

PHYSQ 126 LEC B1 : Fluides, champs et radiation
Examen partiel 1 - Hiver 2013

Nom _____ **SOLUTIONS** _____

Numéro d'étudiant.e _____

Professeur Marc de Montigny

Horaire Mardi, 12 février 2013, de 8h30 à 9h50

Lieu Local 366

Instructions

- Ce cahier contient **7 pages**. Écrivez-y directement vos réponses.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **10 questions** de difficulté variable. 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 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: crayon ou stylo, calculatrice (programmable et graphique permise). Les assistants numériques (en anglais, *PDA*s) sont interdits. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

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

Question 1. Pression dans des pneus [2.0 points]

Une motocyclette a une masse totale de 310 kg et ses deux pneus ont chacun une pression effective égale à $P_g = 38.0$ psi.

- A. Quelle est l'aire de contact entre chaque pneu et la route ?
- B. Pour que cette aire soit plutôt égale à 52.0 cm^2 par pneu, quelle pression effective (en psi) est requise ?



Solution

A. Nous utilisons la pression effective dans $P = \frac{F}{A}$ car c'est le surplus de pression (p/r à P_{atm}) qui supporte la moto : $P_g = (38.0 \text{ psi}) \frac{1.013 \times 10^5 \text{ Pa}}{14.7 \text{ psi}}$. Aussi, chaque roue supporte

la moitié du poids de la moto. Nous trouvons $A = \frac{F}{P_g} = \frac{mg/2}{P_g} = 58.1 \text{ cm}^2$

B. Avec $A = 52.0 \text{ cm}^2 = 52.0/10^4 \text{ m}^2$, on trouve $P_g = \frac{mg/2}{A} = 292 \text{ kPa} = 42.4 \text{ psi}$

Question 2. Pression artérielle [1.0 point]

Si un médecin vous dit que votre pression artérielle est de 140 sur 90 (en mm Hg), que valent les pressions absolues correspondantes P en kPa ? (Prenez $760 \text{ mm Hg} = 101.3 \text{ kPa}$)

Solution

$$(140 + 760) \times \frac{101.3 \text{ kPa}}{760 \text{ mm Hg}} = 120 \text{ kPa} \text{ et } (90 + 760) \times \frac{101.3 \text{ kPa}}{760 \text{ mm Hg}} = 113 \text{ kPa}$$

Question 3. Océan sur la planète Mars [1.0 point]

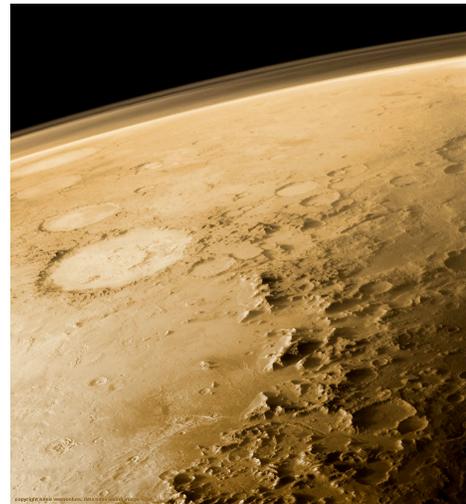
En février 2012, l'Agence spatiale européenne a fait des observations suggérant qu'un océan aurait déjà existé sur la planète Mars (illustrée ci-dessous. Le « happy face » est le cratère Gale). Supposez que la profondeur de cet océan était de 500 m, et qu'il s'agissait d'eau douce (densité 1000 kg/m^3). Attention: sur Mars, l'accélération due à la gravité est égale à 3.71 m/s^2 !

- A. Quelle serait la pression *effective* P_g au fond de cet océan ?
- B. Sur la Terre, à quelle profondeur faut-il descendre pour obtenir la même pression effective P_g que celle obtenue à la partie A ?

