	UFR SATIC 2019-2020 Licence III PC/PN **TD Mécanique des fluides**

EXO I

Une boule de bois tombe verticalement dans l'air à la vitesse v.

La force de résistance due à l'air est de la forme : $f = \rho_0 . S . Cx.v^2$ (avec ρ_0 la masse volumique de l'air; S : section de la boule ; Cx coefficient de pénétration dans l'air)

a) Quelle est la dimension du coefficient de pénétration dans l'air Cx ?

b) En déduire son unité en SI

c) On trouve dans un calcul que $Cx=2.10^{-3}$ SI quelle est sa valeur en CGS ?

EXO II

Une centrale électrique est alimentée à partir d'un réservoir supérieur par une conduite cylindrique. Le débit de la conduite, lorsque les groupes de la centrale sont actifs est q. La masse volumique du fluide est ρ et sa vitesse est V.

La loi physique reliant la puissance P, fournie par l'eau aux tribunes et aux grandeurs q, ρ et V est donnée par :

$P = k\rho^a q^b V^c$ Avec k une constante sans dimension

a) En utilisant les équations aux dimensions déterminer les constantes a, b et c.

En déduire la formule de la puissance

EXO III

Un lac d'eau douce a une profondeur de 50 mètres. Il est situé à 1050 mètres d'altitude.

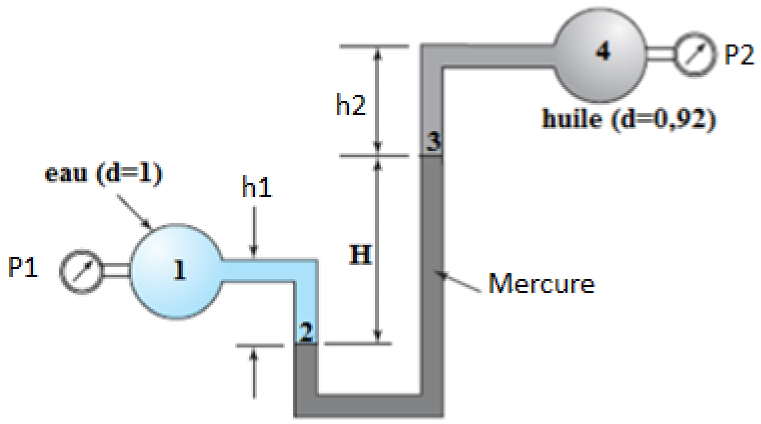
1. Quelle est la pression absolue à la surface du lac ?
2. Quelle est la pression absolue à 50 mètres de profondeur ?
3. Calculer la pression relative à 50 mètres de profondeur.
4. Au fond du lac, on a installé une vanne qui permet d'alimenter une canalisation. La vanne circulaire a un diamètre de 30 cm. Quelle est la valeur de la force pressante qui s'applique dessus ?

Données : $r_{eau} = 1000\ kg.m^{-3}$; $P_{atm} = 1.000$ bar ; $g = 10 m.s^{-2}$.

EXO IV

Déterminer la dénivellation du mercure H dans le montage de la figure 1 entre deux fluides : eau et huile de densité notée sur la figure.

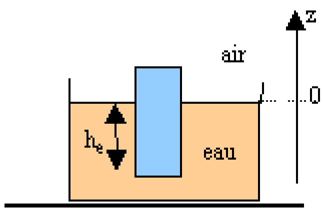
On lit respectivement sur les manomètres P1 = 35 bar et P2 = 25 bar et les hauteurs h1 = 15 cm et h2 = 30 cm. On donne $\rho_{eau} = 1 kg/L$



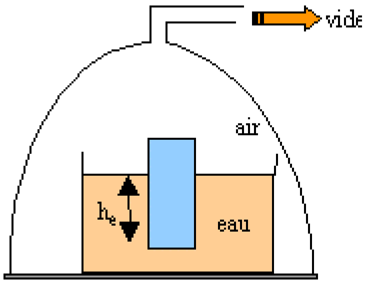
EXO V

Définir la poussée d'Archimède P_a subie par un corps C, de volume v, de masse volumique r, complétement immergé dans un liquide de masse volumique ρ_e.

1. Le corps est un cylindre de section S, de hauteur h, de masse volumique $\rho < \rho_e$ partiellement immergé. Il est en équilibre. La pression atmosphérique est notée P_0 dans le plan z=0. L'ensemble air-cylindre-liquide est en équilibre thermique à la température T. On suppose que l'air est un gaz parfait.



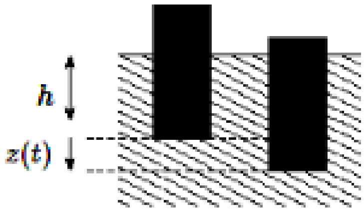
- Quelle est la pression dans l'eau dans le plan z= $-h_e$?
- Quelle est l'expression rigoureuse de la pression p(z) dans un plan z >0 en fonction de z, T, de la masse d'une molécule d'air et de la constante de Boltzmann k_B ?
- Quelle est l'expression approchée pour une altitude z faible ?
- En déduire la pression sur la face supérieure du cylindre en z = $h-h_e$ en fonction de l'altitude et de g.
- En introduisant la masse volumique de l'air dans les conditions de température et de pression régnant à la surface libre exprimer la poussée d'Archimède subie par le cylindre. Que devient la poussée d'Archimède si on suppose constante la pression de l'air au voisinage du cylindre ?
- On place l'ensemble précédent sous une cloche à vide. On fait le vide, le cylindre s'enfonce-t-il pendant cette opération ?



