

PHYSQ 126 LEC B1
Examen partiel 1
Hiver 2007

Nom _____

Numéro d'identité _____

Instructeur Marc de Montigny

Date Jeudi, 1^{er} février 2007
8h30 à 9h30

Lieu Pavillon McMahon, local 366

Instructions

- Ce cahier contient 8 pages.
- Matériel permis: crayons ou stylos, calculatrices (programmables, graphiques, etc.), aide-mémoire. Les *Personal Digital Assistants* (PDA) sont interdits.
- Fermez vos téléphones cellulaires.
- Cet examen est à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété à l'avance. Vous perdrez 2/10 si : (1) vous avez inclus des solutions complètes ; (2) vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen, ou (3) si vous avez écrit des équations au verso de la feuille.
- Vous pouvez obtenir **60 points au maximum sur les 71 points disponibles**. Cette note sur 60 sera ramenée à 10% de la note finale du cours.
- L'examen contient deux parties : les choix multiples et les problèmes.
 - **8 questions à choix multiples**. Elles n'ont pas toutes la même valeur, et cumulent un **total de 21 points**. Il n'y a pas de points partiels pour cette partie. Encerchez la meilleure réponse.
 - **4 problèmes**. Ils valent un **total de 50 points**. Vous pourrez obtenir des points partiels pour cette partie. Soyez clairs et précis.
- Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs. Je ne les corrigerai pas sauf si vous m'indiquez de le faire.

Choix multiples (Total : 21 points). Encerclez la meilleure réponse.

CM-1. (2 points) Qu'arriverait-t-il si on pouvait tenter de boire à l'aide d'une paille à la surface de la Lune, qui n'a pas d'atmosphère ? (La question porte sur la paille, et non sur la personne ou le système créant le vide dans la paille.)

A. La même chose qu'à la surface de la Terre : on pourrait boire avec une paille de longueur maximale égale à environ 10.3 m.

B. On pourrait boire avec une paille plus longue que sur la Terre, car le poids du liquide sur la Lune est plus faible.

C. On ne pourrait pas boire du tout, car il n'y a pas d'atmosphère pour faire monter le liquide.

D. On pourrait boire, mais la longueur maximale de la paille serait plus petite que 10.3 m, car le poids du liquide sur la Lune est plus faible.

CM-2. (2 points) De la fumée s'élève d'une cheminée. Qu'observera-t-on si, à l'extérieur, un vent souffle ?

A. La fumée s'élèvera plus rapidement de la cheminée car le vent cause une hausse de pression à l'extérieur de la cheminée.

B. La fumée s'élèvera plus rapidement de la cheminée car le vent cause une baisse de pression à l'extérieur de la cheminée.

C. La fumée s'élèvera moins rapidement de la cheminée car le vent cause une baisse de pression à l'extérieur de la cheminée.

D. Le vent ne causera aucun changement.

CM-3. (2 points) Lors d'une réception, vous tenez une flûte à champagne et observez des bulles de gaz qui montent du bas du verre jusqu'à la surface supérieure. Sachant que la loi des gaz parfaits stipule que le volume V est inversement proportionnel à la pression P , vous devriez observer que :

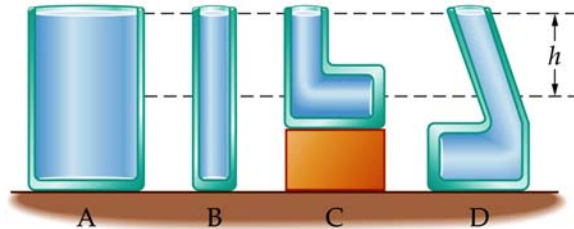
A. les bulles deviennent plus grosses au fur et à mesure qu'elles montent dans le liquide car la pression environnante diminue ;

B. les bulles deviennent plus petites au fur et à mesure qu'elles montent dans le liquide car la pression environnante augmente ;

C. les bulles gardent leur taille car la pression est constante ;

D. les bulles ne montent pas dans le liquide car leur poids est égal à la poussée d'Archimède exercée sur celles-ci.

CM-4. (2 points) Quatre contenants de formes différentes contiennent de l'eau (figure ci-dessous). Classez-les en ordre croissant de leur pression à une profondeur h , en indiquant si certaines sont égales, selon le cas.



