Examen de mi-session 2012

<u>Mécanique des fluides – CVG2516</u>

Université d'Ottawa – Département de génie civil

Professeur : Adrian Munteanu, P.Eng.

Heure: 8:30 – 9:50

Date: Mardi, 6 Mars 2012

Durée: 1h 20min

Classe: Colonel By Bldg. B202

Instructions:

1. Démontrez tous vos calculs.
2. Indiquez clairement vos assomptions.
3. Les calculatrices programmables ne sont pas permises.
4. La dernière feuille de votre test est une feuille d'équations. (Aucune autre feuille d'équations n'est permise)
5. Si vous terminez l'examen dans les 10 dernières minutes, restez assis jusqu'à la fin de l'examen.
6. Vous devez remettre votre cahier d'examen avec le questionnaire d'examen.

Nom: ________________________________

Numéro d'étudiant: ____________________

Signature: ___________________________

Q1 (10points). Une plaque étroite mobile est séparée de deux autres plaques fixes par deux fluides visqueux 1 et 2 comme présenté dans la Figure 1 ci-dessous. La distance entre les plaques h_1 et h_2 sont inégales. La surface de contact entre la plaque central et chacun des fluides est *A*.
Supposons une distribution linéaire de la vitesse dans chacun des fluides, dérivez la force *F* requise pour tirer la plaque avec la vitesse *V.*

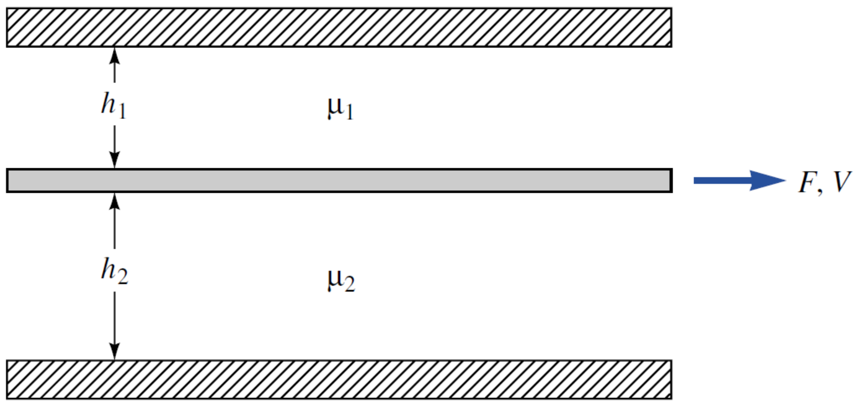


Figure 1

Q2 (20points). Une aiguille cylindrique solide de diamètre *d*, longueur *L* et densité ρ peut flotter dans un liquide de tension superficielle σ. Négligez la force de flottabilité et assumez un angle de contact de 0^{o}. Dérivez une formule pour le diamètre maximale *d* qui pourrait flotter dans le liquide. Calculez le d_{max} pour q`une aiguille en acier (densité relative *S* = 7.84) flotte dans l`eau a $20^{o}C$.

Q3 (20points). Une conduite d`égout pluviale de 6ft diamètre est remplie à moitié avec de l`eau stagnante. Déterminez la magnitude et l`orientation de la force résultante que l`eau exercera sur 1ft de longueur de la section BC du mur de la conduite.

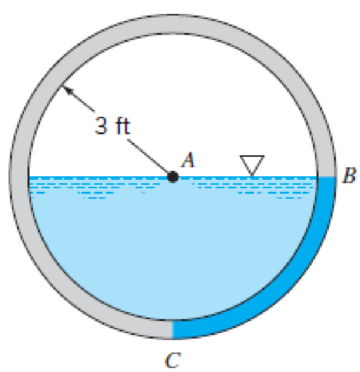


Figure 2

Q4 (25points). Un débit de Q = 0.05m^3/s d`eau coule a travers une réduction de conduite comme présenté dans la Figure 3 ci-dessous. La pression statique dans les sections 1 et 2 est mesurée a l`aide d`un tube manométrique U inversé qui contient un huile densité relative S = 0.8. Déterminez la hauteur h dans le tube U.

