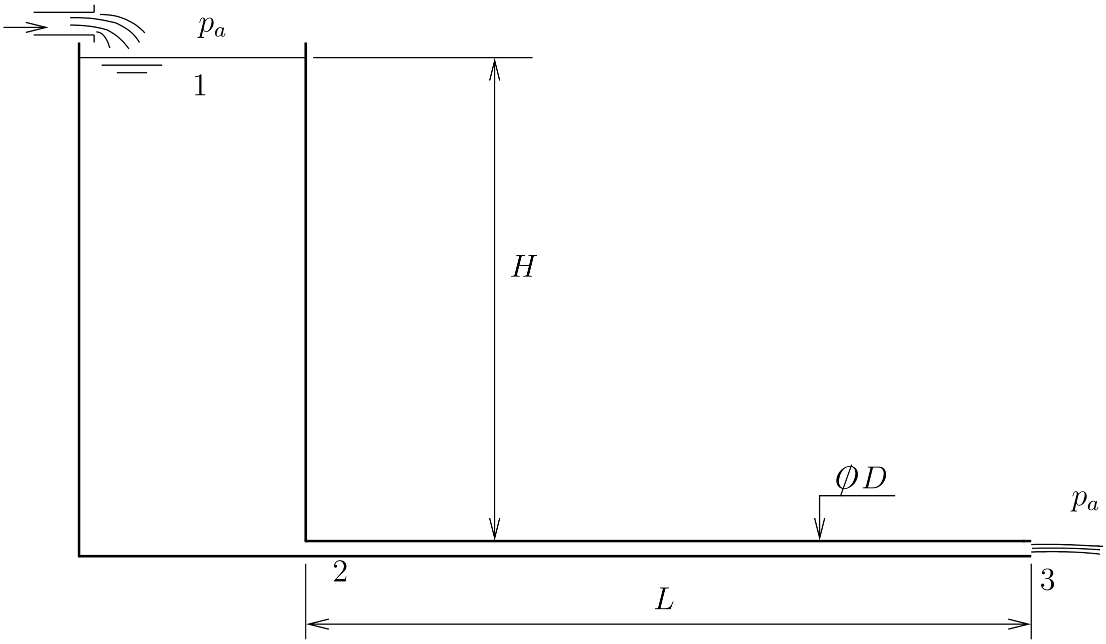
Exercice n°1 – Chateau d'eau - 10.5 pts



La conservation du débit volumique donne, avec v la vitesse moyenne du fluide dans la conduite :

$$q_v = Sv = \frac{\pi D^2}{4} v$$

.... **[1]**

En écrivant Bernoulli sur le tube de courant :

$$\begin{aligned}
X_3 &= X_2 - \Delta X_r \\
X_2 &= X_1 - \Delta X_s \\
\Longrightarrow \quad X_3 &= X_1 - \Delta X_r - \Delta X_s \\
\Longrightarrow \quad p_a + \rho g z_3 + \frac{1}{2}\rho v^2 &= p_a + \rho g z_1 - \Delta X_r - \Delta X_s \\
\Longrightarrow \quad \frac{1}{2}\rho v^2 + \Delta X_r + \Delta X_s &= \rho g H \\
\Longrightarrow \quad \frac{1}{2}\rho v^2 + \lambda \frac{L}{D}\frac{1}{2}\rho v^2 + \xi \frac{1}{2}\rho v^2 &= \rho g H \\
\Longrightarrow \quad \left(1 + \lambda \frac{L}{D} + \xi\right)\frac{1}{2}\rho v^2 &= \rho g H
\end{aligned}$$

.... **[3]**

1) En l'absense de toute perte de charge ($\xi = 0$, $\lambda = 0$), on a :

$$\frac{1}{2}\rho v^2 = \rho g H \quad \Longrightarrow \quad v = \sqrt{2gH} = 12.53 \text{ m.s}^{-1}$$

.... **[1]**

2) Le nombre de Reynolds et le coefficient de perte de charge régulière serait alors :

$$\mathcal{R} = \frac{vD}{\nu} = 2\,004\,539 > 10^5 \quad \Longrightarrow \quad \lambda = \left[2\log\left(3.71\frac{D}{\varepsilon}\right)\right]^{-2} = 0.02839 \quad \Longrightarrow \quad \lambda\frac{L}{D} = 5.32$$

.... **[1.5]**

3)

$$v = \sqrt{\frac{2gH}{\left(1+\lambda\frac{L}{D}+\xi\right)}} = 4.796 \text{ m.s}^{-1} \quad \Longrightarrow \quad \mathcal{R} = \frac{vD}{\nu} = 767\,369 > 10^5$$

donc pas de changement pour λ

$$\Longrightarrow \quad q_v = 0.096 \text{ m}^3.\text{s}^{-1} = 96.4 \text{ l.s}^{-1} = 5786 \text{ l.mn}^{-1}$$

.... **[4]**

Exercice n°2 – Stradale de Dallara - 9.5 pts

1)

$$P = \frac{1}{2}\rho S C_z v^2 \quad \Longrightarrow \quad C_z = \frac{2P}{\rho c L v^2} = 1.249$$

.... **[1]**

$$\mathcal{R} = \frac{vc}{\nu} = 1.998\,10^6 \approx 2 \,.\, 10^6$$

.... **[0.5]**

Les courbes permettent d'obtenir l'incidence $\alpha \approx 10.4°$; L'incidence supérieur à 12° est illogique vu qu'elle augmente la trainée. Pour cette incidence de 10.4°, le coefficient de trainée est $C_x \approx 0.0200$ et la trainée est : .... **[1]**

$$T = \frac{1}{2}\rho S C_x v^2 = 32.4 \text{ N}$$

.... **[1]**

La puissance perdue par cette trainée est :

$$\mathcal{P} = Tv = 2521 \text{ W}$$

.... **[1]**

soit 0.86 % de la puissance maximum du moteur. .... **[0.5]**

2) Le nouveau nombre de Reynolds est

$$\mathcal{R} = \frac{vc}{\nu} = 0.999 \,.\, 10^6 \approx 10^6$$

.... **[0.5]**

Le graphe donne les coefficients de trainée $C_x = 0.0300$ à 0.0035 et de (dé)portance $C_z = 1.20$ à 1.22 qui permettent de calculer : .... **[1.5]**

$$P = \frac{1}{2}\rho S C_z v^2 = 486.2 \text{ N à } 494.3 \text{ N}$$

$$T = \frac{1}{2}\rho S C_x v^2 = 12.16 \text{ N à } 14.18 \text{ N}$$

.... **[1.5]**

La nouvelle puissance perdue par cette trainée est :

$$\mathcal{P} = Tv = 472.7 \text{ W à } 551.5 \text{ W}$$

.... **[1]**

Rem : La portance a été divisée par environ 4.24 *(ou* 4.16*), la trainée par* 2.37 *(ou* 2.65*) et la puissance par* 4.73 *(ou* 5.33*).*