

TD N° 05

Exercice 01

Un liquide visqueux de masse volumique $\rho = 910 \text{ kg/ m}^3$ et de viscosité cinématique $\nu = 2,3.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ est transporté de A vers B à travers une conduite cylindrique d'axe horizontal de longueur $L = 2\text{km}$ et de rayon $R = 8\text{cm}$, avec une vitesse moyenne $V_m = 0.5\text{m/s}$, la pression $P_A = 3\text{atm}$. L'écoulement est permanent et le débit est donné par la formule de poiseuille :

$$Q = \frac{\pi.R^4.\Delta P}{8L\mu}; \quad \Delta P : \text{perte de charge } (P_A - P_B).$$

1) Calculer le débit volumique Q d'écoulement.

2) Calculer la pression au point B.

3) Vérifier le caractère d'écoulement (laminaire ou turbulent).

4) Quel doit être le rayon R_0 d'une conduite cylindrique qui transporte de l'eau de viscosité cinématique $\nu_0 = 9.10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ à la vitesse moyenne 2m/s pour assurer la similitude dynamique de cet écoulement avec celui du liquide étudié.

Exercice 02

Pétrole de viscosité $\mu=0.11 \text{ Pa.s}$ et de densité 0.9 circule dans une conduite de longueur 1650m et de diamètre 25cm à un débit volumique 19.7 L/s .

Déterminer la viscosité cinématique du pétrole dans le système SI et le système CGS.

- Calculer la vitesse de l'écoulement et le débit massique.
- Calculer le nombre de Reynolds et en déduire la nature de l'écoulement.
- Déterminer le coefficient de perte de charge linéaire et calculer la perte de charge dans la conduite.

Exercice 03

De l'huile de viscosité absolue $0,101 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ et de densité $0,850$ circule dans 3000 m de conduite de fonte de 300 mm de diamètre au rythme de $44,4 \text{ L/s}$.

Quelle est la perte de charge dans la conduite ?

Exercice 04

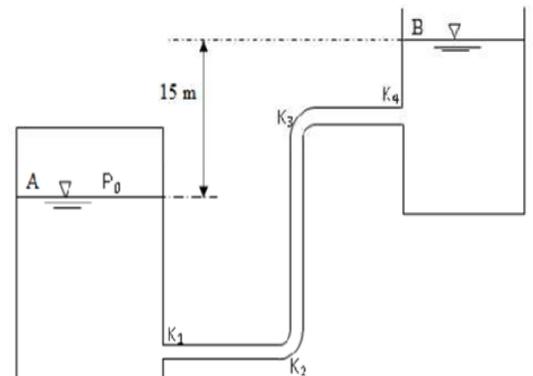
Calculer la perte de charge pour 305 m de longueur de conduite de fonte neuve, sans revêtement, de diamètre intérieur égal à 305 mm , quand :

- de l'eau à $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ y coule à $1,525 \text{ m/s}$
- du fuel-oil moyen à $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ coule avec la même vitesse.

On donne la rugosité de la fonte $\varepsilon = 0,244 \text{ mm}$, la viscosité cinématique de l'eau à $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ $\nu_{\text{eau}} = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ et la viscosité cinématique du fuel-oil à $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$ $\nu_f = 4,41 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Exercice 05

Grace à une surpression P_0 , l'eau circule du réservoir A vers le réservoir B au moyen d'une conduite de diamètre $d = 300 \text{ mm}$, de rugosité $\varepsilon = 0,3 \text{ mm}$ et de longueur $L = 170 \text{ m}$. Les coefficients des pertes de charges singulières sont $K_1 = 0,5$ à la



sortie du réservoir A, $K_2 = K_3 = 0,15$ pour les deux coudes et $K_4 = 1$ à l'entrée du réservoir B.

Déterminez la pression manométrique P_0 pour avoir un débit de $Q_v = 200 \text{ L/s}$.

On donne: $\rho = 10^3 \text{ Kg/m}^3$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, $\nu = 1.005 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Exercice 06

Un pipe-line de diamètre $d=25 \text{ cm}$ est de longueur L est destiné acheminer du pétrole brut d'une station A vers une station B avec un débit massique $q_m=18 \text{ kg/s}$.

Les caractéristiques physiques du pétrole sont les suivantes :

- masse volumique $=900 \text{ kg/m}^3$.

-viscosité dynamique $=0,261 \text{ Pa.s}$.

On suppose que le pipe-line est horizontal.

1) Calculer le débit volumique q_v du pétrole.

2) Déterminer sa vitesse d'Écoulement V .

3) Calculer le nombre de Reynolds R_e .

