

**PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation**  
**Examen partiel 1 - Hiver 2011**

**Nom** **SOLUTIONS**

**Numéro d'étudiant.e** \_\_\_\_\_

**Professeur** Marc de Montigny

**Horaire** Jeudi, 3 février 2011, de 8h30 à 9h30

**Lieu** Pavillon McMahon, local 366

**Instructions**

- Ce cahier contient 6 pages. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen vaut 15% de la note finale du cours.
- L'examen contient **8 questions courtes** (4 points) et **3 problèmes** (11 points). 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 3/15 si (1) vous y avez inclus des solutions à des problèmes, (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 pour vos calculs.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables et graphiques permises). Les assistants numériques (en anglais, PDAs) sont interdits.
- Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

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

**Question 1. Pression effective [0.5 point]**

Après avoir dégonflé un ballon complètement, quelle est la pression  $P$  à l'intérieur du ballon ? Et sa pression effective (*gauge pressure*)  $P_g$  ?

$P = 101 \text{ kPa}$   $P_g = 0 \text{ Pa}$

**Question 2. Pression dans un fluide [0.5 point]**

Comment expliquez-vous l'arrangement des colliers d'acier qui renforcent le silo illustré à droite ?

Réponse : En descendant, la pression augmente, donc la force par unité de surface augmente.



**Question 3. Pression dans un fluide [0.5 point]**

En sachant que la pression d'une bulle d'air dans un verre de champagne (image ci-dessous) est inversement proportionnelle à son volume, qu'arrive-t-il au volume d'une bulle au fur et à mesure qu'elle monte dans le champagne ?



Réponse :

En montant, la pression diminue et le volume augmente.

**Question 4. Pression dans un fluide [0.5 point]**

Deux verres,  $A$  et  $B$ , reposent sur une table. Ils sont remplis d'eau à la même hauteur, mais le diamètre du verre  $A$  est 1.5 fois plus grand que le diamètre du verre  $B$ . Quel verre exerce la plus grande force sur la table ? Expliquez très brièvement.

Réponse : Le verre  $A$  exerce une plus grande force. (Les pressions sont égales, mais pas les forces  $F = PA$ .)

**Question 5. Poussée d'Archimède [0.5 point]**

Deux sphères, une en bois léger et l'autre en acier plus dense, ont des volumes égaux. On les immerge complètement dans un grand bassin d'eau. Quelle sphère subira la plus grande poussée d'Archimède ? Expliquez très brièvement.

**Réponse :** Les deux sont égales car les sphères ont des volumes égaux et  $F_B = \rho_{\text{fluide}} Vg$ .

**Question 6. Équation de continuité [0.5 point]**

De l'eau s'écoule à vitesse  $v$  dans un tuyau horizontal de diamètre égal à 1 cm. Ce tuyau est branché à un second tuyau, plus large, dont le diamètre est égal à 3 cm. Comparé au tuyau étroit, la vitesse dans le tuyau large est égal à  $v$  multiplié par  $\frac{1}{9}$ .

**Solution :**  $v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \left( \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} \right) v_1 = \left( \frac{1}{3} \right)^2 v_1$

**Question 7. Équation de Bernoulli [0.5 point]**

De l'eau s'écoule dans un tuyau horizontal de diamètre constant, sauf pour un petit segment du tuyau, sur lequel le tuyau est légèrement gonflé (c.-à-d. le diamètre est un peu plus grand). Qu'arrive-t-il à la pression dans cette région où le tuyau est gonflé, comparé au reste du tuyau ?

**Réponse :**  $A$  augmente, donc  $v$  diminue, donc la pression est plus grande.

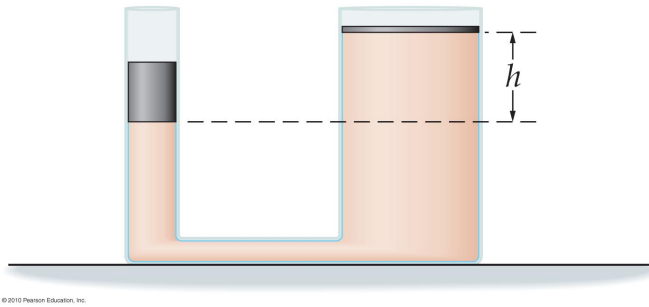
**Question 8. Viscosité [0.5 point]**

Pour changer l'huile dans une auto, il faut retirer un bouchon qui se trouve sous le moteur, afin de laisser l'huile s'écouler. Lorsque l'auto est froide, il est recommandé de faire rouler le moteur pendant quelques minutes avant de changer l'huile. Expliquez brièvement, en termes de la viscosité de l'huile.

**Réponse :** En chauffant, l'huile est moins visqueuse, c.-à-d.  $\eta$  diminue. Comme le débit  $\frac{\Delta V}{\Delta t}$  est inversement proportionnel à  $\eta$ , alors le débit volumique est plus grand.

