

Travaux dirigés de Physique Industrielle

Elément : Mécanique des fluides

Série : 3

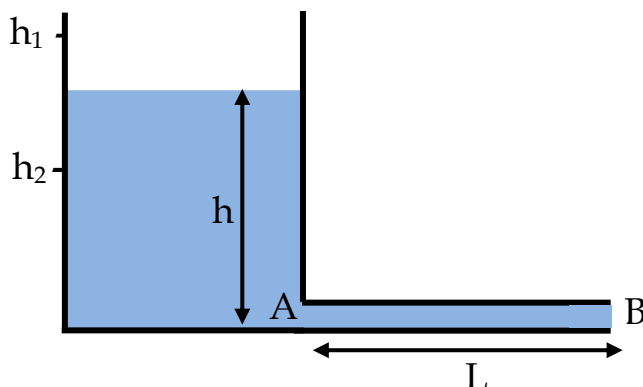
Dynamique des fluides visqueux incompressibles

Exercice 1 :

Si P est une pression, U une vitesse et ρ une masse volumique. Quelles sont les dimensions de $\frac{P}{\rho}$; $PU\rho$ et $\frac{P}{\rho U^2}$?

Exercice 2 :

Un viscosimètre capillaire est constitué par un tube capillaire AB, de longueur L et de diamètre intérieur d , relié horizontalement à un grand réservoir cylindrique de diamètre intérieur D . Pour mesurer la viscosité du sang on utilise un dispositif de même type mais de petite taille. La mesure consiste à déterminer, au moyen d'un chronomètre l'intervalle de temps $\Delta t = t_2 - t_1$ que met le sang pour s'écouler de la hauteur h_1 à la hauteur h_2 .



1) Exprimer la diminution de pression $\Delta P = P_A - P_B$ entre les extrémités A et B du tube capillaire en fonction de $h(t)$; en déduire l'expression du débit volumique Q du capillaire (on suppose valable la loi de Poiseuille).

2) Montrer que le débit volumique dans le réservoir est de la forme : $Q' = -\frac{\pi D^2}{4} \frac{dh}{dt}$.

- 3) En exprimant l'égalité des débits (incompressibilité du liquide) et en intégrant entre les hauteurs h_1 et h_2 , en déduire l'expression du coefficient de viscosité η .
- 4) Sachant que l'eau met $\Delta t_{\text{eau}} = 120$ s pour s'écouler de h_1 à h_2 , quelle est la viscosité du sang s'il met $\Delta t_{\text{sang}} = 480$ s pour s'écouler entre les mêmes repères ?

On donne : $\eta_{\text{eau}} = 10^{-3}$ poiseuille, $\rho_{\text{eau}} = 1$ g/cm³ et $\rho_{\text{sang}} = 1,1$ g/cm³.

Exercice 3 :

Soit un tube cylindrique de 3Km de long, de 10cm de diamètre, parcouru par un liquide de coefficient de viscosité dynamique $\mu = 0,4$ poises. On suppose que la distribution de vitesse dans la section droite du tube est donnée par l'équation $U(y) = 10y - y^2$ en unités CGS, $U(y)$ étant la vitesse à la distance y à la paroi. (1Pa.s = 1 poiseuille, 1 poise = 1 g/cm.s). Calculez :

- 1) La force de frottement visqueux par unité de surface à la paroi.
- 2) La force de frottement visqueux par unité de surface à 2cm de la paroi
- 3) La force totale de frottement s'exerçant sur le tube

Exercice 4 :

Une huile de densité 0,850 et de viscosité dynamique $\mu = 0,10104$ Pa.s circule dans un tuyau de fonte lisse de longueur $L = 3000$ m, de diamètre $D = 30$ cm, avec un débit $Q = 44$ l/s. Quelle est la perte de charge dans ce tuyau ?

Exercice 5 :

On pompe une huile de densité 0,860 par un tube horizontal de diamètre $D = 5$ cm, de longueur $L = 300$ m avec un débit $Q = 1,2$ l/s. L'écoulement est supposé laminaire. La perte de charge pour ce tronçon est 21 mCE (colonne d'eau). Quelles sont les viscosités dynamiques et cinématique de l'huile utilisée ? Quel est le nombre de Reynolds de l'écoulement.

Exercice 6 :

Une huile de pétrole de viscosité $\mu = 2$ poises, de masse volumique 900 Kg/m³, s'écoule à un débit $Q = 35$ l/s dans une conduite horizontale de diamètre $D = 15$ cm.

Calculez dans ces conditions :

- 1) Le nombre de Reynolds
- 2) La perte de charge en mètres d'eau par kilomètre de conduite.
- 3) La puissance dépensée pour assurer la circulation de l'huile sur une longueur de 1 Km.
- 4) L'énergie dépensée pour transporter 1 tonne d'huile sur 1 Km.