Extrait du livre de Riadh BEN HAMOUDA « Notions de mécanique des fluides », Centre de Publication Universitaire, Tunis, 2008.

Exercice N°1:

1 ENONCE

Déterminer le poids volumique de l'essence sachant que sa densité d=0,7.

On donne :

- l'accélération de la pesanteur g=9,81 m/s^2

- la masse volumique de l'eau $\rho = 1000\ kg/m^3$

2 REPONSE

$\boxed{\varpi = d.\rho.g}$ A.N. $\boxed{\varpi = 0{,}7.1000.9{,}81 = 6867\ N/m^3}$

Exercice N°2:

1 ENONCE

Calculer le poids P_0 d'un volume V=3 litres d'huile d'olive ayant une densité d=0,918.

2 REPONSE

$\boxed{P_o = d.\rho.V.g}$ A.N. $\boxed{P_o = 0{,}918.1000.3.10^{-3}.9{,}81 = 27\ N}$

Exercice N°1: Extrait du devoir surveillé du 30-10-2006

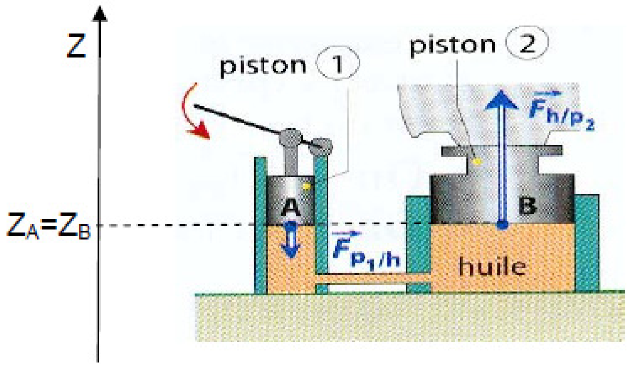
1 ENONCE

La figure ci-dessous représente un cric hydraulique formé de deux pistons (1) et (2) de section circulaire.

Sous l'effet d'une action sur le levier, le piston (1) agit, au point (A), par une force de pression $\vec{F}_{P_1/h}$ sur l'huile. L'huile agit, au point (B) sur le piston (2) par une force $\vec{F}_{h/P_2}$

On donne :

- les diamètres de chacun des pistons : D_1 = 10 mm; D_2 = 100 mm.
- l'intensité de la force de pression en A : $F_{p1/h}$ = 150 N.



Travail demandé :

1) Déterminer la pression P_A de l'huile au point A.

2) Quelle est la pression P_B ?

3) En déduire l'intensité de la force de pression $F_{h/p2}$.

2 REPONSE

1) Pression P_A de l'huile au point A: $\boxed{P_A = \frac{4.F_{P1/h}}{\pi.D_1^2}}$ A.N $\boxed{P_A = \frac{4.150}{\pi.0{,}01^2} = 19.10^5\ P_a}$

2) RFH entre A et B: $\boxed{P_A - P_B = \varpi.(Z_B - Z_A)}$, or $Z_A = Z_B$ donc $\boxed{P_B = P_A = 19.10^5\ Pascal}$.

3) Force de pression en B : $\boxed{F_{h/P2} = P_B.\frac{\pi.D_2^2}{4}}$ .N. $\boxed{F_{h/P2} = 19.10^5.\frac{\pi.0{,}1^2}{4} = 14922{,}56\ N}$

