Université Hassiba Benbouali de Chlef
Faculté de Génie Civil et d'Architecture
Département d'Architecture

Mardi, 20 juin 2013

Examen Final du Semestre 2

Filière : **Architecture** - Niveau : **L1** – Module : **Physique du bâtiment 2** – Durée : **1h30mn**

Exercice 1 : (8 points)

- Déterminer le poids volumique de l'eau de mer sachant que sa densité d = 1,026. On donne ρ (eau) = 1000 kg/m3.

I. Un immense réservoir de forme cylindrique (fig. 1) et de hauteur h_0 = 10 m est placé à une altitude h = 200 m par rapport à niveau de la surface de la mer.

A 50 cm du fond du réservoir, on a placé une vanne de section circulaire de diamètre d_0 = 200 mm, débouchant à une canalisation de section circulaire de diamètre d = 160 mm.

- Calculer la pression au centre de la vanne (1).
- Calculer la poussée sur la vanne (1).
- Calculer la pression au fond du réservoir (2).

II. On ouvre la vanne pour évacuer l'eau, à travers la canalisation, dans la mer.

- Appliquer le théorème de Bernoulli entre la surface libre de l'eau du réservoir (0) et la surface libre de la mer (3). Négliger la vitesse de la surface libre de l'eau du réservoir.
- Déterminer la vitesse de l'eau à la sortie de la canalisation (3).
- Déterminer la vitesse de l'eau à la sortie de la vanne (1).
- Déterminer le débit massique à la sortie de la canalisation (3).

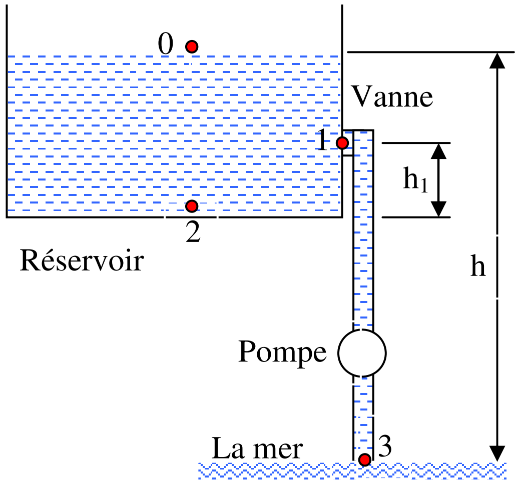


Fig.1.

Si à mi-chemin de la canalisation, on place une pompe pour alimenter le réservoir,

- déterminer la puissance nette (utile) en fonction de P_a (puissance de l'arbre), si le rendement de la pompe est 60%. On donne g = 9,81 m/s^2.

Exercice 2 : (04 Points)

- Quelle est la quantité de chaleur en calories équivalente à 3 KJ ?
- Si cette quantité de chaleur est suffisante pour élever la température d'une masse d'eau de 10°C, déterminer cette masse d'eau si la chaleur massique de l'eau est 1Kcal/kg/°C.
- Déterminer la quantité de chaleur ΔQ échangée par seconde, par convection, à travers une paroi de surface S = 1 m^2, sous un écart de température de 5 °C.

Le coefficient de transmission de la chaleur par convection est $h = 7\dfrac{W}{m^2.°C}$

Exercice 3 : (8 points)

On veut maintenir la température à l'intérieur d'un local à **T = 23 °C**. L'échange thermique se fait à travers un mur composé de trois couches de différents matériaux (fig.2). On donne les épaisseurs (e_i) et le coefficient de conductibilité thermique (λ_i) :

Briques : e_1 = 10 cm, $\lambda_1 = 0{,}84\dfrac{W}{m.°K}$;

Isolant (aggloméré) : e_2 = 10 cm, $\lambda_2 = 0{,}06\dfrac{W}{m.°K}$

Plâtre : e_3 = 1,2 cm, $\lambda_3 = 0{,}65\dfrac{W}{m.°K}$

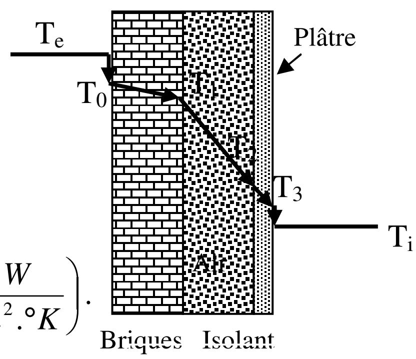


Fig.2.

Et les coefficients d'échange par convection : $h_e = 20\left(\dfrac{W}{m^2.°K}\right)$ et $h_i = 7\left(\dfrac{W}{m^2.°K}\right)$.

- Déterminer le coefficient de transmission de la chaleur équivalent $\mathbf{K_{éq}}$:
- Déterminer la densité du flux $\varphi = \dfrac{\Phi}{S}$ traversant le mur, si la température à l'extérieur est T = 32 °C :
- Déterminer la quantité de chaleur échangée au bout de 30 mn par unité de surface.

