

Solution des exercices déjà résolus du TD 2

Statique des fluides

Rappel

- ✓ Unité de la pression est le pascal [Pa]
 $1 \text{ [Pa]} = 1 \text{ [N/m}^2\text{]} = 10^{-5} \text{ [bar]}$
- ✓ $p_{\text{abs}} = p_{\text{eff}} + p_{\text{atm}}$
- ✓ l'équation de l'hydrostatique applicable entre deux points du même fluide incompressible est
 $p_2 - p_1 = \rho g (z_1 - z_2)$
- ✓ Une surface libre en contact avec l'atmosphérique sa pression est la pression atmosphérique
- ✓ La masse volumique d'un gaz est négligeable par rapport à la masse volumique d'un liquide.

Exercice1:

Calculer la pression absolue et effective en Pa et bar d'un point à une profondeur de 6 [m] dans un réservoir à surface libre rempli d'eau. ($p_{\text{atm}} = 1.013 \text{ bar}$).

Solution exercice 1 :

1) La pression effective dans le point 2

Pour calculer la pression d'un point 2 à une profondeur de 6 [m], on va appliquer l'équation de la statique entre les deux points, le point 1 (surface libre) et le point 2 :

$$p_2 - p_1 = \rho g (Z_1 - Z_2)$$

Sur la surface libre la pression est égale a la pression atmosphérique $p_1 = p_{\text{atm}}$

$$P_2 - P_{\text{atm}} = \rho g (Z_1 - Z_2) \Rightarrow P_2 - P_{\text{atm}} = P_{2\text{eff}} = \rho g h$$

$$P_{2\text{eff}} = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times 9,81 \text{ [N/kg]} \times 6 \text{ [m]}$$

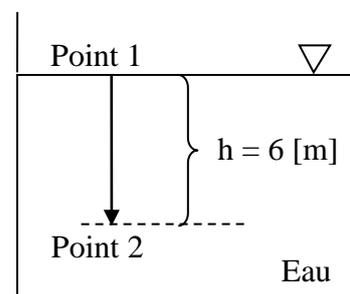
$$P_{2\text{eff}} = 58860 \text{ [N/m}^2\text{]} = 58860 \text{ [Pa]} = 0,5886 \text{ [bar]}$$

2) La pression absolue en le point 2

$$P_{2\text{eff}} = P_{2\text{abs}} - P_{\text{atm}}$$

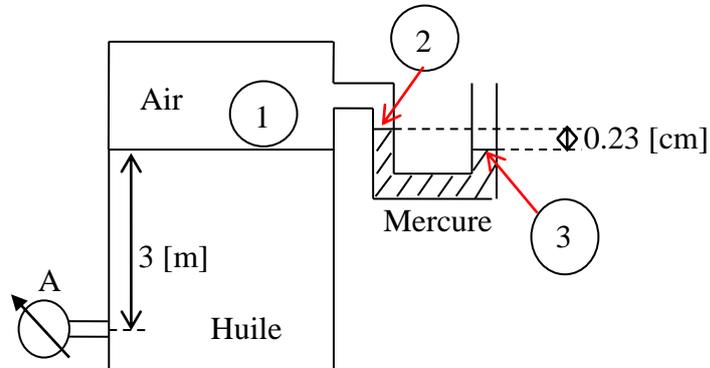
$$\text{Donc } P_{2\text{abs}} = P_{2\text{eff}} + P_{\text{atm}}$$

$$= 58860 + 1,01325 \times 10^5 = 160160 \text{ [Pa]} = 1,6016 \text{ [bar]}$$



Exercice 5:

Nous considérons le dispositif de mesure de pression représenté sur la figure. **Quelle est l'indication du manomètre A.** (les densités de l'huile et du mercure sont 0,75 et 13,6 respectivement)



Solution exercice 5 :

Pour trouver la pression en point A, on va appliquer l'équation de l'hydrostatique entre les points (A-1), (1-2) et (2-3) :

$$P_A - P_1 = \rho_{\text{huile}} g (Z_1 - Z_A) \dots \dots \dots (1)$$

$$P_1 - P_2 = \rho_{\text{air}} g (Z_2 - Z_1) = 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$P_2 - P_3 = \rho_{\text{mercure}} g (Z_3 - Z_2) \dots \dots \dots (3)$$