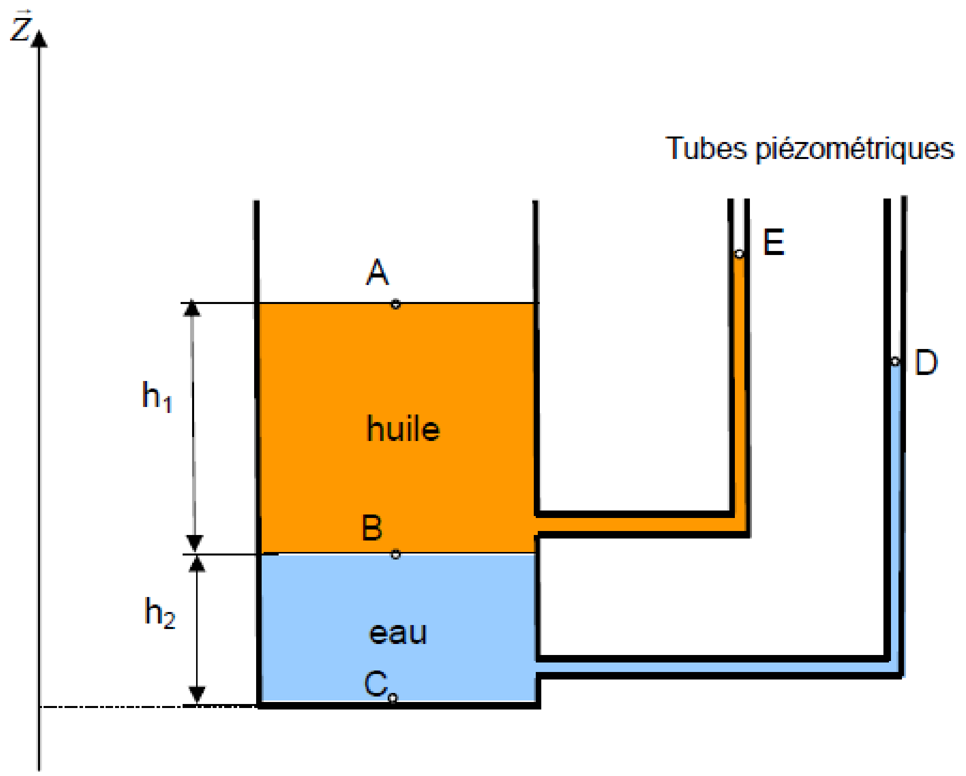
Commentaire*: On constate que la force $F_{p1/h}$ = 150 N est relativement faible par rapport à $F_{h/P2}$=14922,56 N. Avec ce système nous avons atteint un rapport de réduction de force de presque 100. Ce rapport correspond au rapport des diamètres des cylindres. On utilise souvent le même principe de réduction d'effort dans plusieurs applications hydrauliques (exemple: presse hydraulique).*

Exercice N°2: EXTRAIT DU DEVOIR SURVEILLE DU 13-12-2004

1 ENONCE

La figure ci-dessous représente un réservoir ouvert, équipé de deux tubes piézométriques et rempli avec deux liquides non miscibles :

- de l'huile de masse volumique ρ_1=850 kg/m^3 sur une hauteur h_1=6 m,
- de l'eau de masse volumique ρ_1=1000 kg/m^3 sur une hauteur h_2=5 m.



On désigne par:

- A un point de la surface libre de l'huile,
- B un point sur l'interface entre les deux liquides,
- C un point appartenant au fond du réservoir
- D et E les points représentants les niveaux dans les tubes piézimétriques,
- $(O, \vec{Z})$ est un axe vertical tel que Z_C=O.

Appliquer la relation fondamentale de l'hydrostatique (RFH) entre les points:

1) B et A. En déduire la pression P_B (en bar) au point B.

2) A et E. En déduire le niveau de l'huile Z_E dans le tube piézométrique.

3) C et B. En déduire la pression P_C (en bar) au point C.

4) C et D. En déduire le niveau de l'eau Z_D dans le tube piézométrique.

2 REPONSE

1) RFH entre B et A : $P_B - P_A = \rho_1 g(Z_A - Z_B)$ Or $P_A = P_{atm}$ et $Z_A - Z_B = h_1$

Donc $\boxed{P_B = P_{atm} + \rho_1 g.h_1}$ A.N. $\boxed{P_B = 10^5 + 850.9{,}81.6 = 150031\,Pa = 1{,}5\,bar}$

2) RFH entre A et E : $P_A - P_E = \rho_1 g(Z_E - Z_A)$ Or $P_A = P_E = P_{atm}$

Donc $\boxed{Z_E = Z_A = h_1 + h_2}$ A.N. $\boxed{Z_E = 6 + 5 = 11\,m}$

3) RFH entre C et B : $P_C - P_B = \rho_2 g(Z_B - Z_C)$ Or $Z_B - Z_C = h_2$

Donc $\boxed{P_C = P_B + \rho_2 g.h_2}$ A.N. $\boxed{P_C = 150031 + 1000.9{,}81.5 = 199081\,Pa = 2\,bar}$