Bonne chance … Avec mes meilleurs vœux Chargé du module : E.-H. OMAR

Université Hassiba Benbouali de Chlef Faculté de Génie Civil et d'Architecture Mardi, 20 juin 2013

Département d'Architecture **Corrigé de l'Examen Final du Semestre 2**

Filière : **Architecture** - Niveau : **L1** – Module : **Physique du bâtiment 2** – Durée : **1h30mn**

NOM : ……………………………………...………………

RENOM : ……………………………………………….……

N° D'inscription : ……………………….. GROUPE : …..

Corrigé de l'exercice 01 :

I. Hydrostatique :

1. Poids volumique de l'eau de mer :

$$d = \frac{\rho_{eau\,de\,mer}}{\rho_{eau}} = 1{,}026 \Rightarrow \rho_{eau\,de\,mer} = d.\rho_{eau} = 1{,}026.1000$$

$$\rho_{eau\,de\,mer} = 1026\ \frac{kg}{m^3}$$

1Pt

2. Pression au centre de la vanne (1) :

Appliquons l'équation fondamentale de l'hydrostatique entre les points (0) et (1) :

$$P_1 - P_0 = \rho.g.(h_0 - h_1) \Rightarrow P_1 = P_0 + \rho.g.(h_0 - h_1) = P_{atm} + \rho.g.(h_0 - h_1)$$

$$P_1 = P_{atm} + \rho.g.(h_0 - h_1) = 10^5 + 1026.9{,}81.(10 - 0{,}5)$$

$$P_1 = 195618{,}07\ \ Pa = 1{,}96\ \ bars\,.$$

1Pt

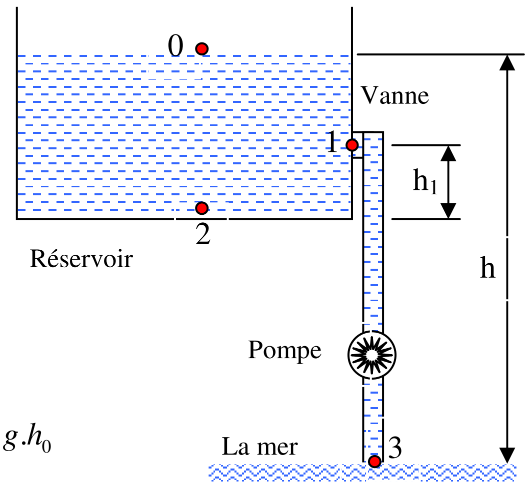


Fig.1.

3. Poussée sur la vanne (1) :

$$R_1 = P_1.S_1 = P_1.\frac{\pi.(d_0)^2}{4}$$

$$R_1 = P_1.\frac{\pi.(d_0)^2}{4} = 195618{,}07\,.\frac{\pi.(0{,}2)^2}{4}$$

$$R_1 = 6145{,}52\ \ N\ \ = 6{,}15\ \ KN$$

1Pt

4. Pression au fond du réservoir (2) :

$$P_2 - P_0 = \rho.g.(h_0 - h_2) \Rightarrow P_1 = P_0 + \rho.g.h_0 = P_{atm} + \rho.g.h_0$$

$$P_1 = P_{atm} + \rho.g.h_0 = 10^5 + 1026.9{,}81.10$$

$$P_1 = 200650{,}6\ \ Pa = 2\ \ bars\,.$$

1Pt

II. Hydrodynamique :

Appliquons le théorème de Bernoulli :

$$\frac{(v_3)^2 - (v_0)^2}{2} + \frac{P_3 - P_0}{\rho} + g.(z_3 - z_0) = 0 \qquad \text{(a)}$$

1. Vitesse de l'eau à la sortie de la canalisation (3) :

Hypothèses :

- Ecoulement permanent continue ;
- $P_0 = P_3 = P_{atm} = 10^5\,Pa = 1bar$;
- $v_0 \cong 0$.

D'où, l'équation (a) devient :

$$\frac{(v_3)^2}{2} + g.(z_3 - z_0) = 0 \Leftrightarrow (v_3)^2 = 2g.h = 0 \Rightarrow v_3 = \sqrt{2g.h}$$

$$v_3 = \sqrt{2g.h} = \sqrt{2.9{,}81.200}$$

$\Rightarrow$ $v_3 = 62,64\ \dfrac{m}{s}$ 1Pt

2. Vitesse de l'eau à la sortie de la vanne (1) :

Appliquons l'équation de continuité dans les sections (1) ét (3) :

$$S_1.v_1 = S_3.v_3 \Leftrightarrow \frac{\pi.(d_0)^2}{4}.v_1 = \frac{\pi.(d_1)^2}{4}.v_3 \Rightarrow v_1 = \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2.v_3$$

$$v_1 = \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2.v_3 = \left(\frac{0,16}{0,2}\right)^2.62,64$$