- A. $P_A < P_B < P_C < P_D$
- B. $P_C < P_A = P_B < P_D$
- C. $P_B = P_D < P_C < P_A$
- D. $P_A = P_B = P_C = P_D$

CM-5. (3 points) Une étudiante est assise dans un radeau flottant à la surface d'une piscine. Il y a des livres dans son radeau, et elle les jette tous à l'eau. Qu'arrive-t-il au niveau de flottaison du radeau et au niveau de l'eau dans la piscine après qu'elle ait jeté les livres ?

- A. Le radeau flotte plus haut car son poids est réduit ; le niveau d'eau dans la piscine augmente car les livres causent un déplacement d'eau équivalent à leur poids.
- B. Le radeau flotte plus haut car son poids est réduit ; le niveau d'eau dans la piscine ne change pas, car les livres déplacent la même quantité d'eau, qu'ils soient dans le bateau ou dans l'eau.
- C. Le radeau flotte au même niveau ; le niveau d'eau dans la piscine augmente car les livres causent un déplacement d'eau équivalent à leur poids.
- D. Rien ne change parce que rien ne sort de la piscine.

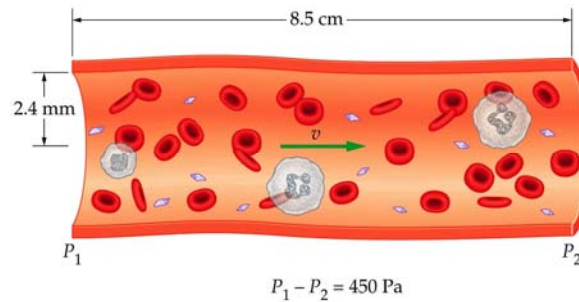
CM-6. (2 points) Évaluez approximativement le poids de l'air qui se trouve dans le local où vous faites présentement votre examen.

- A. 1 N
- B. 10^3 N
- C. 1.013×10^5 N
- D. 10^6 N

CM-7. (4 points) Une artériole typique a un diamètre de 0.030 mm et transporte du sang au taux de $5.50 \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s}$. Si le flot sanguin d'une artériole se divise ensuite en 340 capillaires qui ont chacun un diamètre de $4.0 \times 10^{-6} \text{ m}$, quelle est la vitesse du sang dans chacun de ces capillaires ?

- A. 0.00129 cm/s
- B. 0.0322 cm/s
- C. 0.129 cm/s**
- D. 3.22 cm/s

CM-8. (4 points) Quel volume de sang, en m^3 , passe pendant 5 secondes à travers l'artère pulmonaire illustrée ci-dessous ? Prenez $\eta_{\text{sang}} = 2.70 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.



- A. $2.55 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
- B. $1.28 \times 10^{-4} \text{ m}^3$**
- C. $1.28 \times 10^{-2} \text{ m}^3$
- D. 22.2 m^3

(Les problèmes débutent à la page suivante)

Problèmes (Total : 50 points). Expliquez clairement votre raisonnement et vos calculs.

P-1. (12 points) Poussée d'Archimède.

Une géode est un rocher creux, c.-à-d. une coquille solide d'épaisseur finie dont l'intérieur est rempli d'air. Négligez la densité de l'air. Supposez que le poids d'une géode dans l'air soit le double de son poids apparent lorsqu'elle est complètement immergée dans l'eau. Prenez la densité de l'eau égale à 1000 kg/m^3 . Sachant que la densité de la partie solide de la géode est 2500 kg/m^3 , quel pourcentage du volume de la géode est vide ?

Solution :

Soit le poids apparent N

La loi d'Archimède nous donne

$$N = mg - \rho_{\text{eau}} Vg \text{ et}$$

D'autre part $N = \frac{1}{2}mg$. En combinant les deux équations, on trouve $m = 2\rho_{\text{eau}}V$. Par définition de la densité : $m = \rho V_{\text{solide}}$, on a

$$\rho V_{\text{solide}} = 2\rho_{\text{eau}}V, \text{ d'où}$$

$$\frac{V_{\text{solide}}}{V} = 2 \frac{\rho_{\text{eau}}}{\rho} = \frac{2000}{2500} = 80 \%$$

Donc,

$$\frac{V_{\text{air}}}{V} = 100 - 80 = 20 \%$$

(suite à la page suivante)

P-2. (8 points) Équation de continuité.

L'aorte a un diamètre interne approximativement égal à 2.1 cm, alors que le diamètre d'un capillaire vaut environ 10^{-5} m. La vitesse moyenne du flot sanguin dans l'aorte est environ 1 m/s, et elle est environ 1 cm/s dans un capillaire. En supposant que tout le sang qui circule par l'aorte est distribué uniformément dans tous les capillaires, combien de capillaires le système sanguin contient-il ?