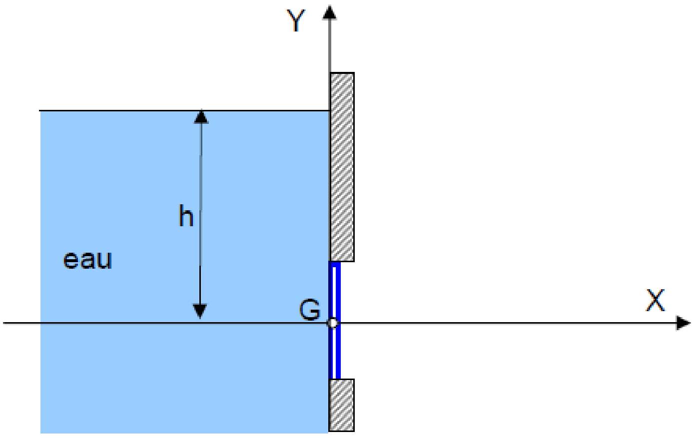
4) RFH entre C et D : $P_C - P_D = \rho_2 g(Z_D - Z_C)$ Or $P_D = P_{atm}$ et $Z_C = 0$

Donc $\boxed{Z_D = \dfrac{P_C - P_{atm}}{\rho_2 . g}}$ A.N. $\boxed{Z_D = \dfrac{199081 - 10^5}{1000.9{,}81} = 10{,}1\,m}$

Exercice N°11: EXTRAIT DU DEVOIR SURVEILLE DU 30-10-2006

1 ENONCE

Une vanne de vidange est constituée par un disque de diamètre d pivotant autour d'un axe horizontal $(G, \vec{Z})$. Le centre G du disque est positionné à une hauteur h=15,3 m par rapport au niveau d'eau.



On donne :

- le diamètre de la vanne : d = 1 m,
- la pression atmosphérique P_{atm} = 1 bar,
- l'accélération de la pesanteur g=9,81 m/s^2,
- la masse volumique de l'eau ρ=1000 kg/m^3.

Travail demandé :

1) Déterminer le poids volumique de l'eau.

2) Déterminer la pression P_G de l'eau au point G.

3) Calculer l'intensité de la poussée $\|\vec{R}\|$ sur le disque.

4) Calculer le moment quadratique $I_{(G,\vec{Z})}$ du disque par rapport à l'axe $(G, \vec{Z})$.

5) Calculer le moment $\vec{M}_G$ des forces de pression agissant sur le disque.

6) Déterminer la position du centre de poussée y_0.

On donne :

- le diamètre de la vanne : d = 1 m,
- la pression atmosphérique P_{atm} = 1 bar,
- l'accélération de la pesanteur g=9,81 m/s^2,
- la masse volumique de l'eau ρ=1000 kg/m^3.

Travail demandé :

1) Déterminer le poids volumique de l'eau.

2) Déterminer la pression P_G de l'eau au point G.

3) Calculer l'intensité de la poussée $\|\vec{R}\|$ sur le disque.

4) Calculer le moment quadratique $I_{(G,\vec{Z})}$ du disque par rapport à l'axe (G, $\vec{Z}$).

5) Calculer le moment $\vec{M}_G$ des forces de pression agissant sur le disque.

6) Déterminer la position du centre de poussée y_0.

2 REPONSE

1) Poids volumique $\boxed{\varpi = \rho.g}$

A.N. $\boxed{\varpi = 1000.9{,}81 = 9810\ N/m^3}$

2) Pression au point G $\boxed{P_G = P_{atm} + \varpi.h}$.

