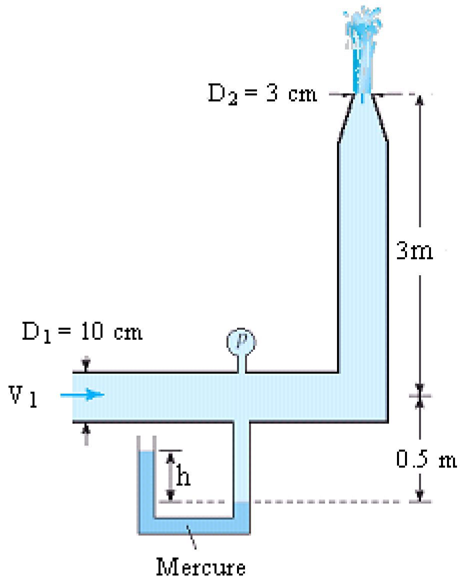
ST2
GC-GM et GP

Université Mentouri, Constantine
Le 21-06-2010

Contrôle de Rattrapage de Mécanique Des Fluides

(1H30min)



Exercice 1 (6pts) :

De l'eau s'écoule dans un convergent avec une vitesse à l'entrée V_1=1m/s.

- Calculer la vitesse à la sortie 2?
- Calculer la pression effective au point 1?
- Calculer la lecture h du manomètre de mercure ?

Exercice 2 (10pts):

Dans une conduite de section carré de côté a=10cm (a أنبوب ذو مقطع مربع طول ضلعه), une longueur L=1km et une rugosité ε=3.71 mm, circule de l'eau (sa viscosité cinématique $\nu=10^{-6}$ m^2/s).

1- Montrez que la perte de charge linéaire ΔH_l se produisant dans cette conduite peut être donnée par l'expression suivante : $\Delta H_l = \lambda \frac{L}{2g\,a^5} Q^2$ (بين أنه يمكن كتابة ΔH_l بالعبارة التالية)

λ est le coefficient de perte de charge linéaire.

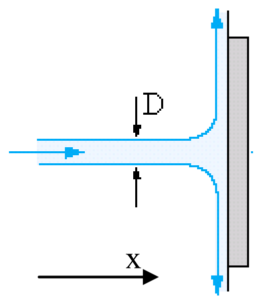
2- Calculer la perte de charge dans cette conduite pour un débit $Q = 2\times10^{-4} m^3/s$.

3- Que devient cette perte de charge quand le débit devient $Q = 2\times10^{-3} m^3/s$.

(Prendre dans cet exercice $g=10\ m/s^2$)

Exercice 3 (04pts) :

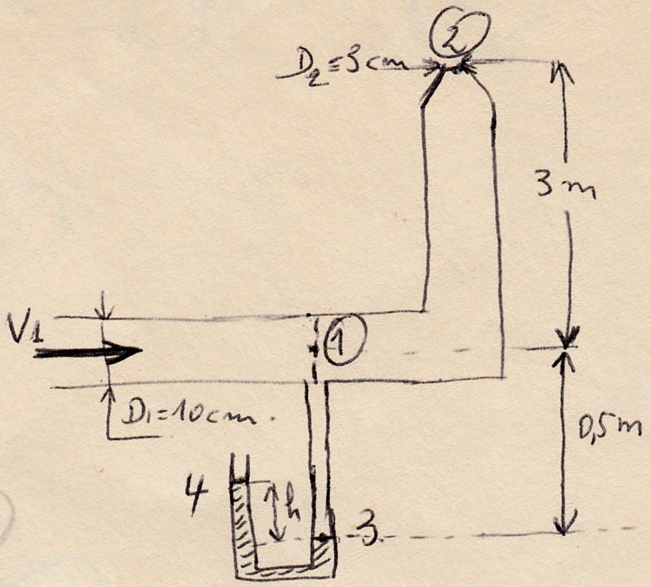
Un jet d'eau de débit volumique Q=35l/s et de diamètre D frappe une plaque plane maintenue perpendiculaire au jet. Si la force exercée par le jet sur la plaque est F=736 N, calculer le diamètre D du jet.



21/06/10

Correction du Contrôle de Rattrapage de la MDF

Exercice 1 (6 pts)



- Calculer la vitesse au pt ②:

En appliquant l'éq de continuité entre ① et ② on trouve :

$$V_1 S_1 = V_2 S_2 \Rightarrow V_1 \cdot \frac{\pi D_1^2}{4} = V_2 \frac{\pi D_2^2}{4} \quad (0{,}5) \quad (0{,}5)$$

$$\therefore V_2 = V_1 \cdot \frac{D_1^2}{D_2^2} = 1 (m/s) \frac{(0{,}1)^2}{(0{,}03)^2} = \quad (0{,}5)$$

$$\boxed{V_2 = 11{,}111 \, m/s} \quad (0{,}5)$$

- Calculer la pression eff. au pt 1

En appliquant l'éq de Bernoulli entre ① et ② :

