

Site : Luminy St-Charles St-Jérôme Cht-Gombert Aix-Montperrin Aubagne-SATIS

Sujet session de : 1^{er} semestre - 2^{ème} semestre - Session 1 Durée de l'épreuve : 1 *heures 30*.....

Examen de : L1/ L2/ L3 - M1/ M2 - LP - DU Nom diplôme : ...*Licence SNTE*.....

Code Apogée du module : *SNT4U21* Libellé du module : ...**Mécanique des Fluides**.....

Document autorisé : OUI - NON

Calculatrices PROGRAMMABLES autorisées : OUI - NON

Les réponses doivent être concises et précises.

Ne pas hésiter à commenter les figures de la feuille et de la joindre en y mettant votre numéro d'étudiant.

Faire les AN après avoir donné les formules

Exercice n°1 : Hydrostatique

Un iceberg parallélépipédique (largeur l , hauteur H , longueur = L) de glace flotte à la surface de l'oceaan de façon horizontale (sa hauteur est dans l'axe vertical).

1. calculer le tirant d'eau (différence d'altitude entre le point le plus bas du parallélépipède et la surface) de l'iceberg.

2. calculer la proportion immergée de l'iceberg.

3. calculer la position du centre de flottaison (le point d'application de la poussée d'Archimède).

Les donnees : $l=H=10\text{m}$; $L = 20\text{m}$; eau = 1025 kg.m^{-3} , glace = 900 kg.m^{-3}

Exercice n° 2 : Hydrocinématique

a) Énoncer l'équation de conservation de la masse pour un écoulement sans source ni puits.

b) On fait l'hypothèse que l'écoulement est permanent. Quelles sont les conséquences de cette hypothèse ? Que devient cette équation de conservation de la masse ? Développer cette équation dans le référentiel (Oxyz) pour un vecteur vitesse (u,v,w). Faire apparaître le terme de divergence du vecteur vitesse.

c) On rajoute l'hypothèse que l'écoulement est incompressible. Quelles sont les conséquences de cette hypothèse ? Que devient l'équation de conservation de la masse ? Développer cette équation dans le référentiel (Oxyz) pour un vecteur vitesse (u,v,w).

d) Soit l'écoulement permanent, plan (Oxy) et incompressible dont les vitesses en tout point sont :

$$u = 2Cx \quad \text{et} \quad v = -2Cy$$

Vérifiez que l'écoulement est conservatif.

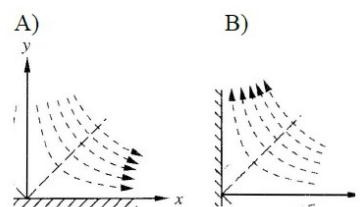
e) Quelles sont les conditions pour qu'il existe une fonction de courant ? Si les conditions sont vérifiées, calculer-la.

f) Définir le vecteur tourbillon d'un écoulement quelconque et développer ses composantes dans le référentiel (Oxyz) pour un vecteur vitesse (u,v,w).

Calculer-le dans le cas de l'écoulement de cet exercice. Qu'en déduisez-vous ?

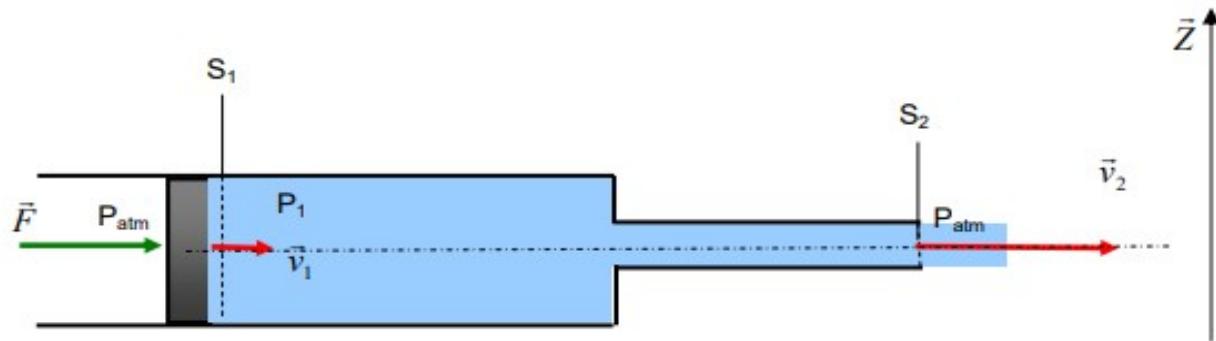
g) Calculer le potentiel des vitesses de l'écoulement.

h) On remplace les lignes de courant ($x=0$ et $y>0$) et ($y=0$ et $x>0$) par une frontière fermée. L'écoulement a lieu dans le coin supérieur droit. Expliquer dans quelle direction va l'écoulement pour le cas où C est positif (choix figure A ou figure B).



Exercice n° 3 : Piston

La figure ci-dessous représente un piston qui se déplace sans frottement dans un cylindre de section S_1 et de diamètre d_1 rempli d'un fluide parfait. Le piston est poussé par une force créant une vitesse V_1 constante et une pression P_1 constante elle aussi. Le fluide peut s'échapper vers l'extérieur par un cylindre de section S_2 et de diamètre d_2 , 4 fois plus petite que d_1 , à une vitesse V_2 .



(Source : auteur R.B. Hamouda)

- 1) Ecrire l'équation de continuité et déterminer l'expression de la vitesse V_1 en fonction de V_2 .
- 2) Quelles sont les hypothèses d'application de l'équation de Bernoulli ? Si elles sont valides, utiliser l'équation pour déterminer la vitesse d'écoulement V_2 en fonction de P_1 , P_{atm} et ρ .
(On suppose que les cylindres sont dans une position horizontale ($Z_1=Z_2$)).
- 3) En déduire le débit volumique Q_v . Calculer V_2 , V_1 et Q_v
AN le fluide est de l'eau ; $d_1=4$ cm ; $d_2 = 1$ cm ; $P_1 = 1,5$ bars ; $P_{atm} = 1$ bar.
- 4) Dessiner ligne de charge et ligne piézométrique et en déduire l'interprétation énergétique.
- 5) Que se passerait-il si il y avait du frottement dans le piston ?

Questions de cours (au choix répondre à 3 des 4; 4ème en bonus)

- 1) Calculer la divergence du rotationnel du vecteur vitesse. Est-ce un scalaire ou un vecteur ?
- 2) Enoncer l'équation de la dérivée lagrangienne pour un scalaire et pour un vecteur.
- 3) Enoncer l'équation de conservation de la masse et une simplification possible (dans quel cas).
- 4) Enoncer les équations de Navier-Stokes.