

Ressources Educatives Libres

TRAVAUX DIRIGES DE DYNAMIQUE DES FLUIDES PARFAITS INCOMPRESSIBLES

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



Novembre 2023

TD No2 : Dynamique des fluides parfaits incompressibles

Exercice1 Question à Choix Multiple QCM

On considère un réservoir rempli d'eau à une hauteur $H=3\text{m}$, muni d'un petit orifice à sa base de diamètre $d=10\text{ mm}$. On suppose que $g=9,81\text{ m/s}^2$. On désire déterminer le débit massique de sa vidange.

1.) La vitesse V_2 d'écoulement d'eau est

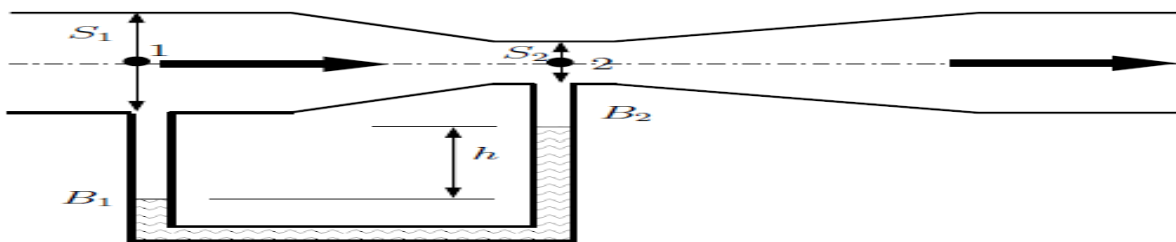
$V_2 = 1.5\text{m/s}$ (a)	$V_2 = 7,67\text{m/s}$ (b)	$V_2=2\text{m/s}$ (c)
---------------------------	----------------------------	-----------------------

2.) Son débit massique de vidange Q est :

$Q = 1.2\text{kg/s}$ (a)	$Q = 1.2\text{L/s}$ (b)	$Q =1200\text{g/s}$ (c)
--------------------------	-------------------------	-------------------------

Exercice2

On considère le système suivant, appelé Venturi, composé d'un rétrécissement suivi d'un élargissement. Les points 1 et 2 sont branchés sur un tube en U contenant du mercure. Un fluide de masse volumique ρ_e traverse le système avec un débit Q . On désire déterminer le débit de l'écoulement.



On rappelle que dans la direction transverse à un écoulement parallèle, la pression varie de façon hydrostatique. On donne : $\rho_e = 1000\text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{Hg}} = 13600\text{ kg/m}^3$, $h=10\text{ cm}$, $D_1 = 2D_2 = 1\text{ cm}$, $g=10\text{m/s}^2$.

1. La différence de pression entre les points 1 et 2 en utilisant la relation fondamentale de l'hydrostatique s'exprime par :

$P_1 - P_2 = gh(\rho_e + \rho_{\text{Hg}})$ (a)	$P_1 - P_2 = gh(\rho_e - \rho_{\text{Hg}})$ (b)	$P_1 - P_2 = gh(\rho_{\text{Hg}} - \rho_e)$ (c)
---	---	---

2. La différence de pression entre les points 1 et 2 peut aussi s'exprimer en utilisation le théorème de Bernoulli par :

$P_1 - P_2 = \frac{120\rho_e Q^2}{D_1^4 \pi^2}$ (a)	$P_1 - P_2 = \frac{8\rho_e Q^2}{\pi^2} \left(\frac{1}{D_2^4} - \frac{1}{D_1^4} \right)$ (b)	$P_1 - P_2 = \frac{15\rho_e Q^2}{2D_2^4 \pi^2}$ (c)
---	--	---

3. Des résultats (1) et (2) on en déduire l'expression du débit volumique Q

$Q = \sqrt{\frac{\pi^2 g h (\rho_{Hg} - \rho_e)}{8 \rho_e \left(\frac{1}{D_2^4} - \frac{1}{D_1^4} \right)}} \quad (a)$	$Q = \sqrt{\frac{g h (\rho_{Hg} - \rho_e) D_1^4 \pi^2}{120 \rho_e}} \quad (b)$	$Q = \sqrt{\frac{2 g h (\rho_{Hg} - \rho_e) D_2^4 \pi^2}{15 \rho_e}} \quad (c)$
---	--	---

4. Application numérique

$Q = 0.1 \text{ L/s} \quad (a)$	$Q = 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \quad (b)$	$Q = 1 \text{ L/s} \quad (c)$
---------------------------------	--	-------------------------------

Exercice3

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

1. Déterminer la viscosité cinématique du pétrole dans le système SI.
2. Calculer la vitesse de l'écoulement et son débit massique.
3. Calculer le nombre de Reynolds et en déduire la nature de l'écoulement.
4. Déterminer le coefficient de perte de charge linéaire et calculer la perte de charge dans la conduite.

