

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:

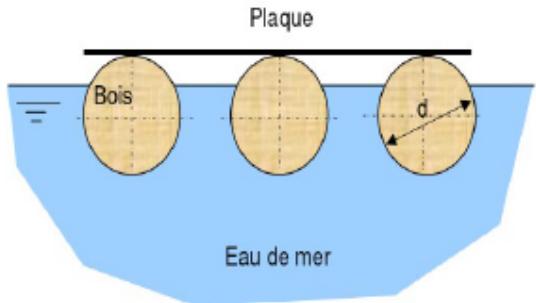
On considère une plate-forme composée d'une plaque plane de masse m et de 3 poutres cylindriques ($d=0.5\text{m}$, $L=4\text{m}$) en bois qui flottent à la surface de la mer.

Données numériques :

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

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

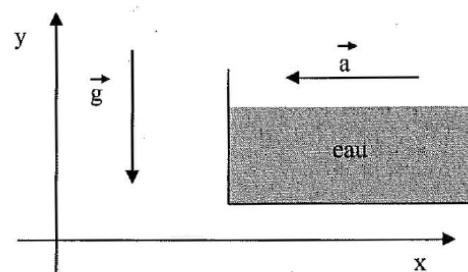
$$m = 350\text{kg}$$



- 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.

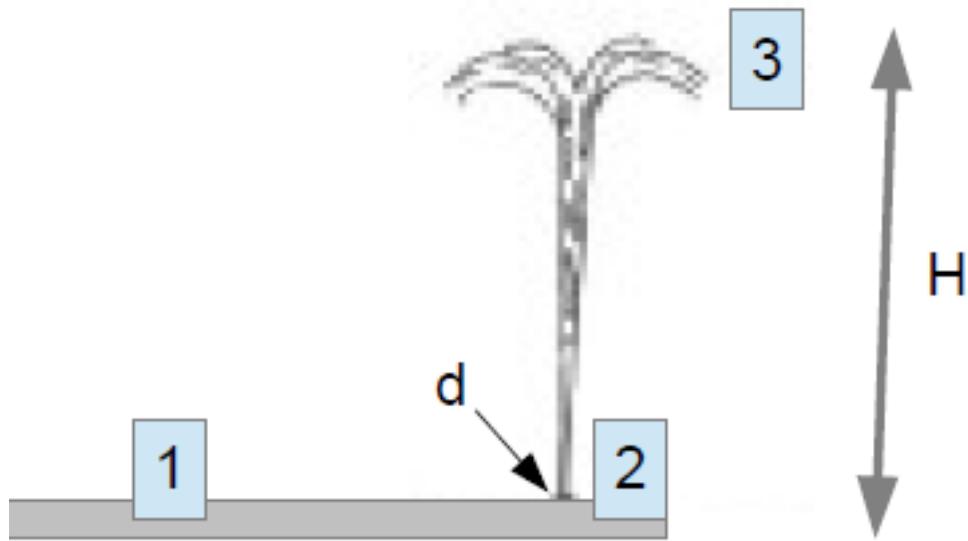
Exercice n° 3 : Hydrocinématique

- 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 ($b=1m$), 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.