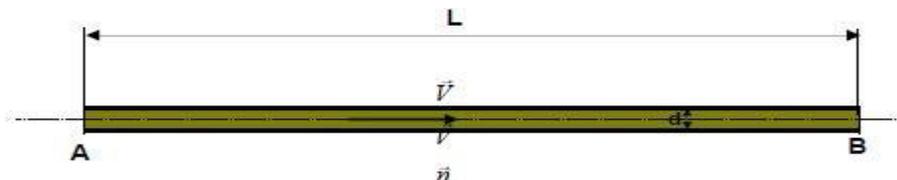
4) Quelle est la nature de l'écoulement ?

5) Calculer la valeur du coefficient de perte de charge linéaire.

6) Exprimer la relation de Bernoulli entre A et B.

Préciser les conditions d'application et simplifier.

7) Déterminer la longueur L maximale entre deux stations A et B partir de laquelle la chute de pression ($P_A - P_B$) dépasse 3 bar.



Exercice 07

Une pompe de débit volumique $q_v = 2,8 \text{ l/s}$ remonte de l'eau entre un bassin et un réservoir travers une conduite de diamètre $d=135 \text{ mm}$.

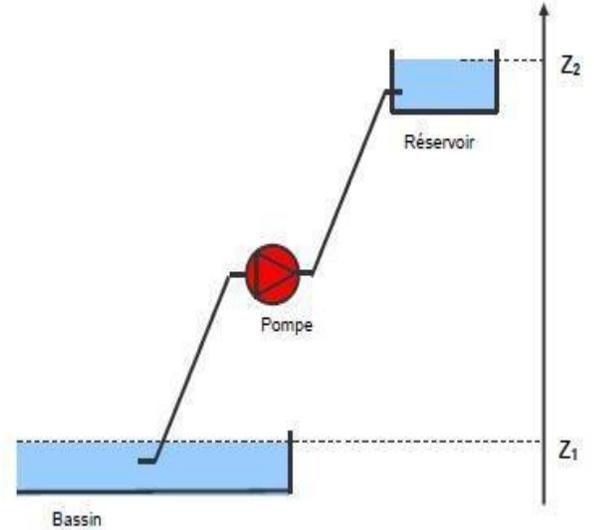
On donne : $Z_1 = 0$; $Z_2 = 35 \text{ m}$

- $P_1 = P_2 = 1013 \text{ mbar}$

-viscosité dynamique de l'eau $\mu = 1.10^{-3} \text{ Pa s}$.

-longueur de la conduite $L=65 \text{ m}$.

On négligera toutes les pertes de charge singulières.



1) Calculer la vitesse d'écoulement V de l'eau dans la conduite.

2) Calculer le nombre de Reynolds. L'écoulement est laminaire ou turbulent ?

3) Calculer le coefficient de pertes de charge linéaire. En déduire les pertes de charges J_{12} tout au long de la conduite.

4) Appliquer le théorème de Bernoulli pour calculer la puissance nette P_{net} de la pompe.

5) Le rendement de la pompe étant de 80 %, calculer la puissance absorbée par la pompe.

Exercice 08

Une pompe de débit volumique $q_v = 2 \text{ l/s}$ et de rendement $\eta=70 \%$ remonte de l'eau à partir d'un lac jusqu'au réservoir situé sur une colline. L'eau est acheminée dans une conduite de diamètre $d=130 \text{ mm}$ formée de trois tronçons rectilignes :

AB de longueur $L_1= 10 \text{ m}$, CD de longueur $L_2= 12 \text{ m}$, EF de longueur $L_3= 8 \text{ m}$. et de deux coudes 45° : BC et DE : ayant chacun un coefficient de perte de charge $K_s=0,33$.

On suppose que :

-les niveaux d'eau varient lentement, -les niveaux : $Z_1=0\text{ m}$, $Z_2= 10\text{ m}$,

-les pressions : $P_1=P_2=P_{atm}$, -la viscosité dynamique de l'eau $\mu= 1.10^{-3}\text{ Pa s}$,

-la masse volumique de l'eau : 10^3 kg/m^3 , -l'accélération de la pesanteur : $g = 9.81\text{m}^2/\text{s}$.

1) Calculer la vitesse V d'Écoulement d'eau dans la conduite en m/s .

2) Calculer le nombre de Reynolds R_e .

3) Préciser la nature de l'Écoulement.

4) Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire, en précisant la formule utilisée.

5) Calculer les pertes de charges linéaires $L_{linéaire}$ en J/kg :

6) Calculer les pertes de charges singulières $S_{singulière}$ en J/kg :

7) Déterminer la puissance nette P_n de la pompe en Watt.

8) En déduire la puissance P_a absorbée par la pompe.

