Université des Sciences et de la Technologie d'Oran – Mohammed Boudiaf
Faculté de Chimie – Département de Chimie Physique
Examen Final de Mécanique des Fluides – L2 HSI 22/02/2022 - **Durée : 01h30min**

Questions de Cours (4 Pts)

1- Donner la relation du coefficient de la compressibilité et expliquer comment savoir si le fluide est compressible ou pas ?
2- Ecrire l'équation de continuité entre deux point 1 et 2 dans une conduite circulaire et exprimer V_1 en fonction de V_2, d_1 et d_2.

Exercice 1 (4 Pts)

1- Déterminer le poids volumique (ϖ) de l'essence sachant que sa densité d = 0,7
2- Calculer le poids d'un volume V = 4 litres d'huile d'olive ayant une densité d = 0,918
3- Calculer le poids, la masse volumique et la densité d'une huile qui pèse 5080 kg dans un volume de 6 m^3.

Exercice 2 (6 Pts)

On considère un récipient avec 2 tuyaux contenant de l'eau (ρ_e) et de l'huile (ρ_h) selon le schéma (figure 2).

1- Exprimer h_3 en fonction de h_1, h_2 ρ_e et ρ_h.

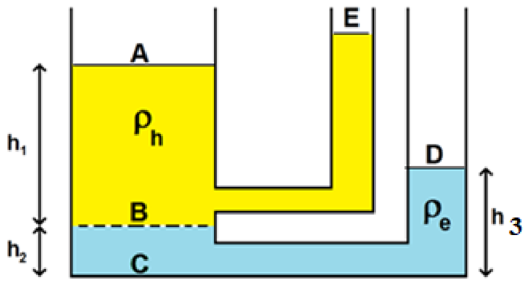

Figure 2

Exercice 3 (6 Pts)

Un fluide parfait incompressible s'écoule dans une conduite de section principale S_A et d'un diamètre subit un étranglement en B où sa section est S_B. On désigne $\alpha = S_A/S_B$ le rapport des deux sections.

1- Ecrire l'équation de continuité. En déduire l'expression de la vitesse V_B en fonction de V_A et α
2- Ecrire la relation de Bernoulli entre les deux points A et B. En déduire l'expression de la différence de pression (P_A-P_B) en fonction de ρ, V_A et α
3- Calculer la vitesse V_A pour $\alpha = 2$ et h = 10 mm
4- Calculer le débit volumique de l'écoulement si le diamètre D_A = 50 mm

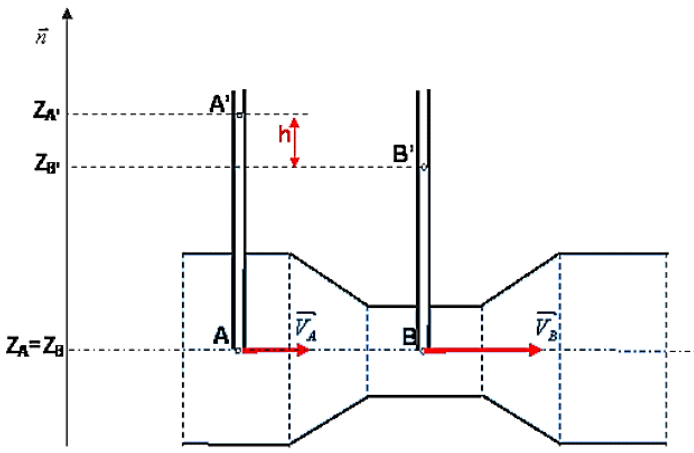

Figure 3

<u>NB : Test entre Exercice 2 et 3.</u>

BON COURAGE

Mr BENTATA

SOLUTION

Réponses aux questions de cours :

1- La relation du coefficient de compressibilité :

$$\beta = -\frac{dV}{V.dP} \qquad (1)$$

Le fluide est compressible si β > 0. le fluide est incompressible quand β = 0 (1)

2- Equation de continuité entre deux points 1 et 2 :

$$Q_v = S_1V_1 = S_2V_2 = \frac{\pi d_1^2}{4}V_1 = \frac{\pi d_2^2}{4}V_2 \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \Leftrightarrow V_1 = V_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \qquad (2)$$

Exercice 1 :

