

Nom

SOLUTIONS

Numéro _____

Professeur Marc de Montigny
Date jeudi 9 février 2023, de 8h30 à 9h30
Lieu local 366

INSTRUCTIONS

- Ce cahier contient **5 pages**, incluant celle-ci. Écrivez-y directement vos réponses. Vous pouvez utiliser le verso pour vos calculs; je ne le corrigerai pas, sauf si vous m'indiquez de le faire.
- L'examen contient **7 questions**. Vous pouvez obtenir une partie des points pour les solutions des questions 1 à 3, même si des réponses finales sont erronées. Il n'y a pas de fraction de points pour les questions 4 à 7.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- Examen à livre fermé. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire (une feuille recto-verso) que vous aurez complété. Vous perdrez 4/15 si vous y avez inclus des solutions ou si vous ne retournez pas votre aide-mémoire avec l'examen.
- Matériel permis: aide-mémoire, crayon ou stylo, calculatrice (programmable ou graphique permise aussi). 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 demander de clarifier!

Question 1. Pression effective [1.5 point]

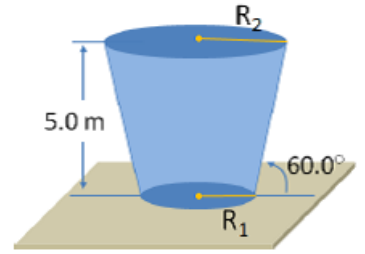
Après avoir complètement dégonflé un ballon, quelle est approximativement

- (a) la pression absolue P à l'intérieur du ballon, et
- (b) sa pression effective P_g ? Utilisez les unités de votre choix.

Réponses: (a) 101 kPa, (b) 0 kPa

Question 2. Pression et profondeur [4.5 points]

Un contenant rempli d'eau, illustré à droite, a la forme d'un cône inversé (d'angle 60° avec l'horizontale) dont la pointe a été tranchée, et a une profondeur de 5.0 m. La pression atmosphérique au-dessus du contenant vaut 101 kPa. La surface supérieure circulaire, de rayon R_2 , et la surface inférieure circulaire, de rayon R_1 , du contenant sont toutes deux parallèles au sol. Si la grandeur de la force sur la surface supérieure d'eau est égale à la force sur la surface inférieure, que valent



- (a) le rayon R_2 , et
- (b) le rayon R_1 ? Prenez $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$.

Solutions

La force sur la partie supérieure vaut $F_2 = P_2 A_2 = P_{at} \times \pi R_2^2$ et pour la partie inférieure, $F_1 = P_1 A_1 = (P_{at} + \rho g h) \pi R_1^2$, de sorte que $F_1 = F_2$ donne

$$R_2^2 = \frac{P_{at} + \rho g h}{P_{at}} R_1^2 = 1.485 R_1^2.$$

Considérons un triangle droit formé d'une droite verticale d'un point de la circonférence du cercle inférieur, de hauteur h et de base $R_2 - R_1$, de sorte que $\tan(60^\circ) = \frac{h}{R_2 - R_1}$. Ceci donne $R_2 - R_1 = \frac{5}{\tan(60)}$ et donc $R_1 = R_2 - 2.887$, qui, avec $R_2^2 = 1.485 R_1^2$ donne

$$0.485 R_2^2 - 8.57 R_2 + 12.38 = 0 \rightarrow R_2 = 1.59, 16.1.$$

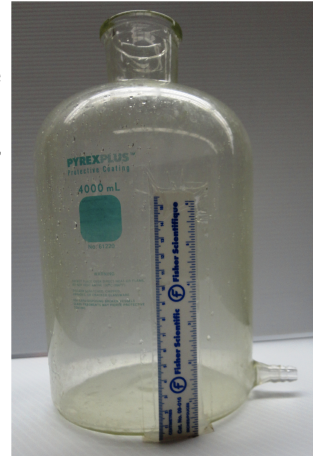
Comme 1.59 donnerait $R_2 - R_1 < 0$, on garde donc $R_2 = 16.1 \text{ m}$.

On calcule aussi $R_1 = R_2 - 2.887 = 13.2 \text{ m}$.

Question 3. Fluide en mouvement [3.5 points]

Dans le laboratoire, on utilise un récipient comme celui ci-contre, qui a un orifice de rayon $r = 2.40$ mm près de sa base. Ce contenant contient de l'eau, de densité égale à 1000 kg/m^3 , jusqu'à une hauteur de 21.0 cm au-dessus de l'orifice inférieur. Le rayon de la surface supérieure d'eau vaut 8.80 cm. En tout temps, la pression à la surface supérieure d'eau et à l'orifice est égale à 101 kPa. Calculez la vitesse :

- (a) du niveau supérieur d'eau, et
- (b) de l'eau à la sortie du petit orifice inférieur.



