

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny
Date Jeudi 12 février 2015, de 8h30 à 9h30
Lieu local 366

Instructions

- Ce cahier contient **5 pages**. Écrivez-y vos réponses. Vous pouvez utiliser le verso des pages pour vos calculs. *Je ne le corrigera pas* sauf si vous m'indiquez de le faire.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours. Il y a en plus une question bonus, qui vaut au maximum 1.5 point, de façon à ne pas dépasser 15 points.
- L'examen contient **5 questions** et **1 question bonus**. Vous pouvez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée.
- 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 vous y avez inclus des solutions ou si vous ne retournez pas l'aide-mémoire avec l'examen.
- Matériel permis: aide-mémoire, crayons ou stylos, calculatrices (programmables ou graphiques). Tout autre appareil électronique ou moyen de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

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

Question 1. Pression [2.5 points]

Un ballon de masse 2.40 kg est gonflé avec une pression effective de 9.90 psi.



- A. Quelle est la pression absolue dans ce ballon, en kPa?
- B. Quelle est l'aire de la surface de contact entre ce ballon et le sol, en cm^2 ?

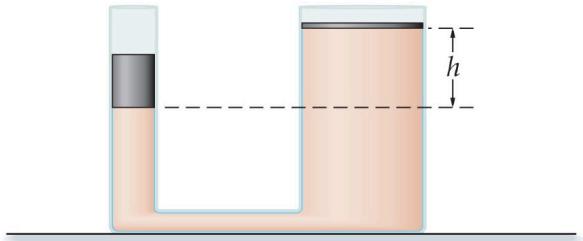
Solutions

$$\text{A. } P = 9.9 \frac{101 \text{ kPa}}{14.7 \text{ psi}} + 101 \text{ kPa} = 169 \text{ kPa}$$

$$\text{B. } A = \frac{F}{P} = \frac{mg}{P_g} = \frac{(2.40)(9.81)}{(9.9)\left(\frac{101000}{14.7}\right)} = 3.46\text{E-}4 \text{ m}^2 = 3.46 \text{ cm}^2.$$

Question 2. Pression et profondeur [3.5 points]

Les pistons ci-contre contiennent de l'huile de densité 825 kg/m³. Le piston de gauche a un rayon de 2.10 cm et une masse de 1.74 kg, et celui de droite, un rayon de 13.8 cm. Si, à l'équilibre, $h = 115$ cm, quelle est la masse du piston de droite?



Solution

En isolant m_D dans

$$\frac{m_G g}{A_G} = \frac{m_D g}{A_D} + \rho g h, \text{ on trouve } m_D = \left(\frac{m_G}{A_G} - \rho h \right) A_D = \left(\frac{m_G}{\pi r_G^2} - \rho h \right) \pi r_D^2 = 18.4 \text{ kg}$$

Question 3. Poussée d'Archimède [3.5 points]

Considérez une petite balle de rayon 3.47 cm et de densité 340 kg/m³ qui flotte dans un contenant d'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$) placé dans un ascenseur. Calculez le volume submergé dans l'eau, en cm³ (avec 1 cm³ = 10⁻⁶ m³), si

- A. l'ascenseur est au repos, et dans le cas où
- B. l'ascenseur accélère vers le haut à 4.50 m/s².

Solution

Avec **a** vers le haut, la deuxième loi de Newton pour l'objet donne :

$$\sum F = F_b - mg = ma, \rho_f V_{\text{sub}}g - \rho Vg = \rho Va, V_{\text{sub}} = V \frac{\rho}{\rho_f} \left(1 + \frac{a}{g}\right) = \frac{4\pi r^3}{3} \frac{\rho}{\rho_f} \left(1 + \frac{a}{g}\right).$$

A. Si $a = 0$, $V_{\text{sub}} = \frac{4\pi(0.0347)^3}{3} \frac{340}{1000} (1+0) = 5.95 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 59.5 \text{ cm}^3$

B. Si $a = 4.50$, $V_{\text{sub}} = \frac{4\pi(0.0347)^3}{3} \frac{340}{1000} \left(1 + \frac{4.5}{9.81}\right) = 8.68 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 86.8 \text{ cm}^3$