EXO VI TPE

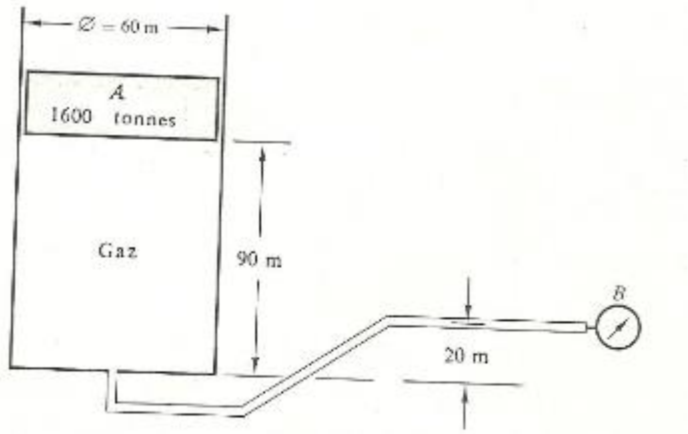
Un bouchon homogène, de masse volumique ρ, de forme cylindrique de hauteur H et de section S, est lesté par une pastille de masse m fixée sur sa base inférieure. A l'équilibre dans l'eau de masse volumique ρ0, la hauteur du bouchon enfoncé dans l'eau est h.

1. Déterminer la relation liant h et les données de l'énoncé.
2. On enfonce le bouchon dans l'eau et on le lâche. Il se met à osciller. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la côte z(t) mesurant le déplacement vers le bas du bouchon par rapport à l'équilibre.
3. Identifier la période T des oscillations en fonction des données.



EXO VII TPE

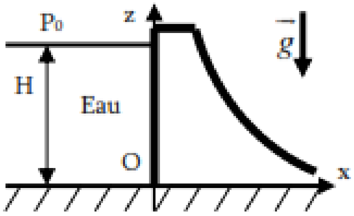
En négligeant le frottement du piston sur le réservoir de gaz. Trouver ce qu'affiche le manomètre en B en cm d'eau. On admettra que le gaz et l'air ont une masse volumique constante égale respectivement 0,560 et 1,200 kg/m^3.



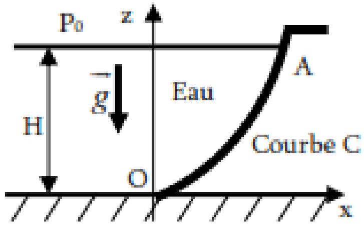
EXO VIII

Un barrage droit permet de réaliser une retenue d'eau sur une profondeur H et une largeur L. La pression de l'air est P0, et la masse volumique de l'eau est constante et vaut ρ0.

1. Exprimer la loi donnant la pression P qui règne dans l'eau selon la hauteur z.
2. Déterminer la résultante *F* des efforts de pression qu'exerce l'eau sur le barrage en fonction de ρ, g, L et H et P0.



3. Déterminer le centre de poussée C
4. Le profil du barrage est modifié. Il correspond à une courbe C d'équation z = f(x). La hauteur d'eau demeure H et la largeur L. On notera x0 l'abscisse du point le plus haut de la courbe C atteint par l'eau. Donner la nouvelle expression des composantes de *F* par un calcul direct.
5. Application à un profil parabolique $z = x^2/h$



6. Commenter les valeurs obtenues pour la composante suivant x de *F* dans les deux cas.
7. Ne voyez-vous pas une méthode rapide pour calculer la valeur de la composante suivant x de la force de pression avec un profil quelconque inconnu ? (pensez à isoler une partie de fluide adaptée).

EXO IX

L'atmosphère terrestre est assimilée à un gaz parfait placé dans le champ de pesanteur uniforme et constant (g0 = 9,81m.s).
1. Soit dP la variation de pression lorsque l'on se déplace verticalement de dz à partir du point M(z). L'axe Oz est ascendant et l'origine est au niveau de la mer. Démontrer la relation
$dP = -\rho(z)\, g_0\, dz$
2. La température de l'air varie en fonction de l'altitude selon la loi
$T(z) = \frac{Az_0}{z + z_0}$ Ou A et z0 sont des constantes positives
Préciser leurs unités, et donner la signification physique de A.
3. La température baisse de 7,5K lorsque l'on s'élève de 1 km à partir du niveau de la mer où T =T0 = 273K, et P = P0 = 10Pa. Calculer A et z0.
4. Déterminer la pression à l'altitude z.
5. Application numérique: z = 8847m, R = 8,314 uSI, Mair = $29 g.mol^{-1}$.

EXO X

Un réservoir cylindrique d'axe vertical, de hauteur H et de rayon R_0 est rempli sur une hauteur H_0 d'une huile de masse volumique ρ. La partie supérieure est à la pression atmosphérique. On le fait tourner autour de son axe à une vitesse angulaire ω constante.

Déterminer :
1) L'équation de la surface libre
2) La pression en un point M du fluide et l'équation des isobares
3) La pression au fond du réservoir et sur son axe
4) La vitesse angulaire maximale à laquelle il faut le tourner sans perdre de fluide. Calculer la hauteur maximale du réservoir, pour que le fond se découvre