Exercice4

Le schéma de la **figure1** est une vue de dessus d'un élément de conduite rétrécie et horizontale. On suppose l'écoulement du liquide de masse volumique ρ stationnaire et on néglige le poids de ce système ouvert. La section d'entrée S_e et celle de sortie S_s sont telle que $S_e = 4S_s$. On désigne par $\vec{V}_e$ et $\vec{V}_s$ les vecteurs vitesses respectivement dans les sections S_e et S_s et par P_e , P_s les pressions correspondantes.

1. Montrer que $4V_e = V_s$.
2. Etablir l'expression de la force $\vec{F}_{L-C}$ exercée par le liquide sur la conduite en fonction de P_s , P_e , V_e , ρ et S_e et du débit massique.

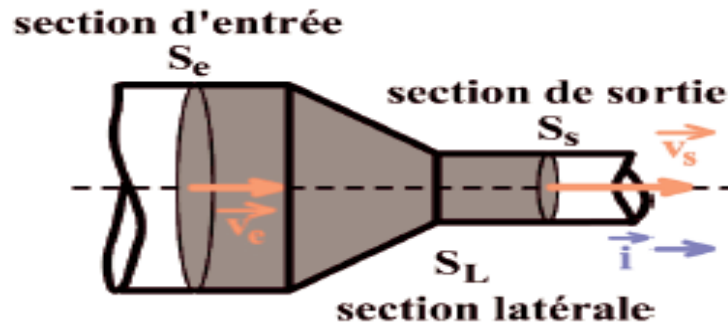


Figure1

Exercice5

Le schéma de la **figure2** est une vue de dessus d'un élément de conduite coudée horizontale. On suppose l'écoulement de l'eau stationnaire et on néglige le poids de ce système ouvert. La section d'entrée S_e est identique à la section de sortie S_s ($S_e = S_s = S$). On désigne par $\vec{V}_e$ et $\vec{V}_s$ les vecteurs vitesses respectivement dans les sections S_e et S_s et par P_e, P_s les pressions correspondantes ($P_e = P_s = P$).

1. Justifier que $V_e = V_s = V$.
2. Etablir l'expression de la force $\vec{F}_{L-C}$ exercée par le liquide sur la conduite en fonction de P , V , α , ρ et S .
3. Application numérique $\alpha = \frac{\pi}{6}$, $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$, $P = 1 \text{ bar}$, $V = 3 \text{ m/s}$, $S = 10 \text{ cm}^2$.

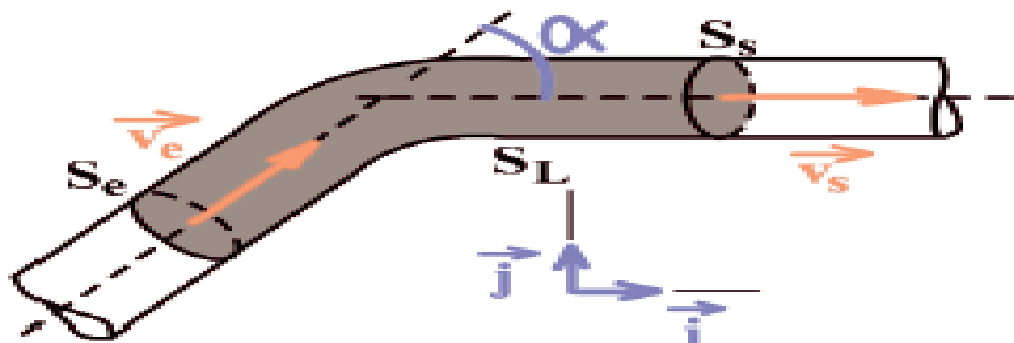


Figure2