



Biophysique de la Circulation

Mécanique des Fluides

Exercices d'application

Anthime FLAUS

Marc Janier

Service de Médecine Nucléaire

Hôpital GHE - cardiologie

Faculté Lyon-Est



1



1

1

1- À 5 m de profondeur dans un lac, la pression hydrostatique due à l'eau est environ ?

- A. 5 000 Pa
- B. 50 000 Pa
- C. 100 000 Pa
- D. 150 000 Pa

2

2

1

2- Quelle est la différence de pression entre le cœur et le cerveau d'une girafe si le cerveau se trouve à 2 m au-dessus du cœur ? On suppose que la vitesse du sang est la même aux deux endroits.

- A. 10 400 Pa
- B. 20 800 Pa
- C. 32 600 Pa
- D. 41 900 Pa

3

3

3 - Un tube en U de section $s = 2 \text{ cm}^2$ contient du mercure. Dans l'une des deux branches on verse 20 mL d'eau pure. On veut ramener le mercure au même niveau dans les deux branches du tube en U et pour cela on verse de l'alcool (densité = 0,8) dans l'une ou l'autre branche. Dans quelle branche doit-on verser l'alcool et quel volume est nécessaire pour égualiser les niveaux de mercure?

- A - dans la même branche que l'eau et pour un volume de 16 mL
- B - dans la même branche que l'eau et pour un volume de 25 mL
- C - dans la branche opposée à l'eau et pour un volume de 16 mL
- D - dans la branche opposée à l'eau et pour un volume de 25 mL
- E - il est nécessaire de connaître la densité du mercure pour répondre

4

4

2

4 - Dans une éprouvette cylindrique, se trouve à volume égal de l'eau de densité 1, et au-dessus, de l'huile de densité 0,8. On considère les deux liquides non miscibles. La surface libre se trouve à la hauteur, $h = 30 \text{ cm}$, du fond de l'éprouvette. Quelle est la pression totale exercée sur le fond de l'éprouvette ? Si besoin $\text{Patm} = 105 \text{ Pa}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- A. 2 700 Pa
- B. 27 000 Pa
- C. 100 000 Pa
- D. 102 700 Pa

5

5 - Un tube en U de section $2,5 \text{ cm}^2$ contient du mercure de densité 13,6. On pose l'hypothèse que les liquides utilisés sont non miscibles. Dans l'une des branches, on verse un volume V d'un mélange de densité 0,8. Dans l'autre branche on verse de l'eau pure de densité 1 jusqu'à ce que les deux surfaces du mercure reviennent dans le même plan horizontal. Le volume d'eau versé est alors de 50 mL. Quel est alors le volume du mélange ?

- A. 32.5
- B. 42.5
- C. 52.5
- D. 62.5

6

6 - Le cœur d'un patient bat 72 fois par minute. A chaque battement un volume de 70 ml est éjecté dans l'aorte de section 4 cm^2 . Plus loin dans le réseau sanguin, le sang pénètre dans un réseau d'artéries dont la section totale est de 20 cm^2 . En supposant que le système ne présente pas de fuite :

- A – la vitesse du sang dans l'aorte est de 15 cm.s^{-1}
- B – la vitesse du sang dans l'aorte est de 21 cm.s^{-1}
- C – la vitesse du sang dans les artéries est de $2,1 \text{ cm.s}^{-1}$
- D – la vitesse du sang dans les artéries est de $4,2 \text{ cm.s}^{-1}$
- E – le calcul est impossible, la section totale des artéries ne peut pas être supérieure à celle de l'aorte

7

7

7 - Un vaisseau sanguin de rayon R se ramifie en différents vaisseaux de rayon $r < R$. Sachant que la vitesse moyenne dans un vaisseau étroit vaut la moitié de celle dans l'artère large, quel doit être le nombre de vaisseaux sanguins de rayon r ?

A. $n = 2\left(\frac{r}{R}\right)^2$

B. $n = \frac{1}{2}\left(\frac{R}{r}\right)^2$

C. $n = \frac{1}{4}\left(\frac{r}{R}\right)^2$

D. $n = 2\left(\frac{R}{r}\right)^2$

E. $n = \frac{1}{4}\left(\frac{R}{r}\right)^2$

8

8

8 - La sténose aortique est une pathologie cardiaque consistant en un rétrécissement du diamètre de la valve aortique. Par écho-Doppler (examen échographique non invasif), la vitesse d'écoulement du sang en amont de la valve aortique est mesurée à 1 m.s^{-1} pour un diamètre de 20mm. Au niveau de la valve pathologique, la vitesse mesurée est 4 m.s^{-1} . On suppose que l'écoulement est horizontal et sans frottement. ($d_{\text{sang}} = 1$)

- A – la différence de pression entre le ventricule gauche et la valve aortique est de 56 mm Hg
- B – la différence de pression entre le ventricule gauche et la valve aortique est de 95 mm Hg
- C – le diamètre de la valve aortique sténosée est de 10 mm
- D – le diamètre de la valve aortique sténosée est de 15 mm
- E – il manque une ou des données pour réaliser le calcul

