Université Frères Mentouri Constantine | Constantine, Le 10/01/2016
Faculté des sciences de la technologie
ST 2-B

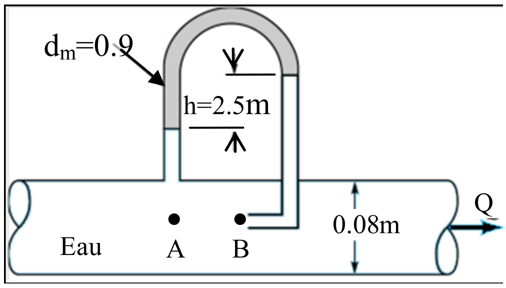
Contrôle de la MDF
(Durée 1H30mn)

Exercice 1

Déterminer les dimensions de la viscosité dynamique et la viscosité cinématique dans le système MLT et leurs unité dans le système SI.

Exercice 2

Un tube de Pitot est placé dans une conduite de Diamètre D=0.08m. Il est relié à un tube manométrique (voir figure ci-contre). La densité du fluide manométrique est d_m=0.9. Le fluide en écoulement est de l'eau.



1-Calculer la différence de pression p_B-p_A.(recopier la figure)

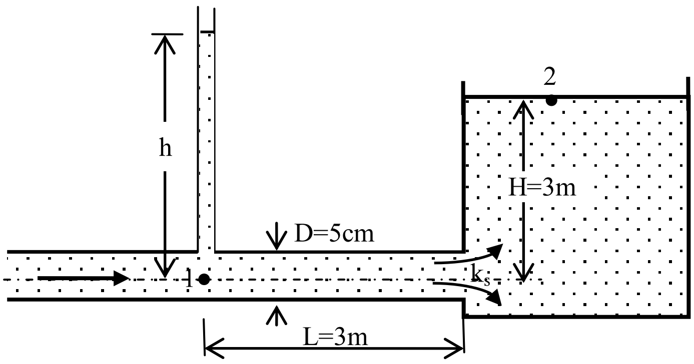
2-Calculer le débit volumique de l'écoulement.

Exercice 3

L'eau s'écoule dans une conduite de diamètre D=5cm avec un débit de 10litres/s comme montré sur la figure ci-dessous. Sa viscosité est 10^{-3}Pa.s. La rugosité de la conduite est ε=0.02mm. Le coefficient de perte de charge à la sortie de la conduite est k_s=1.

1- Calculer la perte de charge totale entre les points 1 et 2.

2- Déterminer la hauteur h de l'eau dans le tube manométrique.



Bonne chance

Contrôle de la MDF

ST2 B

Exercice 1 : 3,5 pts

Déterminer les dimension et l'unité de la viscosité dynamique et cinématique ?

- $[\mu] = ?$ viscosité dynamique

on a.

$$\tau = \mu \frac{dU}{dy} \quad (0{,}5)$$

$$[\mu] = \frac{[\tau][dy]}{[dU]}$$

$$[\tau] = \frac{[F]}{[S]} = \frac{[m][a]}{[L]^2} = \frac{M \cdot L T^{-2}}{L^2} \quad (0{,}25)$$

