Université Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Technologie
ST2 - B

Le 30/01/2019

Contrôle de la Mécanique Des Fluides

(Durée 1h30min)

2,5pt

Exercice 1: Calculer la pression effective en bar d'un plan à une profondeur de 5 m dans un réservoir à surface libre rempli d'huile de densité 0.7.

-Si le baromètre indique une pression de 1.013bar, quelle est la pression absolue de ce plan?.

التمرين 1 احسب الضغط الفعال بالبار لمستو على عمق 5m في خزان سطحه حر مملوء بزيت كثافتها 0.7.

- إذا كان بارومتر يشير إلى ضغط 1.013bar ، ما هو الضغط المطلق في هذا المستوي؟

3pt

Exercice 2 L'eau pénètre dans un réservoir par deux tuyaux de débit Q_1=360 ℓ/min et une vitesse V_2=0.25m/s à travers une conduite de 25cm de diamètre. (Figure.1).

- Si le niveau de l'eau dans le réservoir reste constant, calculer la vitesse V_3 de l'écoulement sortant de la conduite de diamètre 20 cm

التمرين 2 يدخل الماء خزان من خلال أنبوبين بمعدلات Q_1=360 ℓ/min و سرعة V_2=0.25m/s عبر انبوب قطره 25cm (الشكل 1)

-إذا كان مستوى الماء في الخزان ثابتًا، احسب سرعة التدفق V_3 عبر أنبوب قطره 20 سم.

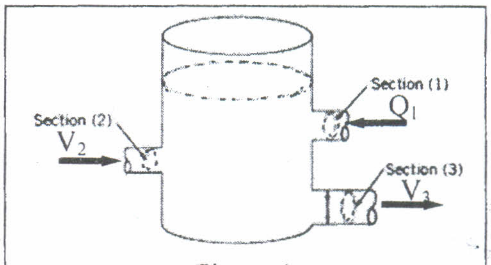


Figure 1

7pt

Exercice 3: Un grand réservoir ouvert contient de l'eau comme indiqué sur la figure 2. L'eau s'écoule du réservoir et se rejette dans l'atmosphère par un tuyau de 10cm de diamètre.

- Calculer le débit d'écoulement
- Si les pressions en A et B sont égales, calculer le diamètre d, dans le rétrécissement de la conduite en A et la vitesse .

التمرين 3 يحتوي خزان كبير مفتوح على الماء كما هو موضح في الشكل 2. يتدفق الماء من الخزان ويصرف في الغلاف الجوي من خلال أنبوب قطره 10سم

- احسب تدفق السيلان.
- إذا كان الضغط في A و B متساويين.احسب القطر d، في مضيق الأنبوب في A و السرعة.

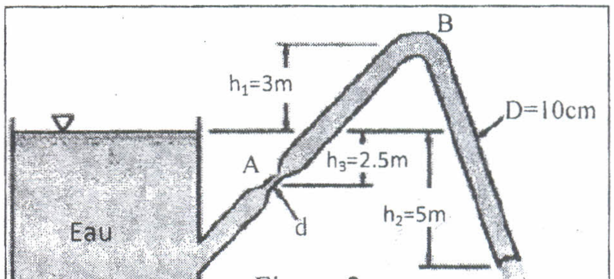


Figure 2

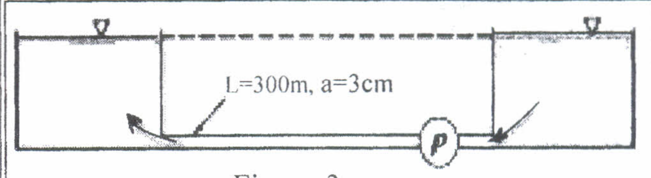


Figure 3

7,5pts

Exercice 4: Une huile de densité d_h= 0.89 et de viscosité μ=0.02Pa.s est pompée d'un grand réservoir ouvert, à un autre à la même altitude (figure 3), à travers une conduite de section **carrée** de côté a=3cm et de longueur L=300m.

- Calculer les pertes de charges et la puissance maximale de la pompe pour que l'écoulement reste **laminaire**.

التمرين 4 زيت ذات كثافة d_h= 0.89 ولزوجة μ=0.02Pa s ضخت. من خزان كبير مفتوح إلى خزان آخر عند نفس الارتفاع (شكل 3) عبر أنبوب ذي مقطع مربع ضلعه a=3cm وطوله L=300m.