Dans l'équation 2, ρ_{air} est négligeable par rapport à ρ_{huile} et $\rho_{\text{mercure}} \Rightarrow \rho_{\text{air}} = 0$ donc $P_1 - P_2 = 0$
 Par sommation des équations 1, 2 et 3 on trouve :

$$P_A - P_3 = \rho_{\text{huile}} g (Z_1 - Z_A) + \rho_{\text{mercure}} g (Z_3 - Z_2)$$

avec $P_3 = P_{\text{atm}}$ donc $P_A - P_{\text{atm}} = P_{\text{Aeff}}$

$$Z_1 - Z_A = 3[\text{m}]$$

$$Z_3 - Z_2 = - 0,23 \times 10^{-2} [\text{m}]$$

$$d_{\text{huile}} = \frac{\rho_{\text{huile}}}{\rho_{\text{eau}}} \Rightarrow \rho_{\text{huile}} = d_{\text{huile}} \times \rho_{\text{eau}} = 0,75 \times 1000 = 750 [\text{kg/m}^3]$$

$$d_{\text{mercure}} = \frac{\rho_{\text{mercure}}}{\rho_{\text{eau}}} \Rightarrow \rho_{\text{mercure}} = d_{\text{mercure}} \times \rho_{\text{eau}} = 13,6 \times 1000 = 13600 [\text{kg/m}^3]$$

L'indication du manomètre est une pression effective donc :

$$P_{\text{Aeff}} = P_A - P_{\text{atm}} = 750[\text{kg/m}^3] \times 9,81[\text{N/kg}] \times 3[\text{m}] - 13600[\text{kg/m}^3] \times 9,81 [\text{N/kg}] \times 0,23 \times 10^{-2}[\text{m}]$$

$$P_{\text{Aeff}} = 21765,64 [\text{Pa}]$$

Exercice7:

Dans la figure ci contre, les deux surfaces du manomètre sont ouvertes à l'atmosphère.

Calculer la masse volumique du fluide X.

On donne :

La masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}}=1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

La masse volumique de l'huile $\rho_{\text{huile}}=889 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

Solution exercice 7 :

On va appliquer l'équation de l'hydrostatique entre les points suivant (1-2), (2-3), (3-4), (4-5) et (5-6).

$$P_1 - P_2 = \rho_{\text{huile}} g (Z_2 - Z_1) = \rho_{\text{huile}} g (-0,1 \text{ [m]})$$

$$P_2 - P_3 = \rho_{\text{eau}} g (Z_3 - Z_2) = \rho_{\text{eau}} g (-0,07 \text{ [m]})$$

$$P_3 - P_4 = \rho_{\text{fluide X}} g (Z_4 - Z_3) = \rho_{\text{fluide X}} g (0,06-0,04 \text{ [m]})$$

$$P_4 - P_5 = \rho_{\text{eau}} g (Z_5 - Z_4) = \rho_{\text{eau}} g (0,05 \text{ [m]})$$

$$P_5 - P_6 = \rho_{\text{huile}} g (Z_6 - Z_5) = \rho_{\text{huile}} g (0,09 \text{ [m]})$$

La sommation des équations donne :

$$P_1 - P_6 = \rho_{\text{huile}} g (-0,1+0,09) \text{ [m]} + \rho_{\text{eau}} g (0,05 - 0,07) \text{ [m]} + \rho_{\text{fluide X}} g (0,02 \text{ [m]})$$

Les deux surfaces du manomètre sont ouvertes à l'atmosphère c.-à-d. la pression aux points 1 et 6 est la pression atmosphérique donc $P_1 = P_6 = P_{\text{atm}}$ ainsi $P_1 - P_6 = 0$ on trouve alors:

$$\rho_{\text{fluide X}} = \frac{\rho_{\text{huile}}(0,1-0,09)+\rho_{\text{eau}}(0,07-0,05)}{0,02} = \frac{889 \times 0,01 + 1000 \times 0,02}{0,02} = 1444,5 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