A.N. $\boxed{P_G = 10^5 + 9810.15{,}3 = 2{,}5.10^5\ Pascal}$

3) Intensité de la poussée $\boxed{\|\vec{R}\| = P_G.\dfrac{\pi.d^2}{4}}$

A.N. $\boxed{\|\vec{R}\| = 2{,}5.10^5.\dfrac{\pi.1^2}{4} = 196349{,}5\ N}$

4) Moment quadratique $\boxed{I_{(G,\vec{Z})} = \dfrac{\pi.d^4}{64}}$

A.N. $\boxed{I_{(G,\vec{Z})} = \dfrac{\pi.1^4}{64} = 0{,}049\ m^4}$

5) Moment des forces de pression $\boxed{\vec{M}_G = \varpi.I_{(G,\vec{Z})}.\vec{Z}}$

A.N. $\boxed{\|\vec{M}_G\| = 9810.0{,}049 = 480{,}6\ N.m}$

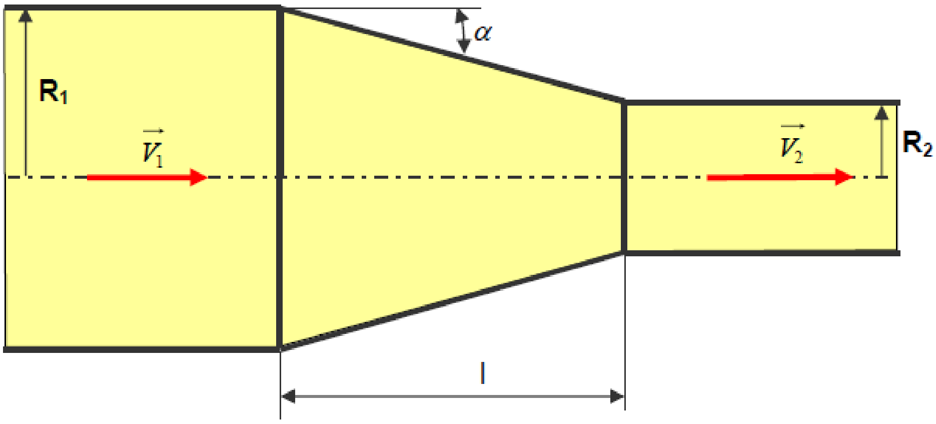
6) Position centre de poussée : $\boxed{y_c = -\dfrac{\varpi.I_{(G,\vec{Z})}}{\|\vec{R}\|}}$

A.N. $\boxed{y_c = -\dfrac{9810.0{,}049}{196349{,}5} = 2{,}44.10^{-3}\,m}$

Exercice N°1:

1 ENONCE

On veut accélérer la circulation d'un fluide parfait dans une conduite de telle sorte que sa vitesse soit multipliée par 4. Pour cela, la conduite comporte un convergent caractérisé par l'angle α (schéma ci-dessus).



1) Calculer le rapport des rayons (R_1/R_2).

2) Calculer (R_1 - R_2) en fonction de L et α. En déduire la longueur L. (R_1 = 50 mm, α = 15°).

2 REPONSE

1) On applique l'équation de continuité :

$$V_1.S_1 = V_2.S_2 \text{ ou encore } \frac{S_1}{S_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ or } S_1 = \pi.R_1^2 \text{ et } S_2 = \pi.R_2^2 \text{ d'où } \boxed{\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}} = 2}$$

2) $tg\alpha = \dfrac{R_1 - R_2}{l}$ donc $\boxed{l = \dfrac{R_1 - R_2}{tg\alpha}}$ or $R_2 = \dfrac{R_1}{2}$ donc $l = \dfrac{R_1}{2.tg\alpha}$ A.N.: $\boxed{L = 93{,}3 \text{ mm}}$.

Exercice N°2: EXTRAIT DU DEVOIR SURVEILLE DU 23-05-2003

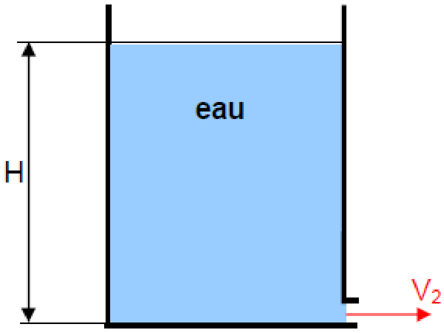
1 ENONCE

On considère un réservoir remplie d'eau à une hauteur **H= 3 m** , muni d'un petit orifice à sa base de diamètre **d= 10 mm**.

1) En précisant les hypotèses prises en comptes, appliquer le théorème de Bernouilli pour calculer la vitesse V_2 d'écoulement d'eau.

