

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 1 - Hiver 2014

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny
Horaire jeudi, 13 février 2013, de 8h30 à 9h50
Lieu local 366

Instructions

- Ce cahier contient **6 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **7 questions**. 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.
- 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). Tout appareil électronique ou système de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

Si une question n'est pas claire, n'hésitez pas à me le demander !

Question 1. Pression et hauteur [1.5 point]

On pompe de l'eau, de densité 1000 kg/m^3 , jusqu'au dernier étage de l'*Empire State Building*, à une hauteur d'environ 370 m au-dessus du sol. Quelle doit être la *pression effective* au niveau du sol pour avoir $P = P_{\text{at}} = 101 \text{ kPa}$ au dernier étage ?



Solution

$$\Delta P = \rho gh = (1000)(9.81)(370) = 3630 \text{ kPa}$$

Question 2. Principe d'Archimède [2.0 points]

Considérez un ballon à air chaud et sa charge. Le ballon vide et la charge ont une masse totale de 1890 kg. Le ballon rempli d'air chaud a un volume de 11430 m^3 . Si la densité de l'air autour du ballon est 1.29 kg/m^3 et que le ballon flotte à une hauteur constante de 6.25 m, quelle est la densité de l'air chaud dans le ballon ?



Solution

Notation : A = air environnant, AC = air chaud, M = masse du ballon vide plus charge.

Hauteur constante implique que la force totale est nulle. On a donc

$$F_b = Mg + m_{AC}g$$

$$\rho_A Vg = Mg + \rho_{AC} Vg$$

En isolant ρ_{AC} , on trouve $\rho_{AC} = \rho_A - \frac{M}{V} = 1.29 - \frac{1890}{11430} = 1.12 \text{ kg/m}^3$

Question 3. Équation de Bernoulli [3.0 points]

Le *Concorde* était un avion supersonique utilisé par les compagnies *British Airways* et *Air France* entre 1976 et 2003. Quand sa vitesse était de 596 m/s, utilisez l'équation de Bernoulli pour déterminer



- A. la différence de pression entre les deux côtés d'une fenêtre, sachant que la densité de l'air à cette altitude vaut 0.45 kg/m^3 ,
- B. la force nette sur une fenêtre de 36 cm par 24 cm, et
- C. si la force nette est exercée vers l'intérieur ou vers l'extérieur de l'avion.

Solution

- A. L'équation de Bernoulli, $P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g y_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g y_2$, donne

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho v_2^2 = \frac{1}{2} (0.45) (596)^2 = 79.9 \text{ kPa}$$

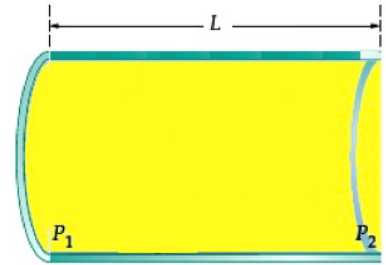
- B. $F = PA = (79.9 \text{E}3)(0.36)(0.24) = 6900 \text{ N}$

- C. Vitesse plus petite à l'intérieur, donc pression plus grande à l'intérieur. La force nette est donc vers l'extérieur.

Question 4. Viscosité [2.5 points]

Un tuyau horizontal transporte de l'huile dont le coefficient de viscosité vaut $\eta = 1.20 \times 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$. Le rayon du tuyau vaut $r = 2.60 \text{ cm}$ et sa longueur est $L = 55.0 \text{ m}$.

- A. Quelle différence de pression $P_1 - P_2$ est requise entre les extrémités de ce tuyau pour que la vitesse de l'huile soit maintenue à 1.20 m/s ?
- B. Quel est le débit volumique dans ce tuyau ?



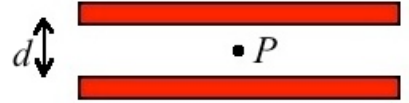
Solution

A.
$$\Delta P = \frac{8\pi\eta vL}{\pi r^2} = \frac{8\eta vL}{r^2} = \frac{8(1.20 \times 10^{-4})(1.20)(55.0)}{(0.0260)^2} = 93.7 \text{ Pa}$$

B.
$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = vA = (1.20)\pi(0.0260)^2 = 2.55 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Question 5. Champ électrique [2.0 points]

La figure ci-contre illustre deux plaques chargées de signes opposées, et séparées de $d = 2.35$ mm. Au point P , le champ électrique vaut $E = 1320$ V/m vers le bas.



- A. Quel est le signe de la charge sur la plaque supérieure ?
- B. Si un proton, de masse 1.67×10^{-27} kg et de charge 1.60×10^{-19} C, est placé au point P , quelle sera son accélération ?

Solution

- A. **Positif**, car E s'en éloigne

B.
$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{(1.60 \times 10^{-19})(1320)}{1.67 \times 10^{-27}} = 1.26 \times 10^{11} \text{ m/s}^2$$

Question 6. Champ électrique [1.0 point]

Si le champ électrique à une distance r d'une charge ponctuelle q vaut E , que vaudra le champ électrique, en termes de E , si on triple la distance et qu'on double la valeur de la charge source ?

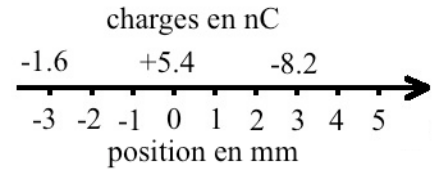
Solution

Vu que le champ est donné par $E = \frac{kq}{r^2}$, le nouveau champ sera $E' = \frac{k(2q)}{(3r)^2} = \frac{2}{9} \frac{kq}{r^2} = \frac{2}{9} E$

Question 7. Force électrique [3.0 points]

Trois charges électriques sont placées sur l'axe x :

- (1) -1.6 nC à $x = -3.0 \text{ mm}$,
- (2) $+5.4 \text{ nC}$ à $x = 0.0 \text{ mm}$, et
- (3) -8.2 nC à $x = 3.0 \text{ mm}$.



Quelle est la force nette (grandeur et direction) sur la charge de -8.2 nC par les deux autres charges ?

Solution

On numérote les charges de gauche à droite comme 1, 2, 3. Du principe de superposition :

$$\begin{aligned}\vec{F}_3 &= \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} + \frac{kq_2q_3}{r_{23}^2} = kq_3 \left(\frac{q_1}{r_{13}^2} + \frac{q_2}{r_{23}^2} \right) \\ &= (9 \times 10^9) (-8.2 \times 10^{-9}) \left(\frac{(-1.6 \times 10^{-9})}{(6.0 \times 10^{-3})^2} + \frac{(5.4 \times 10^{-9})}{(3.0 \times 10^{-3})^2} \right) \\ &= -41 \text{ mN} = \mathbf{41 \text{ mN vers la gauche}}\end{aligned}$$

**Bonne chance !
Marc de Montigny**