Solution :

$A_a v_a = n A_c v_c$ où n est le nombre de capillaires et $A = \pi r^2$

$$n = \frac{A_a n_a}{A_c n_c} = \left(\frac{r_a}{r_c} \right)^2 \frac{v_a}{v_c} = \left(\frac{2.1 \times 10^{-2}}{10^{-5}} \right)^2 \left(\frac{1}{0.01} \right) = 4.41 \times 10^8 \text{ capillaires}$$

(suite à la page suivante)

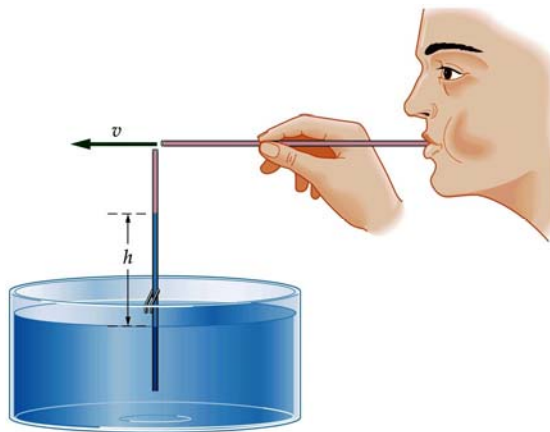
P-3. (18 points) Fluides en mouvement.

Une méthode pour tester la capacité respiratoire d'un adulte consiste à lui faire expirer 1.5 litres d'air de sa bouche pendant une seconde. (Unités : 1000 litres = 1 m³)

A. Si une personne souffle à ce taux au travers une paille de diamètre égal à 6 mm, quelle est la vitesse de l'air dans la paille ? **[5 points]**

B. Si l'air sortant de cette paille est dirigé horizontalement vers la partie supérieure d'une paille verticale, tel qu'illustré ci-dessous, de combien la pression dans la partie supérieure de la paille verticale (remplie d'air) diminue-t-elle ? La densité de l'air vaut 1.29 kg/m³. **[6 points]**

C. Due à la chute de pression calculée en B, jusqu'à quelle hauteur h l'eau s'élève-t-elle dans la paille verticale ? **[7 points]**



Solution :

A. $Q = Av = \pi r^2 v$ qui donne

$$v = \frac{Q}{\pi r^2} = \frac{1.5 \text{ litres}}{1 \text{ s}} \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litres}} \frac{1}{\pi (3 \times 10^{-3} \text{ m})^2} = 53.1 \text{ m/s}$$

B. Notation : h = juste en haut de la paille verticale, b = juste en bas de la paille horizontale

$$P_h + \frac{1}{2} \rho v_h^2 + \rho g y_h = P_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2 + \rho g y_b \quad \text{où } y_h = y_b, \text{ ce qui donne}$$

$$P_b - P_h = \frac{1}{2} \rho v_h^2 = 1815 \text{ Pa} \quad \text{Notez que } P_h = P_{\text{atm}}$$

C. La pression à la surface de l'eau, c.-à-d. en *bas* de la colonne de hauteur h , est $P_{\text{atm}} = P_h$ de la partie B. La pression en haut de la colonne d'eau est le P_b de la partie B.

$$\text{Pour la colonne d'eau on a } P_b = P_h + \rho g h, \text{ et donc } h = \frac{P_b - P_h}{\rho g} = 18.5 \text{ cm}$$

(suite à la page suivante)

P-4. (12 points) Fluide visqueux.

De l'eau circule dans un tuyau horizontal de diamètre 2.5 cm, à un débit de $5.00 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Le coefficient de viscosité de l'eau est de $1.0055 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$.

- A. Quelle est la vitesse de l'eau dans ce tuyau ? **[5 points]**
B. Afin d'assurer un tel débit, de combien la pression doit-elle diminuer le long de 15 m de tuyau ? **[7 points]**

Solution :

$$A. v = \frac{Q}{A} = \frac{5 \times 10^{-4}}{\pi (1.25 \times 10^{-2})^2} = 1.02 \text{ m/s}$$

$$B. \eta = 1.0055 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

La loi de Poiseuille, $Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8\eta L}$, donne

$$\Delta P = \frac{8\eta L Q}{\pi r^4} = 787 \text{ Pa}$$