

Nom \_\_\_\_\_ **SOLUTIONS** \_\_\_\_\_

Numéro d'étudiant.e \_\_\_\_\_

**Professeur**      Marc de Montigny  
**Date**              Jeudi 11 février 2016, de 8h30 à 9h30  
**Lieu**                local 366

### Instructions

- Ce cahier contient **6 pages**, incluant deux pages pour vos calculs. Écrivez-y vos réponses.
- L'examen contient **15 points** et vaut **15%** de la note finale du cours.
- L'examen contient **6 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 (une feuille recto-verso) que vous aurez complété. 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, calculatrices. Tout autre appareil électronique ou moyen de communication est interdit. Mettez vos téléphones cellulaires hors circuit.

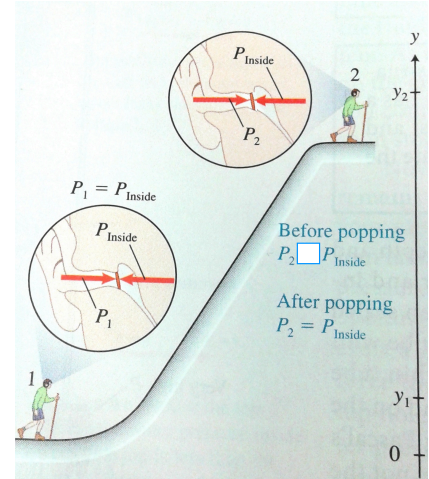
**Si quelque chose n'est pas clair, n'hésitez pas  
à me le demander !**

### Question 1. Pression dans les oreilles [3.0 points]

Parfois, vos oreilles se bouchent quand vous changez d'altitude. Un marcheur part du point 1, avec dans son oreille  $P_{\text{inside}} = P_1$ , et il monte au point 2. En montant, les pressions ( $P_{\text{inside}}$  et  $P_2$ ) de chaque côté du tympan (aire  $0.500 \text{ cm}^2$ ) deviennent inégales.

- Dans le petit carré blanc de la figure, indiquez le symbole approprié :  $<$ ,  $>$  ou  $=$ .
- Si  $y_2 - y_1 = 1000 \text{ m}$ , combien vaut  $P_2 - P_1$ , avec le signe ?
- Au point 2, on a initialement que  $P_{\text{inside}} = P_1$ . Est-ce que la force nette sur le tympan est vers l'intérieur ou l'extérieur ?
- Quelle est la grandeur de la force nette sur le tympan ?

[Comme vous le savez, on peut se déboucher (*pop*) les oreilles en baillant.]



### Solutions

- $<$  car la pression externe diminue en montant
- $P_1 = P_2 + \rho_{\text{air}}gh$  donne  
 $P_2 - P_1 = -\rho_{\text{air}}g(y_2 - y_1) = -(1.29)(9.81)(1000) = -1.27 \times 10^4 \text{ Pa}$
- Comme  $P_2 < P_{\text{inside}}$ , la force nette est vers l'extérieur
- $F = A\Delta P = (0.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2)(1.27 \times 10^4) = 0.633 \text{ N}$

### Question 2. Pression dans un fluide [1.0 point]

La figure montre le barrage Hoover, à la frontière entre le Nevada et l'Arizona. Que remarquez-vous quant à son épaisseur ? Pourquoi en est-il ainsi ?

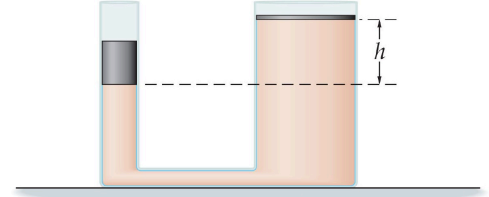
### Réponse

La base est plus épaisse. La pression de l'eau à contenir augmente avec la profondeur.



**Question 3. Principe de Pascal [3.0 points]**

À la figure ci-contre, le cylindre est rempli d'huile de densité  $820 \text{ kg/m}^3$ . Le piston de gauche a une masse de  $2.35 \text{ kg}$  et un rayon de  $2.20 \text{ cm}$ , tandis que le piston de droite a une masse de  $72.4 \text{ kg}$  et un rayon de  $16.7 \text{ cm}$ .



- A. Quelle est la valeur de  $h$  à l'équilibre ?  
 B. Que vaut la pression à  $65.0 \text{ cm}$  sous le piston de gauche ?

