

Ressources Educatives Libres

CORRIGE DE TRAVAUX DIRIGES DE DYNAMIQUE DES FLUIDES REELS INCOMPRESSIBLES

Université Nationale des Sciences,
Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey



Novembre 2023

Exercice 1

1- Calculons le poids total P_0 de la ~~plate~~ forme.

$P_0 = P_p + 3P_b$ avec P_p le poids de la plaque et P_b le poids d'une poutre.

$$P_p = M_c g$$

$$P_b = M_b g = \frac{\pi d^2}{4} L \rho_b g$$

$$P_0 = \left(M_c + 3 \frac{\pi d^2}{4} L \rho_b \right) g \quad \text{AN:}$$

$$P_0 = \left(350 + 3 \frac{3,14 \times (0,5)^2}{4} \times 700 \times 4 \right) 9,81$$

$$\underline{\underline{P_0 = 19605,285 \text{ N}}}$$

2- Ecrivons l'équation d'équilibre

A l'équilibre, on a:

$$\vec{P}_0 + \vec{P}_{\text{Arch}} = \vec{0}$$

En intensité, on a:

$$P_0 - P_{\text{Arch}} = 0$$

$$\boxed{P_0 = P_{\text{Arch}}}$$

3- Déduisons la fraction $F(\%)$

$$F = \frac{V_{\text{immer}}}{V_T} \times 100 \quad \text{avec } V_{\text{immer}} = V_{\text{immer}}$$

$$V_{\text{immer}} = V_{\text{immer}1} + V_{\text{immer}2} + V_{\text{immer}3}$$

c'est-à-dire le volume total des trois poutres immergés et V_T le volume

total des trois poutres.

$$P_0 = V_{\text{immer}} \cdot \rho_{\text{mer}} \cdot g$$

$$V_{\text{immer}} = \frac{P_0}{\rho_{\text{mer}} g} = \frac{M_c + 3 \frac{\pi d^2}{4} \rho_b L}{\rho_{\text{mer}}}$$

$$V_{\text{immer}} = \frac{19605,285}{1027 \times 9,81} = 1,95 \text{ m}^3$$

$$V_T = 3 \frac{\pi d^2}{4} L \quad \text{AN:}$$

$$V_T = \frac{3 \times 3,14 \times (0,5)^2}{4} \times 4$$

$$V_T = 2,355 \text{ m}^3$$

$$F = \frac{(M_c + 3 \frac{\pi d^2}{4} L \rho_b)}{\rho_{\text{mer}} \pi d^2 L} \times 100$$

$$\boxed{F = \frac{4 M_c + 3 \pi d^2 \rho_b L}{3 \rho_{\text{mer}} \pi d^2 L} \times 100}$$

$$F = \frac{1,95}{2,355} \times 100$$

$$\underline{\underline{F = 82,80\%}}$$

4- Déterminons la masse M_c max

$$P_0 + M_c' g = P_{\text{Arch}} \quad (\text{Poutres totalement immergées})$$

$$P_0 + M_c' g = 3 \frac{\pi d^2}{4} L \rho_{\text{mer}} g$$

$$\boxed{M_c' = \frac{3 \pi d^2 L \rho_{\text{mer}} g - 4 P_0}{4 g}} \quad \text{AN:}$$

$$M_c' = \frac{3 \times 3,14 \times (0,5)^2 \times 4 \times 1027 \times 9,81 - 4 \times 19605,285}{4 \times 9,81}$$

$$\underline{\underline{M_c' = 420,085 \text{ kg}}}$$

$$1 = \frac{4(M_c + M_c') + 3\pi d^2 p_b L}{3 p_{mer} \pi d^2 L}$$

$$M_c' = \frac{3 p_m \pi d^2 L - 3\pi d^2 p_b L}{4} - M_c$$

Exercice 2

1- Calculons le poids P_1 de la sphère

$$P_1 = m_1 g = V_1 \rho_1 g$$

$$P_1 = \frac{4\pi R_1^3}{3} \rho_1 g \quad \text{AN:}$$

$$P_1 = 9,81 \times (10 \cdot 10^{-3})^3 \times \frac{4}{3} \times 3,14 \times 11340$$

$$\underline{P_1 = 0,47 \text{ N}}$$

2- Déterminons la poussée d'Archimède

$$P_{\text{Arch}} = V_{\text{imm}} \times \rho_{\text{fluide}} \times g$$

$$= \rho_{\text{fluide}} \times \frac{4\pi R^3}{3} \times g$$

$$= 1027 \times \frac{4 \times \pi \times (10^{-2})^3}{3} \times 9,81$$

$$\underline{P_{\text{Arch}} = 0,042 \text{ N}}$$

3- Ecrivons l'équation

A l'équilibre, on a:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_{\text{Arch}} + \vec{T} = \vec{0}$$

