

SERIE 1 : Mécanique des fluides

PARTIE 1 : Définitions et Application de R F H dans le système cardio-vasculaire

QCM 1 : répondez par vrai ou faux (justifier votre réponse)

DEFINITIONS

1. Les fluides sont capables de se déformer et s'écouler facilement
2. L'état fluide regroupe l'état liquide et l'état solide
3. Le coefficient de compressibilité χ d'un gaz est très supérieur à celui d'un liquide
4. Les fluides parfait n'arrive pas à s'écoulés a cause de des forces de frottements
5. La différence entre le fluide réel et parfait est l'existence d'une résistance à l'écoulement dite viscosité
6. La viscosité (η) est nulle dans les fluides parfait et n'ai pas nulle dans les fluides réels
7. La pression est due d'une force tangentielle
8. Unité de la pression dans SI est Pascal

STATIQUE des FLUIDES

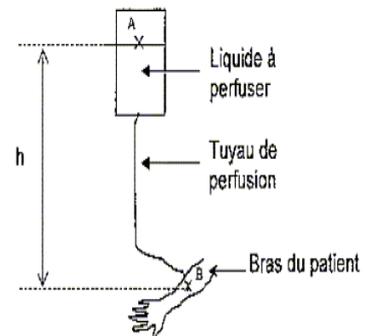
1. La statique des fluides (ou hydrostatique) est l'étude des fluides en mouvement
2. Uniquement au repos le fluide réel se comporte comme un fluide parfait
3. la relation fondamentale d'hydrostatique résume les Lois de Pascal
4. Mesurer la pression artérielle doit être systématisée car elle permet la détection précoce de certaines maladies.
5. La méthode auscultatoire de mesure de la pression artérielle est utile dans médecine humaines et vétérinaires
6. Les appareils de mesure oscillométrique et par effet doppler sont plus usuels en médecine vétérinaire pour mesurer la pression artérielle
7. la force d'Archimède est dirigée vers le bas car elle équilibre le poids
8. la poussée d'Archimède est la force qu'un fluide exerce sur un corps qui y est partiellement ou totalement immergé

Exercice 1 :

Lors d'une perfusion, on introduit dans la veine au point B, un liquide de masse volumique ρ de façon lente dans le système circulatoire du patient.

La pression du sang dans la veine au point B est $P_{\text{sang}} = 1,06 \times 10^5 \text{ Pa}$.

1. Donner la valeur de la pression P_B en mm Hg (millimètre de mercure)
2. Donner l'expression de P_B en fonction de P_{atm} , ρ , g et h .
3. Déterminer la valeur minimale de la pression P_B que doit posséder le liquide à perfuser pour introduire le liquide dans une veine ?
4. Calculer la hauteur minimale h à laquelle doit être placée la poche si le liquide à perfuser possède une masse volumique $\rho = 1100 \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



Données

760 mm de mercure = 101300 Pa.

$P_{\text{atm}} = 1.013 \cdot 10^5$

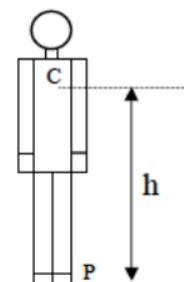
Valeur de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

la relation fondamentale de l'hydrostatique : $P_A - P_B = \rho \cdot g \cdot h$

Exercice 2 :

On considère un sujet, en position debout. La pression artérielle moyenne du sang à la sortie du cœur est de 100 mm Hg. En ne considérant que le seul effet de pesanteur :

1. Calculer la pression artérielle moyenne au niveau de la tête et des pieds ?
2. La pression artérielle est elle la même en tout point du corps en position debout ?
3. Que devient cette pression lorsque le sujet est allongé ? justifier



Données : La distance tête-coeur = 45 cm
 La distance coeur-pieds = 130 cm
 La masse volumique du sang : $1,05 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

PARTIE 2 : Fluide en mouvement et l'hémodynamique

QCM 2 : répondez par vrai ou faux (justifier votre réponse)

Fluide en mouvement

1. La relation de Bernoulli est une équation de conservation de débit
2. On applique la loi de Bernoulli si le liquide est non visqueux, et qu'il n'y a pas de perte d'énergie à l'écoulement
3. L'équation de Bernoulli est applicable du fait de la perte d'énergie.
4. Le nombre de Reynolds quantifie la viscosité d'un liquide
5. loi de Poiseuille exprime le débit en fonction des résistances à l'écoulement et de la variation de pression

Hémodynamique

6. Dans le corps humain le cœur qui joue ce rôle d'une pompe
7. La résistance vasculaire est indépendante de la résistance hydraulique et de l'état du système circulatoire
8. Le débit cardiaque correspond au volume de sang éjecté par le cœur en une minute
9. L'écoulement sanguin dans les vaisseaux est, le plus souvent, laminaire.
10. la technique d'échographie (ondes ultrasonores) par effet Doppler utile pour mesurer la vitesse circulatoire sanguine.