Question 4. Équation de Bernoulli [3.5 points]

De l'eau (densité 1000 kg/m^3) entre dans une maison (point 1, ci-contre) par un tuyau de rayon 2.4 cm , à une pression $4.8 \times 10^5 \text{ Pa}$. Ce tuyau est branché à un tuyau de rayon 1.2 cm qui mène à la salle de bain du deuxième étage, à 4.6 m plus haut (point 2). La vitesse de l'eau au tuyau d'entrée (point 1) est 1.1 m/s . Pour le point 2, au niveau de la salle de bain, calculez

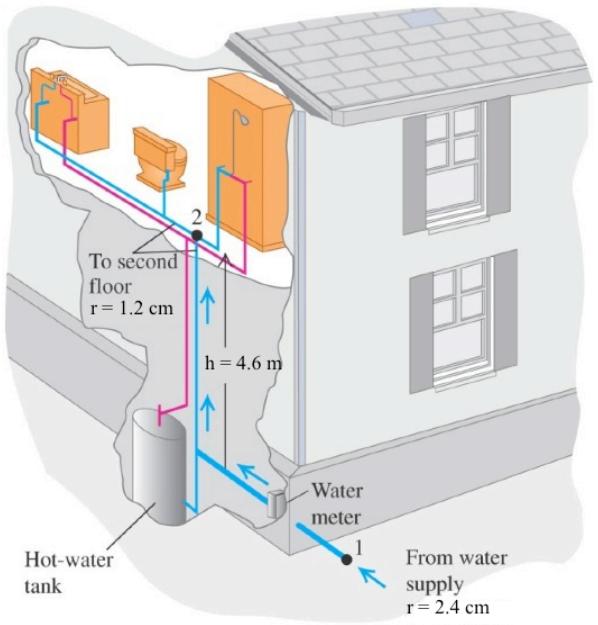
- A. la vitesse de l'eau v_2 en m/s ,
- B. la pression P_2 en Pa , et
- C. le débit volumique en m^3/s .

Solutions

$$\text{A. } v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{r_1^2}{r_2^2} v_1 = \frac{(2.4)^2}{(1.2)^2} (1.1) = 4.4 \text{ m/s}$$

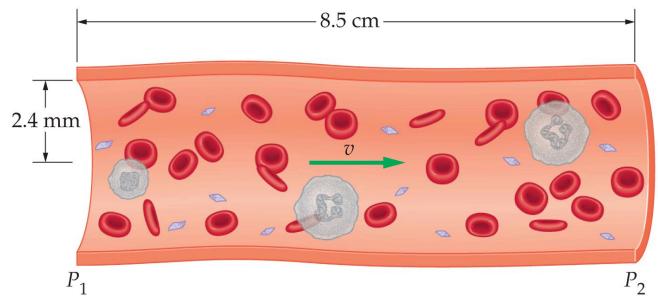
$$\text{B. } P_2 = 4.8 \times 10^5 - \frac{1}{2}(1000)(4.4^2 - 1.1^2) - (1000)g(4.6) = 4.3 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{C. } \frac{\Delta V}{\Delta t} = A_1 v_1 = \pi (0.024)^2 (1.1) = 2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$



Question 5. Viscosité et loi de Poiseuille [2.0 points]

La figure illustre une section d'une artère de longueur 8.5 cm, de rayon interne 2.4 mm et dont la différence de pression aux extrémités vaut 450 Pa. La viscosité du sang vaut $\eta = 0.0027 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$. Quel est le débit volumique, en m^3/s ?



Solution

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta P \pi r^4}{8 \eta L} = \frac{450 \pi (0.0024)^4}{8(0.0027)(0.085)} = 2.6 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3$$

Question bonus. [Maximum 1.5 point]

Expliquez brièvement le principe physique de la démonstration faite en classe pendant l'examen. Spécifiquement, pourquoi la balle ne tombe pas à l'extérieur du jet d'air ?

Solution

L'équation de Bernoulli indique que la P est plus petite là où v est plus grande. Donc, P est plus grande à l'extérieur du jet d'air, ce qui maintient la balle dans le jet, car les forces pointent vers le jet.