Solution

A. $P_g = \rho g h = (1000)(3.71)(500) = 1860 \text{ kPa}$

B. $h = \frac{P_g}{\rho g} = \frac{1855000}{(1000)(9.81)} = 189 \text{ m}$



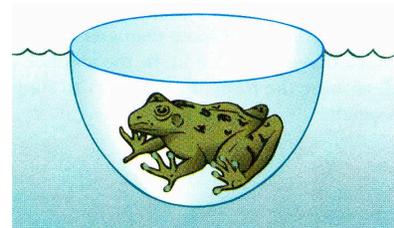
Question 4. Principe d'Archimède [1.5 point]

La figure ci-dessous illustre une grenouille dans un bol hémisphérique qui flotte tout juste dans l'eau (densité 1000 kg/m^3) sans caler. Si le bol a un rayon de 8.00 cm et une masse de 0.500 kg, quelle est la masse de la grenouille ?

Solution

$F_b - m_{gr}g - m_{bol}g = 0$ avec $F_b = \rho_{eau} \frac{1}{2} \frac{4}{3} \pi r^3 g$

donne $m_{gr} = \rho_{eau} \frac{2}{3} \pi r^3 - m_{bol} = 0.570 \text{ kg}$



Question 5. Filament d'eau sous un robinet [1.0 point]

Le filament d'eau s'écoulant d'un robinet devient plus étroit en descendant. Pourquoi en est-il ainsi ? Expliquez en tenant compte de la vitesse de chute et de l'équation de continuité.

Solution

La vitesse augmente en descendant (de $v_{bas}^2 = v_{haut}^2 + 2g\Delta y$).
Et comme $A_{haut}v_{haut} = A_{bas}v_{bas}$, on voit que A diminue en descendant.



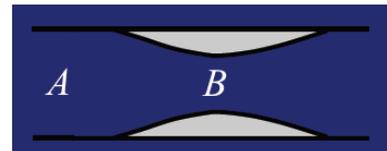
Question 6. Occlusion dans une artère [1.0 point]

Une artère est partiellement obstruée au point B de la figure ci-dessous. Négligez la viscosité du sang.

- A. Au point B , est-ce que la vitesse du fluide est plus grande, plus petite ou égale à sa vitesse au point A ?
- B. Est-ce que la pression au point B est plus grande, plus petite ou égale à la pression au point A ?

Solution

A. Plus grande, car $v_B = \frac{A_A v_A}{A_B}$



B. Plus petite, à cause de $P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2$, qui indique que si la vitesse est plus grande en B, alors la pression y est plus petite.

Question 7. Équation de Bernoulli [1.5 point]

Une automobile roule à 110 km/h, les fenêtres fermées. Sachant que la densité de l'air est 1.29 kg/m^3 , calculez

- A. la différence de pression entre les deux côtés d'une fenêtre, et
- B. la force sur une fenêtre de 65.0 cm par 40.0 cm.
- C. Cette force est-elle vers l'intérieur ou l'extérieur de l'automobile ?



Solution

A. $P_{\text{int}} + \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} v_{\text{int}}^2 = P_{\text{ext}} + \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} v_{\text{ext}}^2$ et $v_{\text{int}} = 0$

donnent $P_{\text{int}} - P_{\text{ext}} = \frac{1}{2} \rho_{\text{air}} v_{\text{ext}}^2 = 602 \text{ Pa}$

B. $F = PA = (602)(0.65 \times 0.40) = 157 \text{ N}$

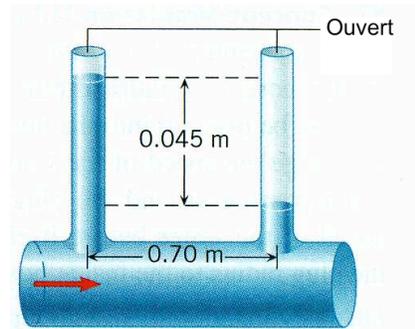
C. Vers l'extérieur car $P_{\text{int}} > P_{\text{ext}}$

Question 8. Viscosité [2.0 points]

Un tuyau horizontal est percé à deux endroits par des tuyaux verticaux ouverts. De l'eau (densité 1000 kg/m^3 , viscosité $\eta = 1.00 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$) s'écoule dans le tuyau horizontal. D'après le schéma ci-dessous,

- A. déterminez le rayon du tuyau horizontal, et
- B. la vitesse de l'eau dans le tuyau horizontal.