1- Calcul du Poids volumique de l'essence (d_{ess} = 0,7) :

$$\rho_{ess} = \rho_{eau}.d_{ess} = 1000 * 0,7 = 700\ Kg/m^3 \qquad (0,5)$$

$$\varpi_{ess} = \rho g = 700 * 9,81 = 6860\ N/m^3 \qquad (0.5)$$

2- Calcul du Poids de l'huile d'olive (V = 4l = 0,004 m^3, d = 0,918) :

$$\rho_{ho} = \rho_{eau}.d_{ho} = 1000 * 0,918 = 918\ Kg/m^3 \qquad (0,5)$$

$$\rho_{ho} = \frac{m}{V} = \frac{G/g}{V} \Leftrightarrow G = \rho_{ho}.V.g = 918 * 0,004 * 9,81 = 360,22\ N \qquad (1)$$

3- Calcul du poids, la masse volumique et la densité d'une huile (m = 5080 Kg, V = 6 m^3) :

$$G = m.g = 5080 * 9,81 = 46636,4\ N \qquad (0,5)$$

$$\rho_h = \frac{m}{V} = \frac{5080}{6} = 846,66\ \frac{Kg}{m^3} \qquad (0,5)$$

$$d = \frac{\rho_h}{\rho_{eau}} = \frac{846,66}{1000} = 0,84666 \qquad (0,5)$$

Exercice 2 :

1- Expression de h_3 en fonction de h_1, h_2, ρ_h et ρ_e :

En appliquant l'équation fondamentale de l'hydrostatique au fond du récipient, on peut écrire :

$$P_C = P_A + \rho_h.g.h_1 + \rho_e.g.h_2 \qquad (0,5)$$

$$P_c = P_D + \rho_e.g.h_3 \qquad (0,5)$$

$$\Rightarrow P_A + \rho_h.g.h_1 + \rho_e.g.h_2 = P_D + \rho_e.g.h_3 \qquad \text{(I)} \qquad (1)$$

Vu que les tuyaux du récipient sont ouverts, les deux pressions P_A et P_D sont égales à la pression atmosphérique P_{atm}. (0,5)

L'équation (I) devient donc :

$$P_{atm} + g.(\rho_h.h_1 + \rho_e.h_2) = P_{atm} + g.(\rho_e.h_3) \qquad (0,5)$$

$$\Rightarrow (\rho_h.h_1 + \rho_e.h_2) = \rho_e.h_3 \qquad (1)$$

$$\Rightarrow h_3 = \frac{\rho_h.h_1 + \rho_e.h_2}{\rho_e} \qquad (2)$$

Exercice 3 :

1- Equation de continuité, V_B en fonction de V_A et α :

$S_A.V_A = S_B.V_B \iff V_B = V_A.\frac{S_A}{S_B} \iff V_B = V_A.\alpha$ (0,5)

2- Relation de Bernoulli entre les des deux points A et B, en déduire ($P_A - P_B$) en fonction de ρ, V_A et α :

En appliquant le théorème de Bernoulli entre les deux points A et B, on a :

$\frac{P_A}{\rho g} + \frac{V_A^2}{2g} + Z_A = \frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + Z_B$ (0,5)

$\Rightarrow P_A + \frac{1}{2}\rho V_A^2 + \rho g Z_A = P_B + \frac{1}{2}\rho V_B^2 + \rho g Z_B$ (I) (0,5)

Vu que les deux points A et B se trouve dans le même plan horizontal, donc : $Z_A = Z_B$. De plus nous avons $V_B = \alpha V_A$ (réponse 1) (0,5)

L'équation (I) devient donc :

$(P_A - P_B) = \frac{1}{2}\rho(\alpha V_A)^2 - \frac{1}{2}\rho V_A^2$ (0,5)

$(P_A - P_B) = \frac{1}{2}\rho V_A^2(\alpha^2 - 1)$ (0,5)

3- Calcul de la vitesse V_A pour α = 2 et h = 10 mm = 0,01 m :

$V_A = \sqrt{\frac{(P_A - P_B}{\frac{1}{2}\rho(\alpha^2-1)}}$ (0,5)

Dans la partie statique, on peut écrire : (PA – PB) = ρgh, donc : (0,5)

$V_A = \sqrt{\frac{\rho g h}{\frac{1}{2}\rho(\alpha^2-1)}} = \sqrt{\frac{2gh}{\alpha^2-1}} = \sqrt{\frac{2*9.81*0,01}{2^2-1}} = 0,256\ m/s$ (1)

4- Calcul du débit volumique pour D_A = 50 mm = 0,05 m :

$Q_v = S_A.V_A = \frac{\pi D_A^2}{4}.V_A = \frac{\pi(0,05)^2}{4}(0,256) = 0,0005\ \frac{m^3}{s} = 0,5\ \frac{l}{s}$ (1)