**Solutions**

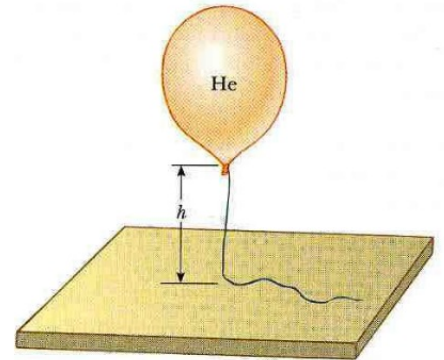
A.  $P_{at} + \frac{m_1 g}{A_1} = P_{at} + \frac{m_2 g}{A_2} + \rho_{oil} g h$  donne

$$h = \frac{1}{\rho_{oil}} \left( \frac{m_1}{A_1} - \frac{m_2}{A_2} \right) = \frac{1}{820} \left( \frac{2.35}{\pi(0.022)^2} - \frac{72.4}{\pi(0.167)^2} \right) = 87.7 \text{ cm}$$

B.  $P = P_{at} + \frac{m_1 g}{A_1} + \rho_{oil} g d = 1.01 \times 10^5 + \frac{2.35 g}{\pi(0.022)^2} + (820) g (0.65) = 1.21 \times 10^5 \text{ Pa}$

**Question 4. Principe d'Archimède [3.0 points]**

Un ballon d'hélium sphérique (rayon  $17.5 \text{ cm}$ ) flotte dans l'air. Il est attaché à une corde de densité linéique  $1.35 \text{ g/m}$ . Le ballon vide a une masse de  $24.5 \text{ g}$ . Déterminez la valeur de  $h$ , la partie de la corde qui flotte dans l'air, sachant qu'elle seule tire le ballon vers le bas.



**Solution**

$$F_b - m_{ballon} g - m_{He} g - m_{corde} g = 0 \quad \text{devient} \quad \rho_{air} V g - m_{ballon} g - \rho_{He} V g - h \lambda_{corde} g = 0 \quad \text{où}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 2.24 \times 10^{-2} \text{ m}^3. \text{ La hauteur est donc}$$

$$h = (\rho_{air} V - m_{ballon} - \rho_{He} V) / \lambda_{corde}$$

$$= (1.29(0.0224) - 0.0245 - 0.179(0.0224)) / (0.00135)$$

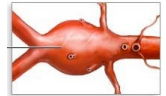
$$= 28.6 \text{ cm} \text{ (avec } V = 0.0224 \text{ m}^3, \text{ ou } 32.7 \text{ cm avec } V = 0.022449 \text{ m}^3)$$

je vérifierai vos équations et accepterai des réponses proches de  $30 \text{ cm}$

**Question 5. Équation de Bernoulli [3.0 points]**

Un anévrisme de l'aorte est un gonflement formé dans une région où les parois de l'aorte sont plus faibles. Le sang (densité  $1060 \text{ kg/m}^3$ , viscosité négligeable) circule de l'aorte (rayon  $1.0 \text{ cm}$ ) vers le gonflement, de rayon  $3.0 \text{ cm}$ . Le débit volumique moyen dans l'aorte vaut  $120 \text{ cm}^3/\text{s}$ . Le mouvement est horizontal.

- A. La pression dans le gonflement est-elle plus grande ou plus petite que dans la région normale de l'aorte ?  
B. Quelle sera la différence de pression entre les deux régions ?



**Solutions**

A. De l'équation de continuité, la vitesse est plus faible dans le gonflement. Du principe de Bernoulli, la pression dans le gonflement sera plus grande.

B. Avec 1 = gonflé et 2 = normal, on a  $v_1 = \frac{\text{débit}}{\pi r_1^2} = 4.24 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  et

$$v_2 = \frac{\text{débit}}{\pi r_2^2} = 0.382 \text{ m/s}.$$

On remplace cette relation dans l'équation de Bernoulli (avec des hauteurs égales), pour obtenir

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} (1060) (0.382^2 - 0.0424^2) = 76 \text{ Pa}$$

**Question 6. Viscosité [2.0 points]**

De la glycérine, dont le coefficient de viscosité vaut  $1.50 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ , coule dans un tube de  $25.0 \text{ cm}$  de long et de rayon  $5.00 \text{ mm}$ . Si la vitesse de ce fluide vaut  $1.20 \text{ m/s}$ ,

- A. quelle est la différence de pression entre les bouts du tube ?  
B. Quel est le débit volumique ?

**Solution**

A.  $\Delta P = 8\pi\eta \frac{vL}{A} = 8\eta \frac{vL}{r^2} = 144 \text{ kPa}$

B.  $\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta P \pi r^4}{8\eta L} = 9.42 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

Page pour vos calculs

Page pour vos calculs