$$= M \cdot L^{-1} T^{-2} \quad (0{,}5)$$

$$[dy] = L \quad (0{,}25)$$

$$[dU] = L T^{-1} \quad (0{,}25)$$

$$[\mu] = \frac{M L^{-1} T^{-2} \cdot L}{L T^{-1}}$$

$$\boxed{[\mu] = M L^{-1} T^{-1}} \quad (0{,}5)$$

Ds le SI d'unité

$$\boxed{[\mu] = kg\, m^{-1} s^{-1}} \quad (0{,}25)$$

- $[\nu]$: viscosité cinématique : Ds le syst MLT

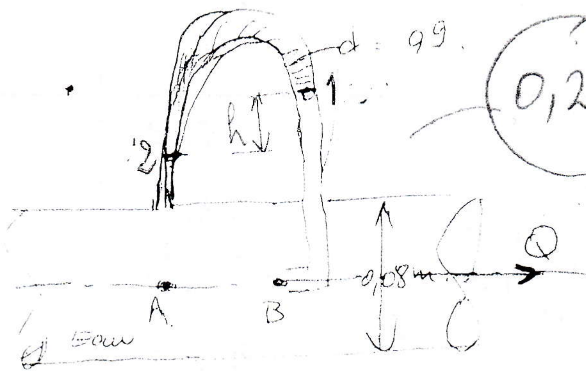
$$[\nu] = \frac{[\mu]}{[\rho]} = \frac{M L^{-1} T^{-1}}{[m]/[Vol]} \quad (0{,}25)$$

$$= \frac{M L^{-1} T^{-1}}{M L^{-3}} \quad (0{,}25) \quad = \boxed{L^2 T^{-1} \cdot [\nu]} \quad (0{,}25)$$

Ds le syst. SI

$$\boxed{[\nu] = m^2 s^{-1}} \quad (0{,}25)$$

Exercice 2 5,5 pt



(0,25)

1 Calculer la différence de pression entre A et B

$$P_B - P_1 = \rho_e g (z_1 - z_B) \quad (0{,}5)$$

$$P_1 - P_2 = \rho_m g (z_2 - z_1) \quad (0{,}5)$$

$$P_2 - P_A = \rho_e g (z_A - z_2) \quad (0{,}5)$$

$$P_B - P_A = \rho_e g (z_1 - z_B) + \rho_m g (z_2 - z_1) + \rho_e g (z_A - z_2)$$

$$= \rho_e g (z_1 - z_B + z_A - z_2) + \rho_m g (z_2 - z_1)$$

on a $z_A = z_B$ (0,25)

$$P_B - P_A = \rho_e g h - \rho_m g h = h(\rho_e - \rho_m) g \quad (0{,}5)$$

$$= 2{,}5 (\rho_e - d_m \rho_e) g \quad (0{,}25)$$

$$P_A - P_B = 2{,}5 (1000 - 900) \times 9{,}81$$

$$= 2452{,}5 \ Pa$$

$$\boxed{P_B = P_A + 2452{,}5 Pa} \quad (0{,}25)$$

(2) Déterminer le débit volumique.

On applique l'éq. de Bernoulli entre A et B

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\rho g} + \cancel{z_A} = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\rho g} + \cancel{z_B} \quad (0{,}5)$$

on a $V_B = 0$ (point d'arrêt) (0,5)

$$V_A = \left(\frac{P_B - P_A}{\ldots} \cdot 2 \right)^{1/2} \quad (0{,}25)$$

$V_A = \sqrt{\left(\frac{2452,5 \times 2}{1000}\right)}$

$V_A = 2,215$ m/s. 0,25

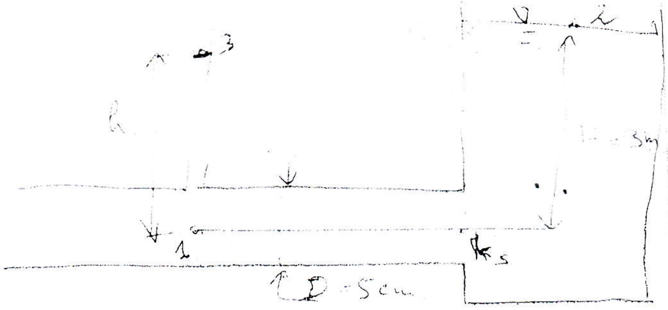
le débit volumique Q :

$Q = \pi \frac{D^2}{4} \cdot V_A$ 0,5

$= \pi \frac{(0,05)^2}{4} \cdot 2,215$

$Q = 0,0111 \frac{m^3}{s}$ 0,5

Exercice N°3 11pts



1. Calculer la perte de charge totale

$\Delta H_{tot_{(1-2)}} = \Delta H_{L_{1-2}} + \Delta H_{S_{1-2}}$ 0,5

$\Delta H_{L_{1-2}} = \lambda \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{L}{D_H}$ 0,5

$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = 4 \cdot \frac{10.10^{-3}}{\pi (0,05)^2} = \boxed{5,092 \text{ m/s} = V}$

$L = 3$ m. 0,5

$D_H = D = 5$ cm $= 0,05$ m.