- احسب ضياع الحمولة و الاستطاعة القصوى للمضخة كي يبقى التدفق صفائحي؟.

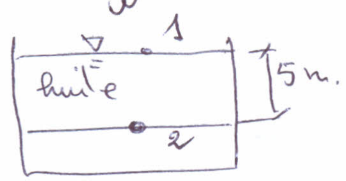
بالتوفيق

ST2 - B
2018 - 2019

Exercice 1 (2,5 pts)

- Calculer la pression effective :

$P_2 - P_1 = \rho_h g (z_1 - z_2)$



$P_2 - P_{atm} = \rho_h g h$ (0,5)

$P_{2eff} = \rho_e \cdot d_h g h$ (0,5)

$= 1000 (kg/m^3) \cdot 0{,}7 \cdot 9{,}81 (N/kg) \cdot 5m$

$\boxed{P_{2eff} = 34335\ Pa = 0{,}343\ bar}$ (0,25) (0,125)

- La pression absolue :

Le baromètre indique la pression atmosphérique $\Rightarrow P_{atm} = 1{,}013$ bar.

$P_{2abso} = P_{eff} + P_{atm}$ (0,5)

$= 0{,}343 + 1{,}013 = 1{,}356$ bar (0,5)

Exercice 2 : (3)

. Calculer la vitesse V_3 :

Suivant le principe de conservation de masse et l'éq de continuité on a :

$\Sigma Q_{entrant} = \Sigma Q_{sortant}$:

$Q_1 + Q_2 = Q_3$ (0,5)

$Q_1 = 360\ l/min = \frac{360}{60} \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} = 0{,}006 \frac{m^3}{s}$ (0,25)

$Q_2 = V_2 \cdot \frac{\pi d_2^2}{4}$ (0,5)

$= 0{,}25 \left(\frac{m}{s}\right) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0{,}25\ m)^2$

$Q_2 = 0{,}0123\ m^3/s$. (0,5)

$\therefore Q_3 = V_3 \cdot \frac{\pi d_3^2}{4}$ (0,5)

donc : $V_3 = \frac{4 (Q_1 + Q_2)}{\pi d_3^2}$ (0,5)

(ou bien $V_3 = \frac{4 \left(Q_1 + V_2 \frac{\pi d_2^2}{4}\right)}{\pi d_3^2}$)

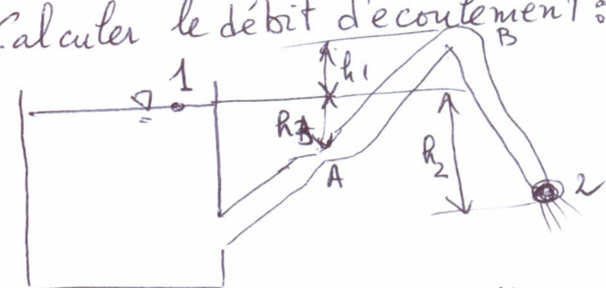
$\therefore V_3 = \frac{4 (0{,}006 + 0{,}0123) (m^3/s)}{\pi (0{,}20 m)^2}$

$\boxed{V_3 = 0{,}58\ m/s}$ (0,25)

[si Q_2 n'est pas calculé V_3 est noté sur (0,75)]

Exercice 3 : (7 pts)

. Calculer le débit d'écoulement : Q :



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

$\frac{\cancel{U_1^2}}{2g} + \frac{\cancel{P_1}}{\rho g} + Z_1 = \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + Z_2$ (0,5)

$U_1 = 0$ (surface d'un grand réservoir) (0,5)

$P_1 = P_2 = P_{atm}$ (0,5)

$Z_1 - Z_2 = h_2 = 5m$ (0,5)

$\therefore U_2 = \sqrt{2g(Z_1 - Z_2)} = \sqrt{2 g h_2}$ (0,5)

$U_2 = \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 5} = \boxed{9{,}90\ m/s = U_2}$ (0,5)

- Le débit $Q = U_2 A_2 = U_2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}$ 0,5

$Q = 9{,}90 (m/s) \cdot \frac{\pi}{4} (0{,}1)^2$

$\boxed{Q = 0{,}0778\ m^3/s}$ 0,5

- Calculer le diamètre d :

on a :