$\Rightarrow$ $v_1 = 40,09\ \dfrac{m}{s}$ 1Pt

3. Débit massique à la sortie de la canalisation (3) :

$$Q_m = \rho.S_3.v_3 = \rho.\frac{\pi.(d_1)^2}{4}.v_3$$

$$Q_m = \rho.\frac{\pi.(d_1)^2}{4}.v_3 = 1026.\frac{\pi.(0,16)^2}{4}.62,64$$

$\Rightarrow$ $Q_m = 1292,2\ Kg$ 1Pt

4. Puissance nette (utile) en fonction de P_a (puissance de l'arbre) :

Appliquons le théorème de Bernoulli en présence d'une pompe :

$$\frac{(v_3)^2 - (v_0)^2}{2} + \frac{P_3 - P_0}{\rho} + g.(z_3 - z_0) = \frac{P_u}{Q_m} \qquad \text{(b)}$$

En tenant compte des hypothèses prises en compte, cette équation est réduite à :

$$\frac{(v_3)^2}{2} + g.(z_3 - z_0) = \frac{P_u}{Q_m} \Leftrightarrow \frac{(v_3)^2}{2} - g.h = \frac{P_u}{Q_m} \Rightarrow P_u = \frac{Q_m}{2}.\left((v_3)^2 - 2g.h\right)$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \Rightarrow P_u = \eta.P_a = 0,6.P_a$$

$\Rightarrow$ $P_u = 0,6\ P_a$ 1Pt

Corrigé de l'exercice 02 :

1. Quantité de chaleur en calories équivalente à 3 KJ :

$$1Cal = 4,18\,J \Rightarrow 1J = \frac{1}{4,18}Cal \approx 0,24\,Cal$$

D'où :

$\Rightarrow$ $3\ KJ = 0,72\ KCal.$ 1Pt

2. Détermination de la masse d'eau :

$$\Delta Q = m.C.\Delta T \Rightarrow m = \frac{\Delta Q}{C.\Delta T} = \frac{720}{1000.10} = 0,072\ Kg\ = 72\ g\ .$$

$\Rightarrow$ $m\ = 0,072\,Kg = 72\ g$. 1,5Pt

3. Quantité de chaleur ΔQ échangée par convection :

$$\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h.S.\Delta T \Rightarrow \Delta Q = h.S.\Delta T.\Delta t$$

$$\Delta Q = h.S.\Delta T.\Delta t = 7.1.5.1$$

$\Rightarrow$ $\Delta Q\ = 35\ J$. 1,5Pt

Corrigé de l'exercice 03 :

1. Coefficient de transmission de la chaleur équivalent $K_{éq}$:

La densité du flux de chaleur passant à travers le mur :

$$\varphi = \frac{\Delta\Phi}{S} = K_{éq}.\Delta T \Rightarrow K_{éq} = \frac{\varphi}{\Delta T}$$

Et c'est le même flux passant à travers chaque couche du mur :

$$\varphi = h_e.(T_e - T_0) \text{ : Convection externe.}$$

$$\varphi = \frac{\lambda_1}{e_1}.(T_0 - T_1) \text{ : Conduction à travers la couche en briques.}$$

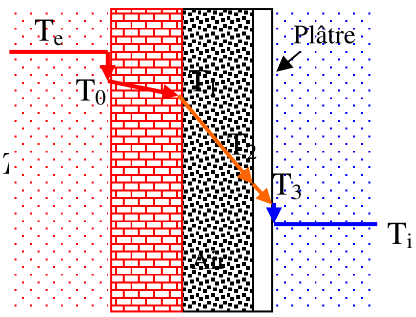
$$\varphi = \frac{\lambda_2}{e_2}.(T_1 - T_2) \text{ : Conduction à travers l'isolation.}$$

$$\varphi = \frac{\lambda_3}{e_3}.(T_2 - T_3) \text{ : Conduction à travers la couche en plâtre.}$$

$$\varphi = h_i.(T_3 - T_e) \text{ : Convection interne.}$$

$$\Delta T = T_e - T_i = (T_e - T_0) + (T_0 - T_1) + (T_1 - T_2) + (T_2 - T_3) + (T_3 - T_i)$$

$$= \varphi\left(\frac{1}{h_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_i}\right)$$



Briques Isolant

Fig.2.

D'où :

$$K_{éq} = \frac{1}{\frac{1}{h_e} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_i}} = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{0,1}{0,84} + \frac{0,1}{0,06} + \frac{0,012}{0,65} + \frac{1}{7}}$$

$$K_{éq} = 0,5 \ \frac{W}{m^2.°K}$$

4Pt

2. Détermination de la densité du flux :

$$\varphi = \frac{\Delta\Phi}{S} = K_{éq}.\Delta T = K_{éq}.(T_e - T_i) = 0,5.(32 - 23)$$

$$\varphi = 4,5 \ W$$

2Pt

3. Quantité de chaleur échangée au bout de 30 mn par unité de surface :

$$\varphi = \frac{\Delta\Phi}{S} = \frac{\Delta Q}{S.\Delta t} \Rightarrow \Delta Q = \varphi.S.\Delta t = 4,5.1.1800$$

$$\Delta Q = 8100 \ J = 8,1 \ KJ.$$

2Pt

Terminé sauf erreur ou omission.

www.hajomar.com/jpa

Document en ébauche. Prière m'aider à corriger les erreurs.