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (0{,}5)$$

avec

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2 = P_{atm} \\ Z_2 - Z_1 = 3m \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{P_1 - P_{atm} = \rho \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} \right) + \rho g \, (Z_2 - Z_1)} \quad (0{,}5)$$

$$P_{1eff} = 10^3 (kg/m^3) \left(\frac{(11{,}111)^2 - 1^2}{2} \right) + 10^3 \cdot 9{,}81 \, (3)$$

$$\boxed{P_{1eff} = 90657{,}16 \, Pa} \quad (0{,}5)$$

- Calculer h :

En appliquant l'éq de l'hydrostatique entre (1 et 3) ; (3 et 4) on trouve

$$P_3 - P_1 = \rho_e \cdot g \, (Z_1 - Z_3) \quad \text{--- (1)} \quad (0{,}5)$$

$$P_4 - P_3 = \rho g \, (Z_3 - Z_4) \quad \text{--- (2)} \quad (0{,}5)$$

1

$\Rightarrow P_4 - P_1 = \rho_e g (0{,}5) - \rho_M g \cdot h$

$= P_{atm} \Rightarrow P_1 - P_{atm} = P_{1eff} = \rho_M g h - \rho_e g \cdot (0{,}5)$ 0,5

donc : $\boxed{h = \dfrac{P_{1eff} + \rho_e g \cdot 0{,}5}{\rho_M \cdot g}}$ 0,5

$$h = \frac{90657{,}16 + 10^3 \times 9{,}81 \times 0{,}5}{13600 \cdot 9{,}81}$$

$\boxed{h = 0{,}7163\ m = 713{,}3\ mm}$ 0,5

Exercice 2 (10 pts):

1) Expression de la perte de charge :

La perte de charge est donnée par la relation suivante :

$$\Delta H = \frac{U^2}{2g}\lambda\frac{L}{D_H} \quad \text{...} 0{,}5 \text{ pt}$$

mais $U = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{a^2}$ 0,5 0,5

$$\Rightarrow \quad D_H = 4\frac{S}{\text{périmètre mouillé}} \; 0{,}5 \; = 4\frac{a^2}{4a} = a \quad 0{,}5$$

$$\text{et donc } \Delta H = \lambda\frac{\left(\frac{Q}{a^2}\right)^2}{2g}\frac{L}{a} = \lambda\frac{L}{2ga^5}Q^2 \quad 0{,}5$$

2) Pertes de charge pour un débit volumique Q = 2×10^{-4} m^3/s.

Pour calculer ΔH_l on doit calculer λ donc on doit connaitre le régime d'écoulement.

-Régime de l'écoulement : on calcule le nombre de Reynolds

$$R_e = \frac{UD_H}{\nu} = \frac{\frac{Q}{a^2}a}{\nu} = \frac{Q}{\nu a} \quad \text{comme } Q = 2\times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{alors } R_e = \frac{2\times10^{-4}}{10^{-6}\times 0.1} = 2000 \langle 2300 \quad 0{,}5$$

0,5

Donc le régime est laminaire, et le coefficient de pertes de charge est donné par la relation : 0,5

$$\lambda = \frac{64}{R_e} \quad 0{,}5$$

$$\lambda = \frac{64}{2000} = 0.032 \quad 0{,}5$$

Et par conséquents :

$$\Delta H_1 = \lambda\frac{L}{2ga^5}Q^2 = 6.4\,10^{-3}\,m = 6.4\,mm \quad 0{,}5$$

3) Pertes de charge pour un débit volumique Q = 2×10^{-3} m^3/s.

-Régime de l'écoulement : on calcule le nombre de Reynolds

$R_e = \frac{Q}{\nu a}$ comme Q = 2× 10^{-3} m^3/s alors

$$R_e = \frac{2\times10^{-3}}{10^{-6}\times 0.1} = 2\times10^4 > 2300 \text{ .... } 0{,}5$$

Donc le régime est turbulent (0,5)

On calcule le coefficient de frottement λ par la relation de COLEBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2Log_{10}\left[\frac{\varepsilon}{3{,}71 D_H} + \frac{2{,}51}{R_e\sqrt{\lambda}}\right]$$ ....(0,5).....

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2Log_{10}\left[\frac{3.71\times10^{-3}}{3{,}71\times 0.1} + \frac{2{,}51}{2\times10^{4}\sqrt{\lambda}}\right]$$ ....(0,5)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2Log_{10}\left[10^{-2} + \frac{1.255\times10^{-4}}{\sqrt{\lambda}}\right]$$

(1)

On pose $x = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \Rightarrow x = -2Log_{10}\left[10^{-2} + 1.255\times10^{-4}x\right] = 4 - 2Log_{10}\left[1 + 0.01255x\right]$

On utilise la méthode du point fixe,

$x_0 = 0,\quad x_1 = 4,\quad x_2 = 3.9574,\quad x_3 = 3.95789,\quad x_4 = 3.95789$

Donc x=3,95789 et $\lambda = \frac{1}{x^2} = \frac{1}{3.95789^2} = 0.0638$ (0,5)

Ainsi $\Delta H_l = \lambda \frac{L}{2ga^5} Q^2 = 0.0638 \frac{10^3}{2\times10\times0.1^5}\left(2\times10^{-3}\right)^2$

$\Delta H_l = 1{,}276\text{m}$.......... (0,5)

4