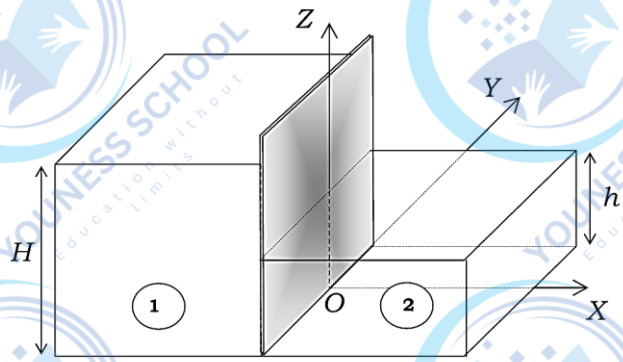
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

TD Mécanique des fluides

Exercice 1 : Forces de pression sur la porte d'une écluse

Une porte d'écluse de largeur L retient de l'eau liquide supposé incompressible de masse volumique ρ. On note P_0 la pression de l'air ambiant.



1. Rappeler l'équation de l'hydrostatique. Montrer que la pression dans l'eau ne dépend que d'une seule variable à déterminer.
2. Exprimer la pression à l'altitude z, notées $P_1(z)$, de l'eau à gauche de la porte en fonction de P_0, ρ, g, z et H .
3. Exprimer la pression à l'altitude z, notées $P_2(z)$, de l'eau à droite de la porte en fonction de P_0, ρ, g, z et h .
4. Exprimer l'élément de la force pressante exercée par l'eau de gauche sur une surface de la porte de largeur L de hauteur dz située à l'altitude z. Déduire de la force pressante exercée par l'eau de gauche sur la porte.
5. Exprimer l'élément de la force pressante exercée par l'eau de droit sur une surface de la porte de largeur L de hauteur dz située à l'altitude z. Déduire de la force pressante exercée par l'eau de droit sur la porte.
6. Exprimer l'élément de la force pressante exercée par l'air de droit sur une surface de la porte de largeur L de hauteur dz située à l'altitude z. Déduire de la force pressante exercée par l'air de droit sur la porte.
7. Calculer la résultante des forces de pression s'exerçant sur cette porte.
8. Calculer le moment résultant (par rapport à O) des forces de pression s'exerçant sur cette porte.
9. Montrer que ce torseur est équivalent à une force appliquée en un point C , appelé centre de pression que l'on déterminera.
10. Faire une application numérique. $H = 6\,m$; $h = 2\,m$; $L = 4\,m$; $\rho = 997 kg.m^{-3}$

Exercice 2 : L'équation de l'hydrostatique

On considère un fluide homogène incompressible de masse volumique μ_f au repos dans un référentiel $\mathcal{R}(O, x, y, z, t)$ supposé galiléen. Un point M du fluide est repéré par ses coordonnées cartésiennes (x, y, z) dans le référentiel $\mathcal{R}$ auquel on associe la base $(\vec{u}_x\,, \vec{u}_y\,, \vec{u}_z)$. L'axe (Oz) coïncide avec la verticale ascendante et la côté $z = 0$ est prise au niveau de la surface du fond du fluide de hauteur h_f. On désigne par $P(M)$ la pression au point M et P_0 celle à la surface libre du fluide. Le champ de pesanteur terrestre $\vec{g} = -g\vec{u}_z$ est à priori supposé uniforme.

1. Justifier que la dimension de la pression dans le système international est : $[P] = ML^{-1}T^{-2}$, ou M, L et T sont les dimensions respectives de la masse, de la longueur et du temps.
2. On considère une particule de fluide de forme parallélépipédique de volume $dV = dxdydz$. Montrer que la force de pression qui s'exerce sur cette particule s'écrit : $d\vec{F}_p = -\overrightarrow{grad}(P)$. Écrire la condition d'équilibre de cette particule dans le référentiel d'étude $\mathcal{R}$.
3. En déduire l'équation locale du fluide en équilibre dans le champ de pesanteur terrestre. Quelle est la nature des surfaces isobares ?
4. Exprimer la pression $P(M)$ à la cote z.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