**Problème 1. Principe de Pascal [3.5 points]**

Dans le système hydraulique ci-dessous, le piston de gauche a un diamètre de 4.4 cm et une masse de 1.8 kg. Le piston de droite a un diamètre de 12 cm et une masse de 3.2 kg. Si l'appareil est rempli d'huile de densité  $750 \text{ kg/m}^3$ , quelle est la différence de hauteur  $h$  entre la base des deux pistons, à l'équilibre ?



**Solutions**

Comparons les pressions au niveau de la ligne hachurée au bas du piston de gauche. En ce point, nous avons  $P_{gauche} = P_{droite}$ , avec

$$P_{gauche} = P_{atm} + \frac{m_G g}{A_G} = P_{atm} + \frac{4m_G g}{\pi d_G^2} \quad (\text{car } A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}), \text{ et}$$

$$P_{droite} = P_{atm} + \frac{4m_D g}{\pi d_D^2} + \rho_{huile} g h. \text{ En isolant } h, \text{ on trouve}$$

$$h = \frac{4}{\pi \rho} \left( \frac{m_G}{d_G^2} - \frac{m_D}{d_D^2} \right) = \frac{4}{\pi (750)} \left( \frac{1.8}{0.044^2} - \frac{3.2}{0.12^2} \right) = 1.2 \text{ m}$$

**Problème 2. Principe d'Archimède [4.0 points]**

Un canard de volume égal à 650 ml flotte dans l'eau (densité 1000 kg/m<sup>3</sup>) du bain. Si 15% du volume du canard est initialement sous l'eau, quelle force additionnelle faut-il appliquer pour que le canard soit totalement plongé dans l'eau ? (Rappel : 1 m<sup>3</sup> = 1000 litres)



**Solution**

$$\text{Unités : } 650 \text{ ml} = 650 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ l}}{1000 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 6.50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\text{Initialement, } \rho_{\text{eau}} V_{\text{sub}} g = \rho_{\text{canard}} V g, \text{ qui donne } \frac{\rho_{\text{canard}}}{\rho_{\text{eau}}} = \frac{V_{\text{sub}}}{V} = 0.15, \text{ d'où } \rho_{\text{canard}} = 0.15 \rho_{\text{eau}}$$

Quand on pousse le canard vers le bas, une fois immergé, les forces sont  $\rho_{\text{eau}} V g = \rho_{\text{canard}} V g + F$ , et en isolant  $F$ , on trouve  $F = (\rho_{\text{eau}} - \rho_{\text{canard}}) V g = (1 - 0.15) \rho_{\text{eau}} V g$ .

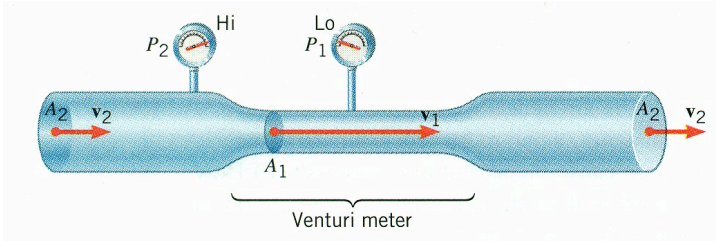
La force additionnelle cherchée est donc

$$F = (0.85)(1000)(6.50 \times 10^{-4})(9.81) = 5.4 \text{ N}$$

**Problème 3. Fluide en mouvement [4.5 points]**

Un débitmètre de Venturi, montré ci-dessous, permet de calculer la vitesse d'un fluide dans un tube. Dans le schéma ci-dessous, un gaz se déplace à vitesse  $v_2$  dans un tube horizontal d'aire transversale  $A_2 = 0.0700 \text{ m}^2$ . La densité du gaz est de  $\rho = 1.30 \text{ kg/m}^3$ . La technique consiste à utiliser une constriction, où l'aire transversale est réduite à  $A_1 = 0.0500 \text{ m}^2$ , et à lire la différence de pression  $P_2 - P_1$ . On mesure  $P_2 - P_1 = 120 \text{ Pa}$ .

- A. Trouvez l'expression de la vitesse  $v_2$  en termes de  $P_2 - P_1$ , du rapport  $\frac{A_2}{A_1}$ , et de la densité  $\rho$  du gaz. **[3.0 points]**
- B. Avec les valeurs données dans la question, calculez la valeur numérique de la vitesse  $v_2$  dans le tube. **[0.5 point]**
- C. Calculez la valeur numérique du débit  $\frac{\Delta V}{\Delta t}$  dans le tube. **[1.0 point]**



**Solution**

A.  $v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2$  (éq. continuité) et  $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$  (tuyau horizontal:  $y_1 = y_2$ )

En substituant la 1ère éq. dans la 2nde éq., on trouve  $P_1 + \frac{1}{2} \rho \left( \frac{A_2}{A_1} v_2 \right)^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$ , et en

isolant  $v_2$ , on trouve

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho \left[ \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 - 1 \right]}}$$

B.  $v_2 = \sqrt{\frac{2(120)}{1.30 \left[ \left( \frac{0.07}{0.05} \right)^2 - 1 \right]}} = 14 \text{ m/s}$

C.  $\frac{\Delta V}{\Delta t} = A_2 v_2 = (0.07)(14) = 0.98 \text{ m}^3/\text{s}$