2) En déduire le débit volumique Q_v en (l/s) en sortie de l'orifice.

On suppose que g=9,81 m/s.



2 REPONSE

1) Vitesse d'écoulement V_2 ?

On applique le théorème de Bernoulli avec les hypothèses suivantes : $V_1 \approx 0$ car le niveau dans le réservoir varie lentement et $P_1 = P_2 = P_{atm}$,

$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + g.(Z_2 - Z_1) = 0$ On obtient :

$\boxed{V_2 = \sqrt{2.g.H}}$ A.N. $\boxed{V_2 = \sqrt{2.9{,}81.3} = 7{,}67\ m/s}$

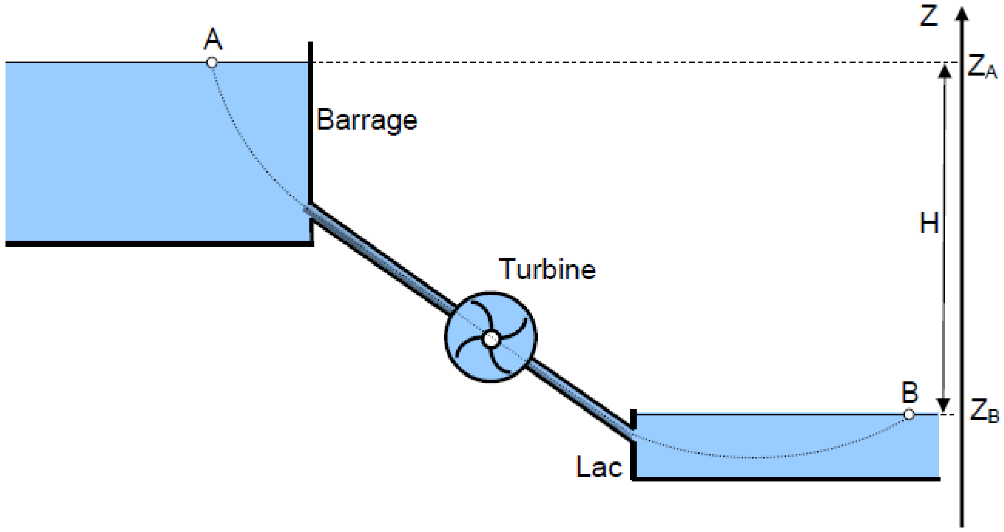
2) Débit volumique Q_v ?

$\boxed{Q_V = V_2.S}$ or $S = \frac{\pi.d^2}{4} = \frac{\pi.(10.10^{-3})^2}{4} = 7{,}87.10^{-2}\ m^2$ A.N. $\boxed{Q_V = 0{,}6\ L/s}$

Exercice N°17: EXTRAIT DU DEVOIR SURVEILLE DU 30-04-2007

1 ENONCE

Une conduite cylindrique amène l'eau d'un barrage (dont le niveau Z_A est maintenu constant) dans une turbine.



On branche à la sortie de la turbine une canalisation évacuant l'eau vers un lac.

Le niveau Z_B de la surface libre du lac est supposé constant.

Le débit massique traversant la turbine est Q_m= 175 kg/s.

On donne : l'accélération de la pesanteur g= 9,8 m/s^2 et $H=(Z_A-Z_B)$=35 m.

1) En appliquant le théorème de Bernoulli, déterminer la puissance utile P_u développée dans la turbine. Préciser toutes les hypothèses simplificatrices.

2) Calculer la puissance récupérée sur l'arbre de la turbine si son rendement global est η=70%.

2 REPONSE

1) Théorème de Bernoulli : $\frac{V_B^2 - V_A^2}{2} + \frac{P_B - P_A}{\rho} + g.(Z_B - Z_A) = \frac{P_u}{Q_m}$

or $P_A=P_B=P_{atm}$ et $V_A=V_B=0$. Donc $\boxed{P_u = Q_m.g.H}$ A.N $\boxed{P_u = 175.9{,}8.35 = 60025\ w}$

2) Puissance récupérée sur l'arbre de la turbine $\boxed{P_a = P_u.\eta}$ A.N. $\boxed{P_a = 45018\ w}$