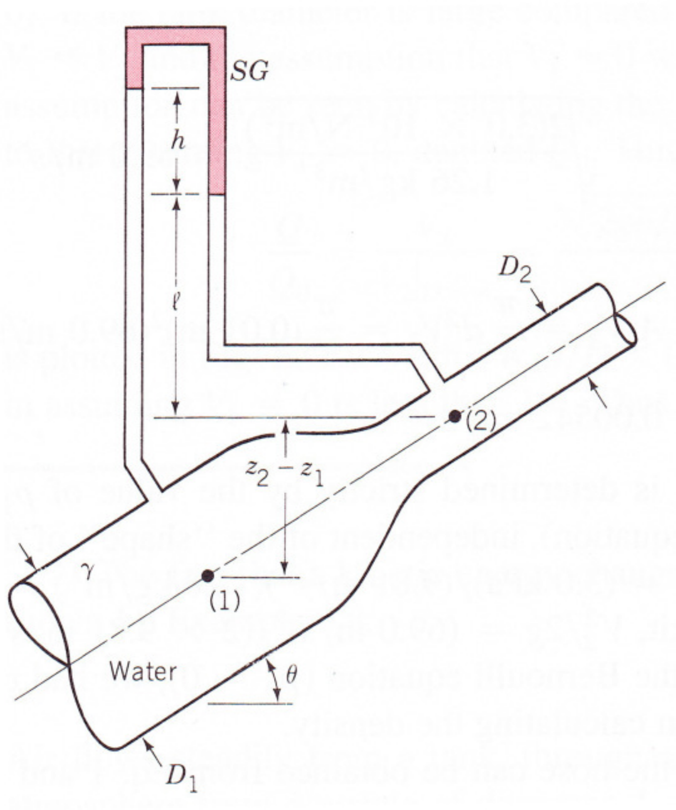


Figure 3

Q5 (25points). Les deux pistons dans la Figure 4 bougent vers la gauche, mais le piston A bouge avec une vitesse deux fois plus grande que la vitesse du piston B. Est-ce que la surface de l`eau dans le réservoir a) augmente, b) est stagnante ou c) descend?

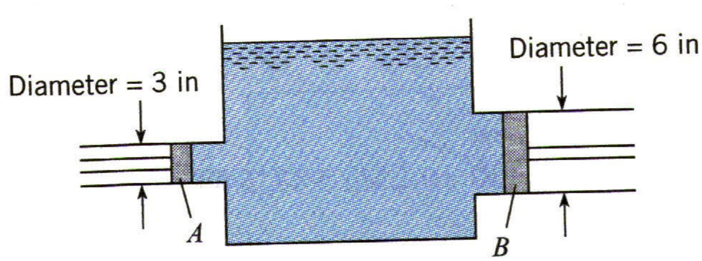


Figure 4

Examen de mi-session CVG2516 - HIVER 2012

Équation de l'hydrostatique : $\int dp = \int \gamma dz \Leftrightarrow \Delta p = -\gamma \Delta z$

Pression piézométrique : $p + \gamma z = const. = C$;

Hauteur piézométrique : $\left(\frac{p}{\gamma} + z\right) = const. = C$

La force hydrostatique

$F = \int_A p dA = \bar{p} A$ pour un cas général ($\bar{p}$ est la pression au centroïde de la surface, *A* est l'aire de la surface)

Les coordonnées du centre de pression : $y_{cp} = \bar{y} + \frac{\bar{I}}{\bar{y} A}$; $x_{cp} = \bar{x} + \frac{\bar{I}_{xy}}{\bar{y} A}$

où $\bar{I}$ est le moment d'inertie par rapport à l'axe horizontal du centroïde
$\bar{I}_{xy}$ est le produit d'inertie par rapport aux axes du centroïde
$\bar{y}$ et $\bar{x}$ sont les coordonnées du centroïde de la surface.