Exercice 1 :

Chez un individu dont le pouls est de 70 pulsations par minute, chaque pulsation cardiaque envoie 75 cm³ de sang dans l'artère dont la section vaut 2,8 cm².

1. Calculer le débit sanguin en L.min⁻¹.
2. Quelle est la vitesse moyenne du sang dans l'artère ?
3. La section totale de l'ensemble des capillaires est de 2 500 cm². Quelle est la vitesse moyenne d'écoulement du sang dans les capillaires ?

La différence de pression entre les deux extrémités d'une portion d'artère est $\Delta P = 50$ Pa.

4. Calculer la résistance hydraulique R de cette portion d'artère.

En régime permanent laminaire, la section d'une artère est un des paramètres ayant une influence sur la valeur de la résistance hydraulique.

5. Citer un autre facteur influençant la valeur de la résistance hydraulique

Exercice 2 :

Soit un réseau parallèle de 10 capillaires de rayon 1 μm et de longueur 1 mm chacun. La pression au sein de chaque capillaire n'est pas constante, on a une variation de 38 mm de Hg entre l'entrée et la sortie.

On considère :

η (viscosité du sang) = $3 \cdot 10^{-3}$ Pa.s , $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa} = 76 \text{ cm de Hg}$ et $\pi = 3$

1. Calculer la résistance hydraulique du sang
2. Montrer la perte de charge dans chaque capillaire (réseau parallèle de capillaires)
3. Déterminer le débit de chaque capillaire
4. Calculer la résistance vasculaire totale du réseau
5. Si les capillaires étaient placés en série on aurait une résistance vasculaire 10 fois plus importante (que dans le cas parallèle)

Exercice 3 :

Déterminer le régime d'écoulement dans les deux cas suivants:

- o Tube de verre, diamètre 2 cm, vitesse 2 m. s⁻¹.
- o Tuyauterie de fonte, diamètre 60 cm, vitesse 3 m. s⁻¹

Ces deux conduites véhiculent de l'eau dont la viscosité cinématique $\nu = 0,01 \text{ g/cm. s}$.

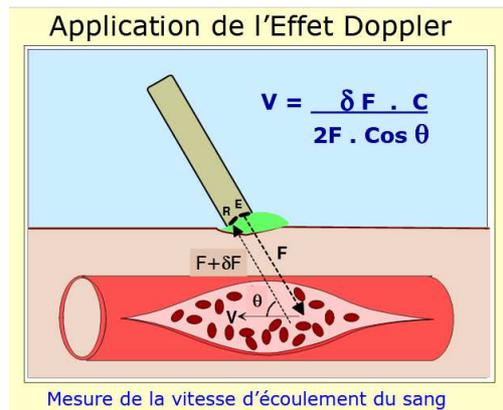
Une installation domestique d'eau potable présente un débit de 20 L/min. Calculer le diamètre minimal de la conduite d'eau pour que l'écoulement soit laminaire.

Exercice 4 : volontaire

La vitesse du flux sanguin est déterminée par réflexion d'ultrasons sur les globules rouges. L'ultrasonore émet une onde de fréquence 10M Hz et de célérité moyenne des ultrasons dans le corps humain 1 540 m/s. L'onde réfléchie est ensuite détectée par le dont la fréquence a diminué de 6000Hz (c'est le décalage Δf entre l'onde émise et l'onde réfléchie).

Calculez la vitesse du sang dans ce vaisseau. Pour un angle de 45° entre l'axe du vaisseau et l'axe du faisceau ultrason

Donnée : $\Delta f = 2(f \cdot v \cdot \cos\theta) / C$, Réponse : $v = 6.5 \text{ m / s}$



Application de l'équation de Bernoulli :

De l'eau s'écoule par la conduite représentée sur la figure ci-contre à raison de $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$. Si la pression au point 1 est de 30 N/cm^2 .

1. Trouver la vitesse au point 1.
2. Trouver la vitesse et la pression au point 2

Solution

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$\Phi = V_1 \cdot S_1 \rightarrow V_2 = V_1 \cdot S_1 / S_2 = V_1 \cdot r_1^2 / r_2^2 = 5.66 \text{ m/s}$$

On utilise l'équation de Bernoulli où $h_1 = 0, h_2 = 1.8$

$$P_1 + \rho g h_1 + \rho / 2 V_1^2 = P_2 + \rho g h_2 + \rho / 2 V_2^2$$

$$P_2 = P_1 + \rho / 2 (V_1^2 - V_2^2) - \rho g h_2$$

$$P_2 = 26.73 \text{ N/cm}^2$$

