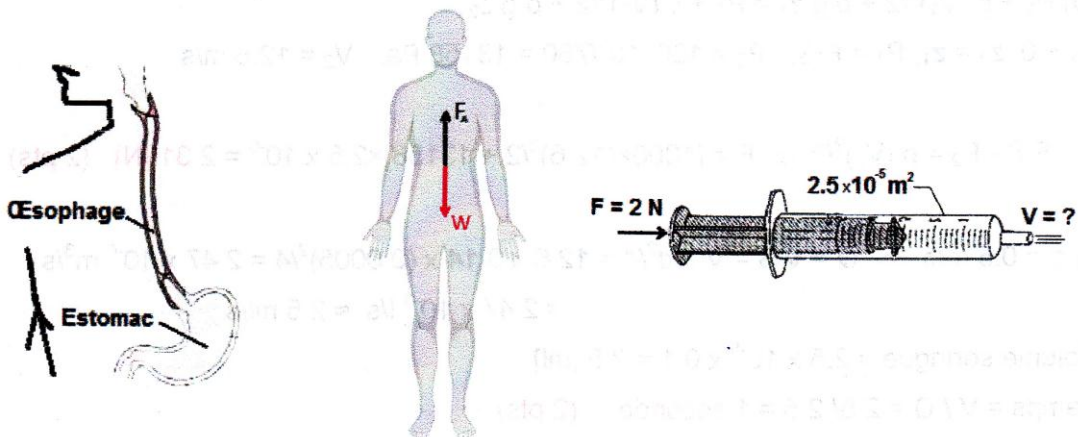
Exercice 4 (6 pts)

Une seringue hypodermique de 10 [cm] de long contient d'un médicament avec la masse volumique de l'eau ($\rho = 1000$ [kg/m³]). Le corps de la seringue a une section transversale de 2.5×10^{-5} [m²]. Une force F égale à 2 [N] est exercée sur le piston, ce qui fait jaillir le médicament de l'aiguille vers l'extérieur.

a) Déterminer la vitesse d'écoulement du médicament à la sortie de l'aiguille en considérant que la seringue est horizontale.

b) Si l'aiguille de la seringue est introduite dans une artère dans laquelle la pression est égale à 100 [mmHg], quelle force doit-on appliquer pour avoir la même vitesse d'écoulement calculée précédemment.

c) En supposant que l'aiguille de la seringue a un diamètre de 0.5 [mm], calculer le temps nécessaire pour injecter tout le médicament.



SOLUTION EXAMEN FINAL

Solution 1

$$\Delta P = (22.0 \text{ mm Hg}) \left(\frac{133 \text{ N/m}^2}{1.0 \text{ mm Hg}} \right) = 2926 \text{ N/m}^2 \quad (4 \text{ pts})$$
$$\Delta P = h\rho g \Rightarrow h = \frac{\Delta P}{\rho g} = \frac{2926 \text{ N/m}^2}{(1.10 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(9.80 \text{ m/s}^2)} = 0.271 \text{ m} = \underline{27.1 \text{ cm}}$$

Solution 2

- (a) $V = m/\rho = 60/980 = 0.0612 \text{ [m}^3\text{]} \quad (2 \text{ pts})$
(b) $F_B = V \rho g = 0.0612 \times 998 \times 9.81 = 599.1 \text{ [N]} \quad (2 \text{ pts})$
(c) $V_{\text{new}} = V - 2 \text{ litres} = 0.0612 - 0.002 = 0.0592$
 $\Rightarrow \rho_{\text{new}} = m/V_{\text{new}} = 60/0.0605 = 1013.5 \text{ kg/m}^3 > 998 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \text{la femme va couler.} \quad (2 \text{ pts})$

Solution 3 :

- (a) $S_T = Q/V = 5.4 \times (10^{-3}/60) / 0.001 = 0.09 \text{ [m}^2\text{]} \quad (2 \text{ pts})$
(b) $S = \pi R^2 = \pi (0.003 \times 10^{-3})^2 = 9.42 \times 10^{-12} \text{ [m}^2\text{]} \Rightarrow n = S_T/S = 0.09/(9.42 \times 10^{-12}) = 9.55 \times 10^9 \quad (2 \text{ pts})$

Solution 4 :

(a) $P_1 + \rho (V_1)^2/2 + \rho g z_1 = P_2 + \rho (V_2)^2/2 + \rho g z_2 \quad V_1 \sim 0, z_1 = z_2, P_1 - P_2 = F/S$

$\Rightarrow F/S = \rho (V_2)^2/2 \Rightarrow V_2 = [2 F/(S \rho)]^{1/2} = 12.6 \text{ [m/s]} \quad (2 \text{ pts})$

(b) $P_1 + \rho (V_1)^2/2 + \rho g z_1 = P_2 + \rho (V_2)^2/2 + \rho g z_2$

$V_1 \sim 0, z_2 = z_1, P_1 = F/S, P_2 = 100 \times 10^5 / 760 = 13158 \text{ Pa}, V_2 = 12.6 \text{ m/s}$

$\Rightarrow F/S - P_2 = \rho (V_2)^2/2 \Rightarrow F = [1000 \times (12.6)^2/2 + 13158] \times 2.5 \times 10^{-5} = 2.31 \text{ [N]} \quad (2 \text{ pts})$

c) $d = 0.5 \text{ mm} \Rightarrow Q = V S = V \pi d^2/4 = 12.6 \times 3.14 \times (0.0005)^2/4 = 2.47 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
 $= 2.47 \times 10^{-3} \text{ l/s} \approx 2.5 \text{ ml/s}$

Volume seringue = $2.5 \times 10^{-5} \times 0.1 = 2.5 \text{ [ml]}$

Temps = $V / Q = 2.5 / 2.5 = 1 \text{ seconde} \quad (2 \text{ pts})$