

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 1 - Hiver 2012

Nom **SOLUTIONS**

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny

Horaire Jeudi, 2 février 2012, de 8h30 à 9h30

Lieu Pavillon McMahon, local 366

Instructions

- Ce cahier contient **5 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen contient **10 points** et vaut **10%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **7 questions** de difficulté variable. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Expliquez de façon claire et précise, et encadrez votre réponse finale.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété avec d'autres formules. Vous perdrez 2/10 si (1) vous y avez inclus des solutions, (2) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou (3) vous avez ajouté des formules au verso.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages de ce cahier pour vos calculs. Je **ne le corrigerai pas, sauf** si vous m'indiquez de le faire.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables et graphiques permises). Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas à le demander !

Question 1. Principe d'Archimède [1.0 point]

Certains m'ont suggéré d'utiliser des « flotteurs » (*floaties*, figure de droite) pour nager... Expliquez brièvement le principe des flotteurs (en particulier, décrivez ce qui change lorsqu'on les porte).

Solution

Les flotteurs augmentent V du système nageur-flotteur, mais ne changent pas beaucoup m : donc *la densité de l'objet diminue*. La relation $\frac{V_{sub}}{V} = \frac{\rho_{objet}}{\rho_{fluide}}$ implique donc qu'un petit volume est submergé.



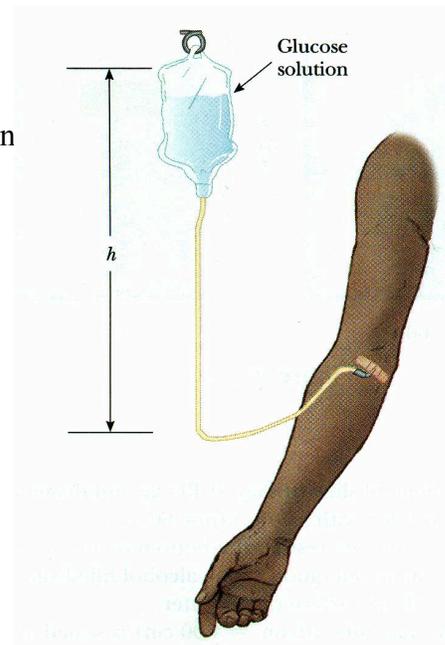
Question 2. Pression et hauteur [1.0 point]

Si la pression effective de la solution à l'entrée dans l'artère (c.-à-d. point inférieur) est $P_g = 1.33 \times 10^4$ Pa, quelle est la hauteur h ? (La pression de l'air à la surface de la solution vaut P_{at} . La densité de la solution de glucose est 1020 kg/m^3 . Négligez sa viscosité.)

Solution

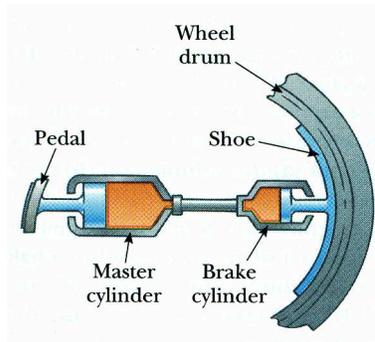
$$P_2 - P_1 = P_g = \rho g h \text{ donne}$$

$$h = \frac{P_g}{\rho g} = \frac{1.33 \times 10^4}{(1020)9.81} = 1.33 \text{ m}$$



Question 3. Principe de Pascal [1.5 point]

Dans le système de freinage hydraulique ci-dessous, le piston de gauche (*master cylinder*) a une surface dont l'aire vaut 6.40 cm^2 et le piston de droite (*brake cylinder*) a une surface de 1.75 cm^2 . Le coefficient de friction cinétique entre le patin de freinage (*brake shoe*) et le tambour (*wheel drum*) est égal à 0.500 . Si une force de 44 N est appliquée à la pédale du frein, quelle est la force de friction exercée par le patin sur le tambour ? (Indice : $f = \mu_k N$)



Solution

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \text{ donne}$$

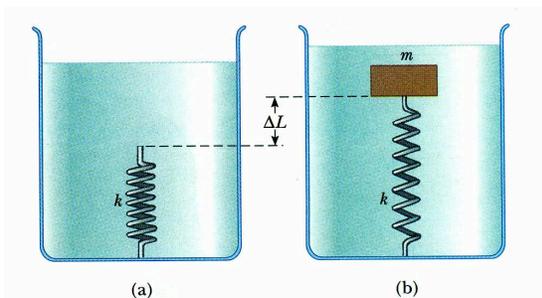
$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 = \frac{1.75}{6.40} (44) = 12.03 \text{ qui est la force}$$

normale par le patin sur le tambour. Par conséquent, la force de friction est $\mu_k N = (0.500)(12.04) = 6.02$

N

Question 4. Poussée d'Archimède [2.0 points]

Un ressort vertical léger de constante $k = 160 \text{ N/m}$ est attaché au fond d'un récipient d'eau (densité 1000 kg/m^3) comme à la figure (a). Ensuite, on attache le ressort à un bloc de bois (masse 5.00 kg , densité 650 kg/m^3). Quelle sera l'élongation (ΔL , figure (b)) du ressort, une fois le système à l'équilibre ?



