BTS C.I.R.A

PHYSIQUE révision : Dynamique des fluides réels incompressibles.

Le champ de pesanteur terrestre est supposé uniforme et on prendra $g = 10$ m/s².

L'EXPLORATION D'UN LAC

On considère un lac, en équilibre, de profondeur $h = 50$ m.
L'axe Oz est vertical descendant. L'origine O est prise sur la surface libre.
On donne $\rho = 1000$ kg/m^3 pour la masse volumique de l'eau et $P_0 = 1$ bar pour la pression atmosphérique. La composition molaire de l'air est $x_{O2} = 20$ % et $x_{N2} = 80$ %.
Pour sonder le lac on fait appel à un plongeur. Le plongeur sondant le lac respire un mélange gazeux dont la pression totale est égale à la pression de l'eau à la profondeur z.

1) Montrer que la pression à la profondeur z s'écrit : $P(z) = P_0 + \rho g z$.

2) L'oxygène inhalé devient toxique si sa pression partielle augmente ; il existe même un risque d'oedème pulmonaire quand elle atteint 1,5 bar.
En déduire la profondeur maximum pouvant être atteinte sans danger par le plongeur, s'il respire de l'air.

3) Lorsque la pression partielle de l'azote atteint 4 bars, le plongeur est victime de « l'ivresse des profondeurs » se manifeste. En déduire la nouvelle profondeur maximum.

4) On équipe le plongeur de bouteilles contenant de l'héliox, mélange d'oxygène et d'hélium.
On donne : $x_{O2} = 15$ % et $x_{He} = 85$ %.
Muni de ces bouteilles, le plongeur pourra-t-il atteindre sans risques le fond du lac ?

VIDANGE D'UN RECIPIENT

Un récipient de grande section S, ouvert à l'air libre et contenant de l'eau se vide par un petit orifice de section $s \ll S$ (figure 1).
La pression atmosphérique est notée P_0, la masse volumique de l'eau, supposée constante, ρ.
On supposera que la hauteur d'eau h reste **constante** et que l'écoulement est **permanent**.
On négligera la viscosité de l'eau.

1) Montrer que la vitesse en A est négligeable devant la vitesse d'éjection de l'eau en B.

2) Déterminer l'expression v_B vitesse en B ainsi que celle du débit volumique D_V à la sortie.
Faire les applications numériques.

3) On cherche à ralentir la vidange du réservoir.
Pour cela on utilise le dispositif représenté par la figure 2 ; BC est un cylindre horizontal de section s et de longueur L.
On suppose toujours que le régime d'écoulement est permanent mais on tient compte de la viscosité de l'eau dans la portion BC.

3.1) Les forces de viscosité dans le tube, entraînent une perte de charge définie par :

$$\frac{\Delta P}{\Delta x} = \frac{P_B - P_C}{L} = \frac{8\pi\eta\, v_{moy}}{s}$$

avec η la viscosité de l'eau et v_{moy} la vitesse moyenne du fluide dans le tube BC.
Préciser la dimension de la viscosité et son unité dans le Système Internationnal.

3.2) Déterminer la pression P_B de l'eau lorsqu'elle pénètre dans le tube en fonction de P_0, s, L, v_{moy} et η.

3.3) En appliquant le théorème de Bernoulli dans le réservoir, déterminer P_B en fonction de g, h, v_{moy} et P_0. On supposera que la vitesse dans le réservoir est négligeable devant v_{moy} et que $v_B = v_{moy}$.

3.4) En déduire l'équation du deuxième degré que vérifie v_{moy}. Calculer v_{moy} et le nouveau débit D'_V. Conclure

AN : $h = 15$ cm, $\rho = 1000$ kg/m^3, $\eta = 10^{-3}$ SI, $L = 2$ m et $s = 50$ mm².

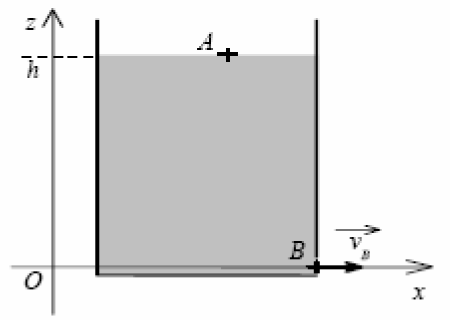

Figure 1

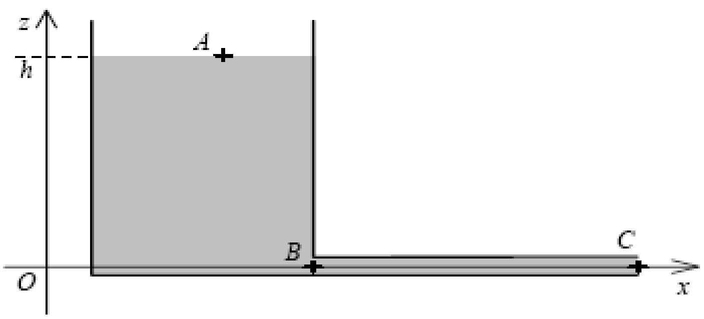

Figure 2