

SOLUTIONS

**Professeur** Marc de Montigny  
**Date** Jeudi 4 février 2021, de 8h30 à 9h50  
**Local** En ligne. Les questions seront envoyées par courriel et affichées sur le web.

### INSTRUCTIONS

- L'examen contient 7 questions (sur 3 pages). Écrivez vos solutions et réponses sur des feuilles séparées, dont vous m'enverrez des photos ou scans par courriel à [mdemonti@ualberta.ca](mailto:mdemonti@ualberta.ca) avant 9h50, selon l'horloge de gmail.
- Écrivez votre nom sur chaque page de vos solutions.
- L'examen vaut 20 points. Vos 2 meilleurs examens, parmi les 3, vaudront chacun 20% de la note finale du cours.
- Vous pourrez obtenir une partie des points même si votre réponse finale est erronée. Dans les questions avec des calculs, vous perdrez des points si vous ne donnez que la réponse finale sans explication claire et précise.
- Examen à livre ouvert, avec droit à vos notes et au manuel. N'utilisez ni l'internet (sauf pour m'écrire), ni vos téléphones. Vous pouvez utiliser l'aide-mémoire que vous aurez complété.
- Ajoutez une phrase semblable à "J'atteste que j'ai fait l'examen seul, sans aide ni discussion avec d'autres personnes".
- Je serai disponible par email pendant l'examen.
- Je superviserai l'examen via [GoogleMeet](#), auquel vous vous brancherez peu avant 8h30, en gardant vos caméras ouvertes et micros fermés, sans écouteurs.

**Si quelque chose n'est pas clair, demandez-moi de clarifier!**

### Question 1. Pression atmosphérique [2.0 points]

Dans une démonstration, une enseignante emplit environ la moitié d'un verre d'eau, en recouvre l'ouverture avec une carte plastifiée, renverse le verre puis retire sa main de la carte. Expliquez brièvement pourquoi la carte reste collée au verre et que l'eau ne tombe pas.



**Réponse** En renversant le verre, le volume  $V$  d'air dans le verre augmente un peu. Comme  $PV$  est constant,  $P = P_{\text{verre}}$  diminue donc, de sorte que  $P_{\text{verre}} < P_{\text{atm}}$ . La force par  $P_{\text{atm}}$  (vers le haut) s'oppose donc et annule les deux forces: poids d'eau et pression dans le verre (vers le bas).

### Question 2. Pression dans un pneu [3.5 points]

Un homme de 92 kg roule sur un tricyle de 27 kg. En supposant que le poids total soit uniformément réparti sur les trois roues, chacune ayant une pression effective de 55 psi (livres par pouce carré) quelle est l'aire de la surface de contact entre *chaque* roue et le sol? (Donnez votre réponse en  $\text{cm}^2$ .)

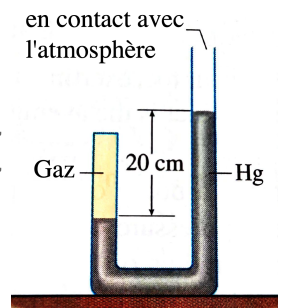


**Solution** Chaque roue soutient le 1/3 du poids total, donc  $F = Mg/3$ , et la pression effective (ou *gauge pressure*) est  $P_g = F/A$ . On calcule donc

$$A = \frac{\frac{1}{3}Mg}{P_g} = \frac{\frac{1}{3}(92 + 27)(9.81)}{55 \left( \frac{1.013 \times 10^5}{14.7} \right)} = 1.02669 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \approx \boxed{10.3 \text{ cm}^2}$$

### Question 3. Pression [2.0 points]

Si la pression atmosphérique vaut 76 cm·Hg (cm de mercure), (a) quelle est la pression relative  $P_g$  et (b) la pression absolue  $P$ , du gaz dans le tube fermé de la figure ci-contre? (Donnez vos réponses en cm·Hg.)