Solution

Forces : $\rho_{eau} V g = k \Delta L + mg$ où V est donné par $V = \frac{m}{\rho_{bois}}$ que l'on remplace dans la première équation, pour obtenir

$$\rho_{eau} \frac{m}{\rho_{bois}} g = k \Delta L + mg \text{ et}$$

$$\Delta L = \frac{mg}{k} \left(\frac{\rho_{eau}}{\rho_{bois}} - 1 \right) = \frac{(5)(9.81)}{160} \left(\frac{1000}{650} - 1 \right) = 16.5 \text{ cm}$$

Question 5. Fluides en mouvement [0.5 point]

Un vaisseau sanguin est obstrué (c.-à-d. son diamètre soit réduit) sur un court segment. Comparez la pression sanguine dans la région obstruée à la pression dans une région non obstruée. Ne tenez pas compte de la viscosité.

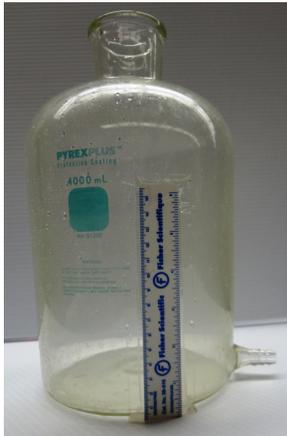
Solution

L'équation de continuité implique que si le diamètre est réduit, la vitesse augmente. Et l'équation de Bernoulli indique que si la vitesse augmente, la pression diminue. Donc, **la pression est plus basse dans la région obstruée.**

Question 6. Fluides en mouvement [2.5 points]

Le récipient illustré ci-dessous contient un orifice de rayon égal à 3.00 mm près de sa base. On remplit le récipient d'eau (densité 1000 kg/m^3) jusqu'à une hauteur de 18.0 cm au-dessus du niveau de l'orifice inférieur. Le rayon de la surface supérieure d'eau est 8.50 cm. En tout temps, la pression à la surface supérieure d'eau et au niveau de l'orifice est égale à **1.01 kPa***, car l'eau y est en contact avec l'air. Calculez la vitesse :

- A. du niveau supérieur d'eau, et
- B. à la sortie du petit orifice inférieur.



Solution

Prenons 1 au point supérieur et 2 à l'orifice inférieur

$$\text{Équation de continuité : } \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \left(\frac{8.5}{0.3}\right)^2$$

On donne $P_1 = P_2$ et $y_1 - y_2 = 0.18 \text{ m}$

$$\text{Bernoulli : } P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \text{ devient}$$

$$\cancel{P_1} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g(y_1 - y_2) = \cancel{P_2} + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

En utilisant $v_2 = \left(\frac{8.5}{0.3}\right)^2 v_1$ on obtient $g(y_1 - y_2) = \frac{v_1^2}{2} \left[\left(\frac{8.5}{0.3}\right)^4 - 1 \right]$, d'où

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g(y_1 - y_2)}{\left(\frac{8.5}{0.3}\right)^4 - 1}} = 2.34 \times 10^{-3} \text{ m/s} = \mathbf{2.34 \text{ mm/s}} \text{ et } v_2 = \left(\frac{8.5}{0.3}\right)^2 v_1 = \mathbf{1.88 \text{ m/s}}$$

*** Remarque :** la valeur correcte de 101 kPa a été annoncée en classe...

Question 7. Viscosité [1.5 point]

Un tuyau horizontal transporte de l'huile de coefficient de viscosité $2.30 \times 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Le diamètre du tuyau est de 10.2 cm et sa longueur est de 46.0 m.

- A. Quelle différence de pression (entre les extrémités du tuyau) est requise si la vitesse du fluide est 0.800 m/s ?
- B. Que vaut alors le débit volumique (en m^3/s) du fluide ?

Solution

$$\text{A. } P_1 - P_2 = 8\pi\eta \frac{vL}{A} = \frac{8\pi(0.00023)(0.8)(46)}{\pi\left(\frac{0.102}{2}\right)^2} = 26 \text{ Pa}$$

$$\text{B. } \frac{\Delta V}{\Delta t} = Av = \pi r^2 v = 6.54 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Bonne chance !
Marc de Montigny