$Q = Q_A = U_A \cdot \frac{\pi d^2}{4}$ 0,5

donc : $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi U_A}}$

Pour calculer U_A on utilise l'éq de Bernoulli entre A et B :

$\frac{U_A^2}{2g} + \cancel{\frac{P_A}{\rho g}} + Z_A = \frac{U_B^2}{2g} + \cancel{\frac{P_B}{\rho g}} + Z_B$ 0,5

$P_A = P_B$ 0,25

$\therefore U_A = \sqrt{U_B^2 + 2g(Z_B - Z_A)}$ 0,25

$U_B = U_2$ (même conduite) $= 9{,}9\ m/s$ 0,25

$Z_B - Z_A = h_1 + h_3 = 3 + 2{,}5 = 5{,}5\ m$ 0,25

$\therefore U_A = \sqrt{9{,}9^2 + 2 \times 9{,}81 \times 5{,}5}$

$\boxed{U_A \approx 14{,}35\ m/s}$ 0,5

donc : $d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0778}{\pi \cdot 14{,}35}}$ 0,5

$= 0{,}083\ m = \boxed{8{,}3\ cm = d}$

Exercice 4 : 7,5

Pour un écoulement ~~Calculer~~

Laminaire ⇒ $Re \leq 2300$ 0,5

- Calculer les pertes de charge :

$\Delta H_L = \lambda \cdot \frac{U^2}{2g} \cdot \frac{L}{D_H}$ 0,5

$\lambda = \frac{64}{Re}$ 0,5

$U = ?$ on a : $Re = \rho \cdot \frac{U \cdot D_H}{\mu}$ 0,5

$\therefore U = \frac{Re \cdot \mu}{\rho D_H}$ 0,25

$D_H = 4 \frac{S}{Per} = 4 \cdot \frac{(a^2)}{4a} = \boxed{a = D_H}$ 0,5

$\therefore \Delta H_L = \frac{64}{Re} \cdot \frac{Re^2 \cdot \mu^2}{2g\rho^2 \cdot a^2} \cdot \frac{L}{a}$

$\Delta H_L = 32 \cdot Re \cdot \frac{\mu^2}{g \cdot \rho^2} \cdot \frac{L}{a^3}$

où $\rho = \rho_{eau}\ d_h = 890\ kg/m^3$ 0,5

Pour un écoulement Laminaire $Re \leq 2300$ donc :

$\Delta H_L \leq 32 \cdot 2300 \cdot \frac{[0{,}102 (Pa.s)]^2 \cdot 300 (m)}{9{,}81 \left(\frac{N}{kg}\right) \left(890 \frac{kg}{m^3}\right)^2 (0{,}03)^3}$

$\boxed{\Delta H_L \leq 42{,}1\ m}$ 0,75

(on accepte $\Delta H_L = 42{,}1\ m$)

si on calcule
$\lambda \leftarrow 0{,}25$
et
$U \leftarrow 0{,}25$
$\Delta H_L \leftarrow 0{,}25$

- Calculer la puissance de la pompe maximale :

on applique l'éq. de Bernoulli entre deux points des surfaces libres des réservoirs :

$\frac{U_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + h_p = \frac{U_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \Delta H_L$ 0,75

$U_1 = U_2 = 0$ (surface d'un réservoir) 0,25

$P_1 = P_2 = P_{atm}$. 0,25

$z_1 = z_2$ 0,25

$\therefore\ h_p = \Delta H_L$ 0,5

La puissance de la pompe :

$$\mathcal{P} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h_p$$
$$= \rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta H_L$$ 0,5

$$Q = U \cdot A = \frac{Re \cdot \mu}{\rho \cancel{a}} \cdot a^2 = \frac{Re \cdot \mu}{\rho} \cdot a$$ 0,5

(ou bien $\boxed{U \cdot a^2 = Q}$)

$$\mathcal{P} = \cancel{\rho} g \cdot Re \cdot \frac{\mu}{\cancel{\rho}} \cdot a \cdot \Delta H_L$$

$$\mathcal{P}_{max} = \cancel{800} \cdot 9{,}81 \cdot 2300 \cdot \frac{0{,}02}{\cancel{\rho}} \cdot 0{,}03 \cdot 42{,}1$$

$$\boxed{\mathcal{P}_{max} \simeq 569{,}94\ \text{Watt}}$$ 0,5