

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 : 2 heures.....

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 autorisées : ☒ OUI - ☐ NON

***** **Les réponses doivent être les plus concises et précises possible.** *****

Exercice n° 1 - Hydrostatique:

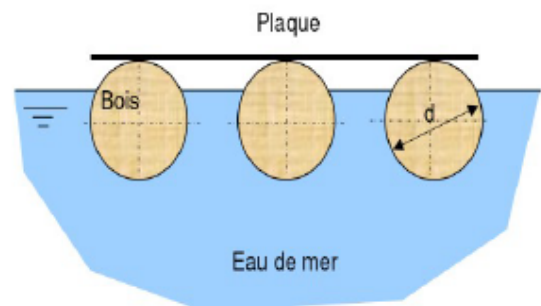
On considère une plate-forme composée d'une plaque plane de masse m et de 3 poutres cylindriques ($d=0.5\text{m}$, $L=4\text{m}$) en bois qui flottent à la surface de la mer.

Données numériques :

$$\rho_{\text{bois}} = 700 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\rho_{\text{eau}} = 1026 \text{ kg m}^{-3}$$

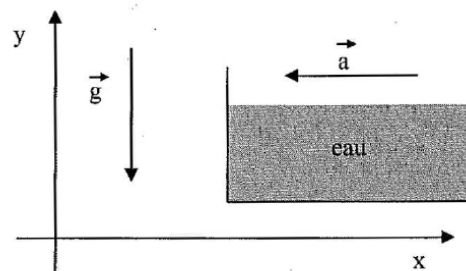
$$m = 350\text{kg}$$



- Calculer le poids total P_0 de la plate-forme. Réaliser l'application numérique.
- Écrire l'équation d'équilibre de la plate-forme.
- En déduire la fraction F du volume immergé des poutres. Puis réaliser l'application numérique.
- Déterminer la masse maximale M que l'on peut rajouter sur la plate-forme sans qu'elle ne coule. Réaliser l'application numérique.

Exercice n° 2 - Hydrostatique:

On considère un fluide placé dans un récipient animé d'un mouvement rectiligne, horizontal et uniformément accéléré.



- Rappeler la loi de l'hydrostatique.
- Exprimer le vecteur des forces de volume par unité de masse \vec{f}
- Déterminer la pression au sein du fluide.
- Déterminer la forme de la surface libre. Préciser l'orientation du vecteur \vec{f} , par rapport à la surface.

Exercice n° 3 : Hydrocinématique

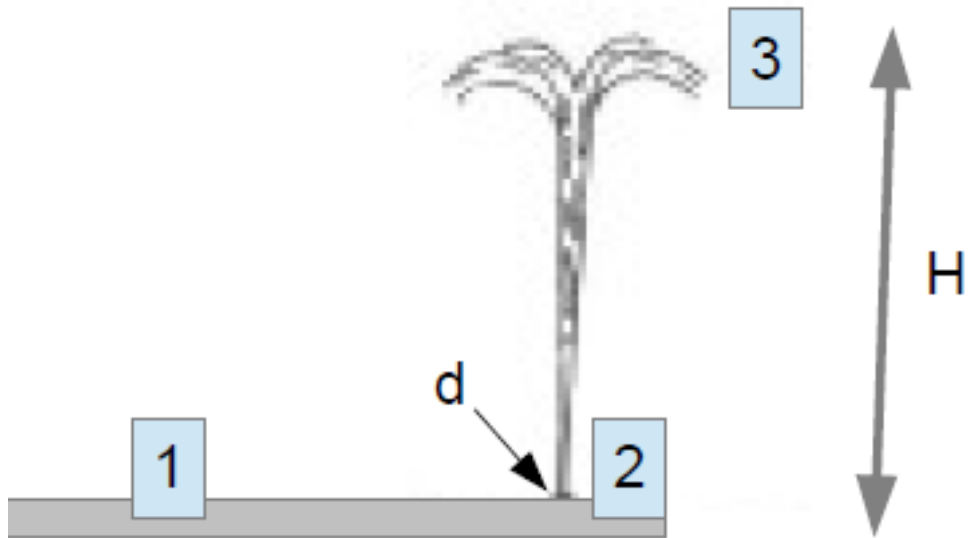
- a) Rappeler l'équation de conservation de la masse pour un écoulement sans source ni puits.
- b) On fait l'hypothèse que l'écoulement est permanent. Quelles sont les conséquences de cette hypothèse ? Que devient cette équation de conservation de la masse ? Développer cette équation dans le référentiel (Oxyz) pour un vecteur vitesse (u,v,w) .
- c) On fait l'hypothèse que l'écoulement est incompressible. Quelles sont les conséquences de cette hypothèse ? Que devient l'équation de conservation de la masse ?
- d) Soit l'écoulement permanent, plan (0xy) et incompressible dont les vitesses en tout point sont :
$$u = x^2 + y^2$$
$$v = -2xy$$

Vérifier 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 ; sinon indiquer ce qui se passe quand vous essayez de faire le calcul.
- f) Définir le vecteur tourbillon d'un écoulement quelconque et développer ses composantes dans le référentiel (Oxyz) pour un vecteur vitesse (u,v,w) . Le calculer dans le cas de l'écoulement de cet exercice. Qu'en déduisez-vous ?
- g) Quelles sont les conditions pour qu'il existe un potentiel des vitesses ? Si les conditions sont vérifiées, calculer-le ; sinon indiquer ce qui se passe quand vous essayez de faire le calcul.
- h) Enoncer les équations de Cauchy-Riemann en général.
- i) 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. Dans quelle direction va l'écoulement (cas A positif) ?
- j) On remplace une autre ligne de courant par une deuxième frontière. Cette ligne passe par le point P (x_P, y_P). Entre ces deux lignes de courant et sur une profondeur unitaire ($b=1\text{m}$), le débit Q est en m^3/s . Pour A positif, trouver les composantes de la vitesse en P et calculer A (grandeur et unité).
- i) k) AN : $Q = 20 \text{ m}^3/\text{s}$, $x_P = 2$, $y_P = 4$

Exercice n° 4 : Etude d'un jet d'eau

Une installation comporte une conduite horizontale, avec une petite buse (orifice) de diamètre d produisant un jet d'eau s'élevant verticalement jusqu'à une hauteur H (voir figure).

- a) Indiquer quel théorème vous comptez utiliser et quelles hypothèses sont nécessaires à son usage.
- b) Si on néglige le frottement (dans l'air et la conduite) et l'énergie cinétique dans la conduite, calculer la pression dans la conduite, nécessaire pour que le jet aille jusqu'à la hauteur H.
- c) Calculer la vitesse à la sortie de la buse ; et déduisez-en le débit.
- d) Quelle est la puissance hydraulique nécessaire pour obtenir un tel jet ?
- e) Faites l'AN avec $H = 156 \text{ m}$ et $d = 107 \text{ mm}$.
- f) Un tel jet d'eau correspond à celui du Lac Léman mais le frottement dans l'air fait que le jet d'eau ne monte qu'à environ 130 m ; quelle équation faut-il alors utiliser ? L'écrire pour ce cas.



Questions de cours:

1. décrire les différents types d'écoulement obtenus dans une conduite cylindrique.
2. énoncer les équations de Navier-Stokes et donner l'interprétation de chaque terme.