λ = ? λ dépend du régime de l'écoulement

donc de Re. 0,5

$R_e = \rho \frac{V \cdot D_H}{\mu} = \frac{10^3 \cdot 5,09 \cdot 0,05}{10^{-3}}$ 0,5

$\boxed{R_e = 25,45 \cdot 10^4} > 2300$ 0,5

donc le régime est turbulent

λ est calculé de la formule de Colebrook :

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3,71 D_H} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$ 0,5

$= -2\log\left(\frac{0,02.10^{-3}}{3,71 \cdot 0,05} + \frac{2,51}{25,45.10^4 \sqrt{\lambda}}\right)$

$= -2\log\left(0,108.10^{-3} + \frac{0,098.10^{-4}}{\sqrt{\lambda}}\right)$

$= -2\log\left(1,08.10^{-4} + 0,098 \cdot \frac{10^{-4}}{\sqrt{\lambda}}\right)$ 0,5

on pose $x = \frac{1}{\sqrt{\lambda}}$

$x = -2\log 10^{-4} - 2\log(1,08 + 0,098x)$

$x = 8 - 2\log(1,08 + 0,098x)$

on pose $x_0 = 0 \rightarrow$

$x_1 = 8 - 2\log 1,08 = 7,933$

$x_2 = 7,4621$

$x_3 = 7,4840$

$x_4 = 7,483$

$x_4 = 7,483$

$x_5 = 7,483 \rightarrow$ 1

$\lambda = \frac{1}{x_5^2} = \frac{1}{7,483^2} = \boxed{0,0178 = \lambda}$ 0,5

donc

$\Delta H_L = 0,0178 \cdot \frac{(5,092)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \frac{3}{0,05}$

$\boxed{\Delta H_L = 1,411 \text{ m}}$ 0,5

$\Delta H_S = k_s \frac{V^2}{2g}$ 0,5

$= 1 \frac{(5,092)^2}{2 \cdot 9,81} =$

$\boxed{\Delta H_S = 1,321 \text{ m}}$ 0,5

$\Delta H_{tot} = 1,411 + 1,321$

$\boxed{\Delta H_{tot} = 2,732 \text{ m}}$ 0,25

- La hauteur h :

$P_1 - P_3 = \rho_e g (z_3 - z_1)$ 0,5

$P_1 = ?$

$P_3 = P_{atm}$. 0,25

$z_3 - z_1 = h$. 0,25

donc :

$$\boxed{h = \frac{P_1 - P_{atm}}{\rho_e \cdot g}}$$ 0,5

- Calculer $P_1 - P_{atm}$.

On applique l'éq. de Bernoulli entre 1 et 2 :

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + z_1 = \frac{\cancel{V_2^2}}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \Delta H_{tot}$$ 0,5

$V_1 = 5,092\,m/s$.

$V_2 = 0$ (~~gra~~ surface d'un réservoir) 0,25.

$P_2 = P_{atm}$. 0,25

$z_2 - z_1 = H = 3\,m$ 0,25

$\Delta H_{tot} = 2,732$.

donc.

$$\frac{P_1 - P_{atm}}{\rho g} = H + \Delta H_{tot} - \frac{V_1^2}{2g}$$

$$\boxed{h = H + \Delta H_{tot} - \frac{V_1^2}{2g}}$$ 0,5

$$h = 3\,m + 2,732 - \frac{5,092^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$\boxed{h = 4,41\,m.}$$ 0,5