5. On tient compte dans cette question de la variation de la masse volumique μ_f du fluide avec la pression. Le fluide est de l'eau supposé en équilibre isotherme. Sa masse volumique varie avec la pression selon la loi :

$$\mu_f = \mu_0(1 + \alpha(P - P_0))$$

Avec : $\alpha = 10^{-10}\ Pa^{-1}$; $\mu_0 = 1{,}0\ .10^3\ Kg.m^{-3}$; $P_0 = 1{,}0\ .10^5\ Pa$; $g = 10\ m.s^{-2}$

5.1. Etablir l'expression de la pression à la cote z.

5.2. Que devient cette loi pour des profondeurs faibles ?

5.3. Calculer les valeurs de pression exacte et approchées au niveau du fond pour $h_f = 100\ m$. Conclure.

5.4. Quelle erreur relative commet-on, quand on assimile l'eau à un fluide incompressible ?

Exercice 3 : Caractérisation de quelques écoulements

Caractériser les écoulements ci-dessous en précisant leurs caractères stationnaire, incompressible, irrotationnel et déterminant les lignes de champ et les trajectoires des particules.

1. $\vec{v} = v_0\vec{u}_z$

2. $\vec{v} = k(-y\vec{u}_x + x\vec{u}_y)$

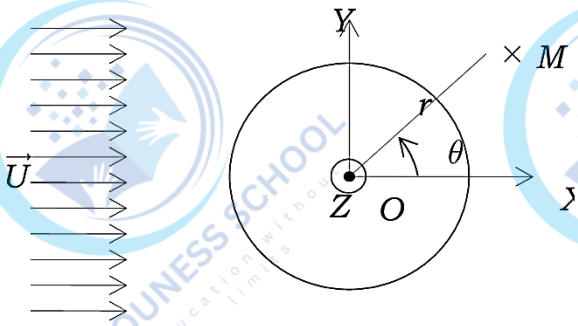
3. $\vec{v} = k\frac{(-y\vec{u}_x + x\vec{u}_y)}{x^2+y^2}$

4. $\vec{v} = k(x\vec{u}_x - y\vec{u}_y)$

5. $\vec{v} = a\omega e^{kz}(\cos(\omega t - kx)\,\vec{u}_x - \sin(\omega t - kx)\,\vec{u}_z)$

Exercice 4 : Ecoulement autour d'un obstacle cylindrique

Un cylindre à base circulaire de rayon R d'axe (Oz) et placé dans l'air dont l'écoulement loin de cet obstacle se fait à la vitesse uniforme $\vec{U} = U\vec{u}_x$.



On admettra que le potentiel de vitesse, en tout point M d'un écoulement uniforme d'air, de vitesse $\vec{U}$ en présence d'un cylindre de rayon R, de hauteur infinie et d'axe (Oz) est donnée par :

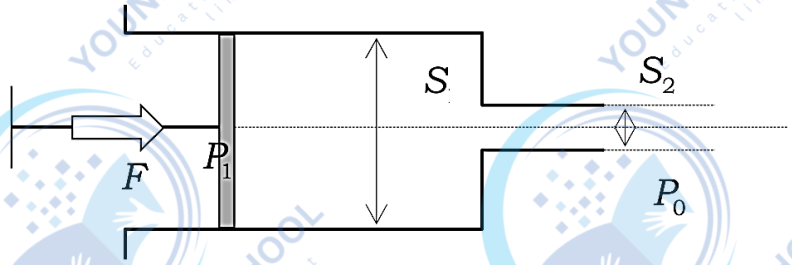
$$\varphi(M) = -rU\left(1 + \frac{R^2}{r^2}\right)\cos(\theta)$$

1. Déterminer les composantes polaires du vecteur vitesse.

2. Préciser les points d'arrêts.

Exercice 5 : Seringue

Une seringue est un tube muni d'un piston qui est terminé par une ouverture sur laquelle se fixe une aiguille creuse ou un petit tube. On l'utilise pour transférer de petites quantités de liquides ou de gaz dans des endroits inaccessibles.



Le piston se déplace sans frottement ; le liquide est supposé parfait et incompressible de masse volumique ρ.

1. Exprimer le débit volumique D_V en fonction de la vitesse d'écoulement v_2 dans l'aiguille et v_1 dans le corps de la seringue.

2. Exprimer la force que l'opérateur doit exercer sur le piston en fonction du débit D_V et des données.

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515
Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515

Pour toute demande/question, merci de nous contacter sur WTSP au : +212 625-197515