Solutions

Soit 1 au point supérieur et 2 à l'orifice de sortie. De l'équation de continuité:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = \left(\frac{8.8}{0.24}\right)^2$$

La question indique que $y_1 - y_2 = 0.21$ m et $P_1 = P_2 = P_{\text{at}}$. L'équation de Bernoulli devient donc

$$P_{\text{at}} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_{\text{at}} + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \rightarrow \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g(y_1 - y_2) = \frac{1}{2}\rho v_2^2 = \frac{1}{2}\rho \left(\frac{8.8}{0.24}\right)^4 v_1^2$$

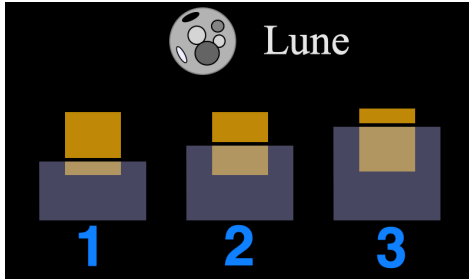
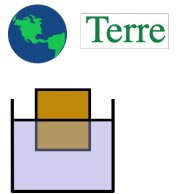
d'où

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g(y_1 - y_2)}{\left(\frac{8.8}{0.24}\right)^4 - 1}} = 1.51 \times 10^{-3} \text{ m/s} = \boxed{1.51 \text{ mm/s}} \text{ et } v_2 = \left(\frac{8.8}{0.24}\right)^2 v_1 = \boxed{2.03 \text{ m/s}}$$

suite en p. 4...

Question 4. Poussée d'Archimède [1.5 point, pas de fraction de point]

Un bloc de bois flotte dans un contenant d'eau tel que montré à droite. Sur la Lune, montrée ci-dessous, comment le même bloc flotterait-il dans ce contenant d'eau? (Encerclez la meilleure réponse.)



4. aucune de ces réponses

Réponse: 2 car le bloc déplace un poids d'eau égal au poids du bloc. Sur la Lune, le bloc a un poids plus petit mais l'eau a aussi un poids plus petit.

Question 5. Viscosité [2.0 points, pas de fraction de point]

Un tuyau A est de longueur 2 m et de diamètre 20 cm, et un tuyau B a une longueur de 1 m et un diamètre de 10 cm.

(a) Quel tuyau nécessiterait une plus grande différence de pression pour maintenir la même vitesse avec le même fluide? (Encerclez la meilleure réponse.)

1. Tuyau A 2. Tuyau B 3. Elles sont égales 4. Manque d'information pour répondre.

(b) Pour que la même différence de pression maintienne la même vitesse, combien de fois la viscosité η_A du fluide dans le tuyau A devrait-elle être plus grande que la viscosité η_B du fluide dans le tuyau B? (Encerclez la meilleure réponse.)

1. $\eta_A = \frac{1}{4}\eta_B$ 2. $\eta_A = \frac{1}{2}\eta_B$ 3. $\eta_A = 2\eta_B$ 4. $\eta_A = 4\eta_B$ 5. $\eta_A = 8\eta_B$.

Réponses

(a) 2 car, de $\Delta P = 8\pi\eta\frac{vL}{r^4}$ avec $\frac{L_A}{r_A^4} = \frac{2}{0.2^4} = 50$ et $\frac{L_B}{r_B^4} = \frac{1}{0.1^4} = 100$, on a $\Delta P_B = 2\Delta P_A$.

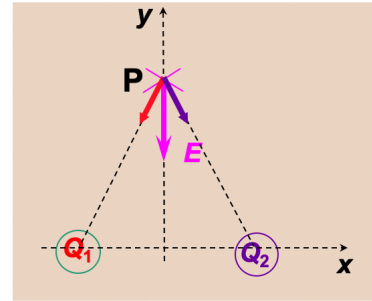
(b) 3 car, de $\eta = \frac{A\Delta P}{8\pi vL}$ avec $\frac{r_A^4}{L_A} = \frac{0.1^4}{2} = 5 \times 10^{-3}$ et $\frac{r_B^4}{L_B} = \frac{0.05^4}{1} = 2.5 \times 10^{-3}$, on a $\eta_A = 2\eta_B$.

suite en p. 5...

Question 6. Champ électrique [1.0 point, pas de fraction de point]

Deux particules chargées sont fixées le long de l'axe x . Elles produisent un champ électrique \mathbf{E} dirigé vers $-y$ au point P. Laquelle des affirmations suivantes est vraie? (Encerlez la meilleure réponse.)

1. Les charges sont égales et positives.
2. Les charges sont égales et négatives.
3. Les charges sont égales et opposées.
4. Les charges sont égales, mais de signes indéterminés.
5. Les charges ne peuvent être égales.



Réponse: 2

Question 7. Champ électrique [1.0 point, pas de fraction de point]

Un proton est placé dans un champ électrique d'intensité 800 N/C . Quelles sont la grandeur et la direction de l'accélération du proton due à ce champ ? ($e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m_{\text{proton}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$).

1. $7.66 \times 10^9 \text{ m/s}^2$ opposés au champ électrique.
2. $7.66 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$ opposés au champ électrique.
3. $7.66 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$ dans la direction du champ électrique.
4. $76.6 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$ opposés au champ électrique.
5. $76.6 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$ dans la direction du champ électrique.

Réponse: 3 en calculant $a = \frac{eE}{m}$

Bonne chance!