Ajouté pendant l'examen : $\frac{\Delta V}{\Delta t} = 0.014 \text{ m}^3/\text{s}$



Solution

A. La différence de pression entre les deux tuyaux verticaux, distants de 0.70 m, est donné par $\Delta P = \rho gh$. De l'équation de Poiseuille, $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta P \pi r^4}{8 \eta L}$, on trouve

$$r = \sqrt[4]{\frac{\Delta V}{\Delta t} \frac{8 \eta L}{\Delta P \pi}} = \sqrt[4]{(0.014) \frac{8(10^{-3})(0.70)}{(1000)(9.81)(0.045)\pi}} = 1.54 \text{ cm}$$

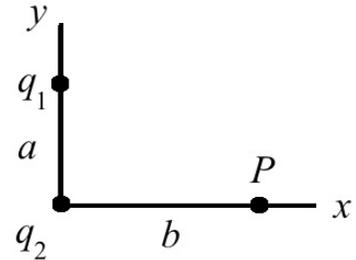
B. $\frac{\Delta V}{\Delta t} = vA$ donne $v = \frac{\Delta V}{\Delta t} \frac{1}{A} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \frac{1}{\pi r^2} = (0.014) \frac{1}{\pi(0.0154)^2} = 18.8 \text{ m/s}$

Question 9. Champ et forces électriques [2.5 points]

Deux particules de charges $q_1 = -7.00 \mu\text{C}$ et $q_2 = +3.00 \mu\text{C}$ sont sur l'axe y , avec q_1 à $y = a = 3.00 \text{ cm}$ et q_2 à $y = 0$. Le point P est sur l'axe x , à $x = b = 4.00 \text{ cm}$.

- A. Quelles sont les *composantes* du champ électrique total au point P ?
- B. Si une charge $q = 5.00 \mu\text{C}$ est au point P , quelle sera la force nette sur celle-ci ?

Solution



A. $E_2 =$ champ créé par q_2 :

$$E_2 = \frac{kq_2}{b^2} = 1.69 \times 10^7 \text{ N/C vers } +x$$

Le point P est à une distance $c = \sqrt{a^2 + b^2} = 5.00 \text{ cm}$ de la charge q_1 . La droite qui passe par q_1 et P fait un angle $\theta = \tan^{-1} \frac{a}{b} = 36.87^\circ$ par rapport à l'axe x .

$E_1 =$ champ créé par q_1 :

$$E_1 = \frac{kq_1}{c^2} = 2.52 \times 10^7 \text{ N/C vers le haut et la gauche, à } 36.87^\circ \text{ au dessus de l'axe } x.$$

Autrement dit, $\vec{E}_1 = (-2.52 \cos 36.87, 2.52 \sin 36.87) \times 10^7$, $\vec{E}_2 = (1.69 \times 10^7, 0)$. Le champ

total est $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (-0.33\hat{x} + 1.51\hat{y}) \times 10^7 \text{ N/C}$

B. $\vec{F} = q\vec{E} = -16.5\hat{x} + 75.5\hat{y} \text{ N}$

Question 10. Champ électrique [1.5 point]

Un proton ($m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C) se déplace de $\Delta x = 15.0$ cm parallèlement à un champ électrique uniforme $\mathbf{E} = 1.00 \times 10^3$ N/C dans la direction x . Si la vitesse initiale du proton était $v_{x0} = 1.00 \times 10^5$ m/s, quelle sera sa vitesse finale après avoir parcouru 15.0 cm ?

Solution

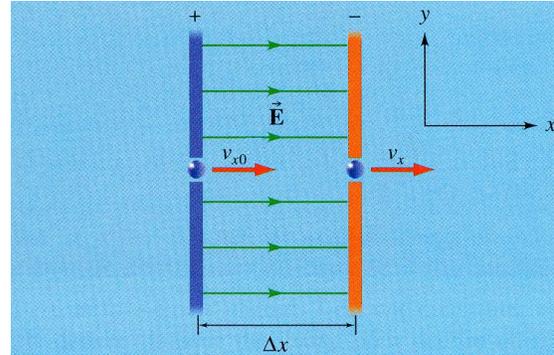
Le champ \mathbf{E} cause une force \mathbf{F} , qui mène à une accélération \mathbf{a} :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = 9.58 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$$

La vitesse finale est donnée par

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x = (10^5)^2 + 2(9.58 \times 10^{10})(0.15) = 3.87 \times 10^{10}$$

d'où $v = 1.97 \times 10^5$ m/s



Bonne chance !
Marc de Montigny