Tension superficielle : $F_\sigma = \sigma L$

Élasticité : $E_v = \rho \frac{dp}{d\rho} = -\frac{dp}{dV/V}$

Contrainte de cisaillement : $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

Gaz parfait : $\rho = \frac{p}{RT}$

Flottabilité : $F_B = \gamma V_D \qquad GM = \frac{I_{00}}{V} - CG$

où I_{00} est le moment d'inertie de l'aire définie par la surface d'eau.

Équation d'Euler: $-\frac{\partial}{\partial l}(p + \gamma z) = \rho a_l$, où a_l est l'accélération du fluide dans la direction *l*

Équation de Bernoulli: $p + \gamma z + \rho \frac{V^2}{2} = const. = C$ ($\frac{p}{\gamma} + z + \frac{V^2}{2g} = C$)

l'équation de Euler (pour un écoulement stable)

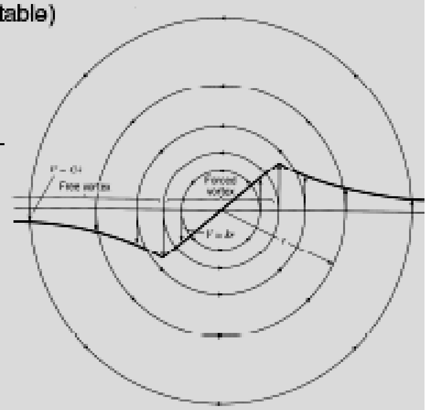
$$-\frac{d}{dr}(p+\gamma z)=\rho a_r \qquad a_r=-\frac{V^2}{r} \quad \Rightarrow \quad -\frac{d}{dr}(p+\gamma z)=-\rho\frac{V^2}{r}$$

$$\text{si } V=\omega r \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{dr}(p+\gamma z)=\rho r\omega^2$$

intégration

$$\boxed{\frac{p}{\gamma}+z-\frac{\omega^2 r^2}{2g}=C}$$

variation de la pression



$$\boxed{\frac{p}{\gamma}+z+\frac{V^2}{2g}=C}$$

L'équation de Bernoulli pour un écoulement stable, non-visqueux et irrotationnel d'un fluide incompressible

Le débit: $Q=AV$; Le débit massique: $\dot{m}=\rho Q$

Équation de la Continuité: $\frac{d}{dt}\int_{cv}\rho d\cancel{V}+\int_{cs}\rho\mathbf{V}\cdot d\mathbf{A}=0$ or $\frac{dM_{cv}}{dt}=\dot{m}_{in}-\dot{m}_{out}$

Pour l'écoulement dans les conduites: $A_2V_2=A_1V_1$, or $Q_2=Q_1 \Rightarrow \sum_{cs}Q_{out}=\sum_{cs}Q_{in}$

or $\sum_{cs}\dot{m}_{in}=\sum_{cs}\dot{m}_{out}$

Propriétés de l'eau à 20°C

μ = 1 x 10-3 N.s/m^2	υ = 1 x 10-6 m^2/s	E_v = 2.2 GN/m^2
$\sigma_{water/Air}$ =0.073 N/m	ρ = 998 kg/m^3	γ_{water}= 9790 N/m^3

$\gamma_{\text{SAE 30 huile}}$ = 8720 N/m^3

Conversions

1 ft = 0.3048 m	1 atm = 101.3 kPa	1 kg = 2.205 lbm
1 in = 0.025 m	1 psi = 6895 Pa	
1lbf = 1lbm x 32.2ft/s^2	1lbf = 1slug x ft/s^2	1slug = 32.2lbm

Figure A.1

Centroids and moments of inertia of plane areas.