9

9 - De l'eau de densité 1 coule à la vitesse de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$ dans un tuyau d'arrosage de 2,0 cm de diamètre. Elle en sort par un bec, dont l'ouverture dirigée verticalement, a un diamètre de 0,5 cm. A quelle hauteur le jet peut-il monter si l'on néglige les forces de frottements ? On prendra $p = 3$ et $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

- A. 6 m
- B. 8 m
- C. 11 m
- D. 13 m
- E. 16 m

10

10 - Soit un réseau capillaire constitué de 10^9 capillaires identiques disposés en parallèle, de $10 \mu\text{m}$ de rayon et de longueur unitaire 2mm . Le sang considéré comme newtonien, de viscosité $5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$, traverse l'ensemble du réseau capillaire avec un débit constant de $0,4\text{L.min}^{-1}$. L'écoulement est considéré comme laminaire.

Quelle(s) est (sont la (les) proposition(s) juste(s) ?
(on prendra $\rho = 3$)

- A - la résistance à l'écoulement dans un capillaire est de $2,7 \cdot 10^{15} \text{ Pa.s.m}^{-3}$
- B - la résistance globale à l'écoulement dans le réseau capillaire est de $2,7 \cdot 10^6 \text{ Pa.s.m}^{-3}$
- C - la perte de charge dans le réseau capillaire est de 18 Pa
- D - la perte de charge dans le réseau capillaire est de 25 Pa
- E - la loi d'Ohm s'applique quel que soit le régime d'écoulement tant que le liquide est newtonien

11

11

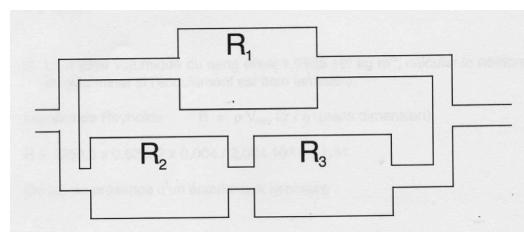
11 - La résistance circulatoire d'un segment vasculaire (on ne tiendra pas compte d'une circulation éventuellement pulsée du sang) :

- A – dépend de l'hématocrite sanguin
- B – augmente lorsque le débit sanguin qui traverse le vaisseau augmente
- C – augmente lorsque la pression du sang dans le vaisseau augmente
- D – diminue lorsque la surface de section du vaisseau augmente
- E – est variable avec la longueur du segment vasculaire considéré

12

12

12 - Calculer la résistance hydraulique équivalente aux trois résistances R₁, R₂, R₃ du schéma ci-dessous



13

13

13 - Le débit moyen d'un cœur humain moyennement sollicité est de 6 L.min⁻¹. Le diamètre de l'aorte à la sortie du cœur est de 2,5 cm. On admet que tout le sang venant de l'artère s'écoule avec une vitesse moyenne de 1 mm.s⁻¹ par un réseau de capillaires (diamètre 6 mm) en parallèle. ($\text{viscosité}_{\text{sang}} = 2 \cdot 10^{-3}$ Poiseuille, $p = 3$). Quelle est la section totale des capillaires ? Quel est le nombre total de capillaires opérationnels ?

14

14

14 - En 1 heure, on souhaite perfuser 600 mL de soluté à un patient. Le flacon de soluté est relié à l'aiguille dans la veine par une tubulure. La résistance mécanique à l'écoulement d'un fluide est négligée pour la tubulure, et on suppose que l'écoulement est en permanence laminaire à tous les niveaux de la tubulure et de l'aiguille. La pression veineuse étant de 4 mm Hg, quelles valeurs sont justes ? (Soluté : densité 1 et viscosité 10^{-3} Pa.s ; Aiguille : longueur 4 cm et diamètre 0,4 mm ; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\rho = 3$)

- A - La résistance mécanique à l'écoulement de l'aiguille est de $6,6 \cdot 10^{10} \text{ Pa.s.m}^{-3}$
- B - La perte de charge due à l'aiguille est de 11220 Pa
- C - La hauteur à laquelle doit être installé le flacon est d'environ 1,2 m
- D - Peu importe la longueur de l'aiguille, c'est le diamètre de la lumière de l'aiguille qui modifie sa résistance mécanique à l'écoulement
- E - Peu importe la hauteur, du moment que l'on génère une pression supérieure à la pression veineuse

15

15

15 - Une huile de densité 0,8 est contenue dans un large récipient dont le niveau est supposé constant à 50 cm du fond. Pour déterminer la viscosité de l'huile, on la fait s'écouler par le fond du récipient, à travers un tube cylindrique horizontal de diamètre intérieur 6 mm et de longueur 15 cm. On suppose l'écoulement laminaire. En une minute, il s'écoule 60 mL d'huile. Quelle est la viscosité (η) de cette huile ? On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ et $\pi = 3$

16

16

16 - Du sang, de viscosité $2 \cdot 10^{-3}$ Pa.s et de densité 1, s'écoule dans une artère horizontale de 4 mm de diamètre. Jusqu'à quelle valeur du débit sanguin l'écoulement restera sûrement laminaire ? ($\rho=3$ et $g=10$ m.s $^{-2}$)

17

17