En intensité, on a:

$$\boxed{-P_1 + P_{\text{Arch}} + T = 0}$$

Déduisons la tension T du fil

De l'équation précédente, on a:

$$T = P_1 - P_{\text{Arch}}$$

$$= 0,47 - 0,042$$

$$\underline{T = 0,428 \text{ N}}$$

4- Le poids P_2 du flotteur

$$P_2 = V_{\text{flotteur}} \times \rho_2 \times g$$

$$P_2 = \frac{4\pi}{3} [R^3 - (R-e)^3] \times \rho_2 \times g$$

$$P_2 = \frac{4\pi}{3} (35 \cdot 10^{-3})^3 - (35 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3})^3 \times 500 \times 9,81$$

$$\underline{P_2 = 0,326 \text{ N}}$$

5- Ecrivons l'équation

A l'équilibre, on a:

$$\vec{P}_{\text{Arch}} + \vec{P}_2 + \vec{T} = \vec{0}$$

En intensité, on a:

$$\boxed{P_{\text{Arch}} - P_2 - T = 0}$$

Déduisons la poussée d'Archimède

$$\boxed{P_{\text{Arch}} = P_2 + T}$$

$$\underline{P_{\text{Arch}} = 0,754 \text{ N}}$$

6- Déduisons la fraction $F\%$

$$P_{\text{Arch}} = \rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{imm}} \times g$$

$$V_{\text{imm}} = \frac{P_{\text{Arch}}}{\rho_{\text{fluide}} \cdot g} \quad \text{AN}$$

$$V_{\text{imm}} = \frac{0,754}{1027 \times 9,81}$$

$$\underline{V_{\text{imm}} = 7,48 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$V_T = \frac{4\pi R^3}{3} = \frac{4 \times 3,14 \times (35 \cdot 10^{-3})^3}{3} = 1,80 \cdot 10^{-4}$$

$$\underline{V_T = 1,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}$$

$$F = \frac{V_{\text{imm}}}{V_T} = \frac{7,48 \cdot 10^{-5}}{1,80 \cdot 10^{-4}} \times 100 ; \underline{F = 41,55\%}$$

$$\boxed{\lambda = 0,316 \times Re^{-0,25}} \quad \text{AN:}$$

$$\lambda = 0,316 \times 2720^{-0,25}$$

$$\underline{\lambda = 4,37 \cdot 10^{-2}}$$

5 - Perte de charge linéaire J_L

$$\boxed{J_L = -\lambda \frac{V^2}{2} \left(\frac{L}{d} \right)} \quad \text{AN:}$$

$$J_L = -4,37 \cdot 10^{-2} \left(\frac{13,6^2}{2} \right) \left(\frac{0,5}{5 \cdot 10^{-2}} \right)$$

$$\underline{J_L = -404,1376 \text{ J/kg}}$$

6 - Perte de charge singulière J_S

$$\boxed{J_S = -K_S \frac{V^2}{2}}$$

$$J_S = -0,45 \times \frac{13,6^2}{2}$$

$$\underline{J_S = -41,616 \text{ J/kg}}$$

7 - Déterminons la puissance

utilisée nette P_n

D'après le théorème de Bernoulli

$$\frac{V_B^2 - V_A^2}{2} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + g(z_B - z_A) = J_L + J_S + \frac{P_n}{Q_m}$$

$$\frac{V_B^2}{2} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + gL - J_L - J_S = \frac{P_n}{Q_m}$$

$$\boxed{P_n = Q_m \left(\frac{V_B^2}{2} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + gL - J_L - J_S \right)}$$

$$P_n = 0,240 \left(\frac{13,6^2}{2} + \frac{700182,784 - 1,013 \cdot 10^5}{900} + 9,81 \times 0,5 + 404,1376 + 41,616 \right)$$

$$\underline{P_n = 290,078 \text{ Watts}}$$

Exercice 3

Partie 1

1- Calculons la vitesse d'écoulement V_B

$$qV = S V_B \text{ or } S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$qV = \frac{\pi d^2}{4} V_B$$

$$\boxed{V_B = \frac{4qV}{\pi d^2}} \quad \text{AN:}$$

$$V_B = \frac{4 \times 0,267 \cdot 10^{-3}}{\pi \times (5 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$\underline{V_B = 13,6 \text{ m/s}}$$

2- Déterminons la vitesse $V_{B'}$

$$\boxed{V_{B'} = \frac{4qV}{\pi D^2}} \quad \text{AN:}$$

$$V_{B'} = \frac{4 \times 0,267 \cdot 10^{-3}}{\pi \times (0,1)^2}$$

$$\underline{V_{B'} = 0,034 \text{ m/s}}$$

3- Calculons la pression d'huile

$P_{B'}$ au point B'

$$P_{B'} = \frac{F}{S} \text{ or } S = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\boxed{P_{B'} = \frac{4F}{\pi D^2}} \quad \text{AN:}$$

$$P_{B'} = \frac{4 \times 6151}{\pi \times (0,1)^2}$$

$$\underline{P_{B'} = 783169,644 \text{ Pa}}$$

4- Calculons la pression P_B

D'après le théorème de Bernoulli,
on a:

$$\frac{V_{B'}^2}{2} + \frac{P_{B'} - P_B}{\rho} + g(z_{B'} - z_B) = 0 \quad \text{or } z_{B'} = z_B$$

$$\frac{V_{B'}^2}{2} + \frac{P_{B'} - P_B}{\rho} = 0$$

$$\boxed{P_B = P_{B'} + \frac{\rho(V_{B'}^2 - V_B^2)}{2}}$$

$$P_B = 783169,644 + \frac{900(0,034^2 - 13,6^2)}{2}$$

$$\underline{P_B = 700182,784 \text{ Pa}}$$

Partie 2

1- Débit massique q_m de la pompe

$$\boxed{q_m = \rho qV} \quad \text{AN:}$$

$$q_m = 900 \times 0,267 \cdot 10^{-3}$$

$$\underline{q_m = 0,240}$$

2- Calculons le nombre de Reynolds

$$\boxed{Re = \frac{Vd}{\nu}} \quad \text{AN:}$$

$$Re = \frac{13,6 \times 5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-6}}$$

$$\underline{Re = 2720}$$

3- Nature

On a: $2000 < Re$ et $2000 < Re < 10000$
donc l'écoulement est turbulent
lissé

4- Coefficient de perte de charge
linéaire