Réponses: (a) 20 cm·Hg, (b) 96 cm·Hg

### Question 4. Principe d'Archimède [4.0 points]

Une grenouille est dans un bol hémisphérique qui flotte tout juste dans de l'eau de densité  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Sachant que le bol a une masse de 530 g et un rayon de 8.25 cm, quelle est la masse de la grenouille? (Indice: le volume d'une hémisphère de rayon  $r$  vaut  $V = \frac{2}{3}\pi r^3$ )



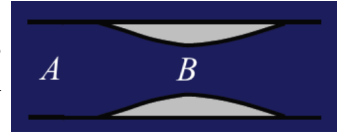
**Solution**

La force nette est nulle, donc  $F_b - m_{\text{gren}}g - m_{\text{bol}}g = 0$  où  $F_b = \rho_{\text{eau}} \frac{2}{3}\pi r^3 g$ , ce qui donne

$$m_{\text{gren}} = \rho_{\text{eau}} \frac{2}{3}\pi r^3 - m_{\text{bol}} = (1000) \frac{2}{3}\pi (0.0825)^3 - 0.530 = 0.646 = \boxed{646 \text{ g}}$$

**Question 5. Équations de continuité et Bernoulli [2.0 points]**

Une artère est partiellement bloquée au point B de la figure ci-contre. (Ne tenez pas compte de la viscosité du sang.) (a) La *vitesse* du fluide au point B est-elle plus grande, plus petite ou égale à sa vitesse au point A? (b) La *pression* du fluide au point B est-elle plus grande, plus petite ou égale à sa vitesse au point A?



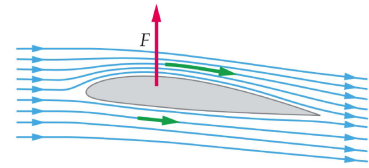
Réponses

(a) Plus grande car  $v_B = \frac{A_A v_A}{A_B}$  et  $\frac{A_A}{A_B} > 1$ .

(b) Plus petite car  $P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = P_B + \frac{1}{2}\rho v_B^2$  montre qu'avec  $v_B > v_A$  alors  $P_B < P_A$ .

**Question 6. Équation de Bernoulli et avion [3.0 points]**

De l'air (densité  $1.29 \text{ kg/m}^3$ ) s'écoule de chaque côté de l'aile d'un avion de telle façon que sa vitesse vaut  $72.0 \text{ m/s}$  au-dessus de l'aile et  $59.0 \text{ m/s}$  sous l'aile, dont l'aire vaut  $16.7 \text{ m}^2$ . Quelle est la grandeur de la force nette  $F$  sur cette aile causée par la différence de pression? (Négligez l'épaisseur de l'aile.)



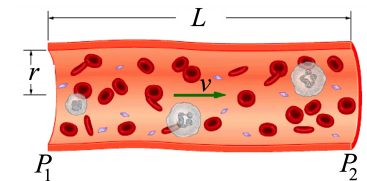
Solutions La différence de pression est donnée par l'équation de Bernoulli:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho (v_1^2 - v_2^2) = \frac{1}{2}(1.29) (72^2 - 59^2) = 1098 \text{ Pa}$$

de sorte que la force nette vaut  $F = \Delta P A = (1098)(16.7) = 18343 \text{ N} \approx 1.83 \times 10^4 \text{ N}$

**Question 7. Loi de Poiseuille [3.5 points]**

Du sang (densité  $1060 \text{ kg/m}^3$ , coefficient de viscosité  $2.72 \times 10^{-2} \text{ Poise}$ ) circule dans un segment d'une artère de longueur  $L = 5.0 \text{ cm}$  et de rayon  $r = 2.2 \text{ mm}$ . À la figure de droite, le sang s'écoule vers la droite et  $|P_1 - P_2|$  vaut  $250 \text{ Pa}$ . (a) Quelle pression est-elle la plus grande:  $P_1$  ou  $P_2$ ? (b) Combien vaut la vitesse  $v$ ? (c) Quel est le débit volumique, en  $\text{cm}^3/\text{s}$ ?



Solution (a)  $P_1 > P_2$ , (b) de  $\Delta P = 8\pi\eta \frac{vL}{A}$  on calcule

$$v = \frac{\Delta P \pi r^2}{8\pi\eta L} = \frac{(250)(2.2 \times 10^{-3})^2}{8(2.72 \times 10^{-3})(0.05)} = 1.112 \approx 1.1 \text{ m/s}$$

(c) Le débit volumique est donné par

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = vA = v\pi r^2 = (1.112)\pi(2.2 \times 10^{-3})^2 = 1.69 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 17 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Bonne chance!