

CONCOURS D'ENTREE EN 3^{ème} ANNEE

Session du 13 Septembre 2012

Filière (Speciality) : Pétrole & Gaz
Epreuve de (Paper) : Spécialité
Durée (time) : 3 heures (3hours)

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix-Travail -Patrie
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
UNIVERSITE DE DOUALA
Institut Universitaire de Technologie (IUT)

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace-Work-Fatherland
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
UNIVERSITY OF DOUALA
University Institute of Technologie (UIT)

CONCOURS D'ENTREE EN LICENCE PETROLE ET GAZ (PG)

Session d'octobre 2012

Epreuve : Spécialité, Durée : 3 heures

Exercice 1 :

Sous pression atmosphérique (≈ 1 bar) la glace se liquéfie à 0°C et le mercure (Hg) à -39°C . Nous possédons 2 récipients qui renferment la phase liquide (1 kg) et solide (200g) de l'eau et de la glace. Fig 1. On donne les valeurs suivantes : chaleur latente de fusion de l'Hg : $0,12 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ et de la glace : $3,52 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$
chaleur massique (supposées constantes) de l'Hg : $139 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ et de l'eau : $4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

Quelle est la durée nécessaire pour échauffer d' 1°C la température de chaque bain ?

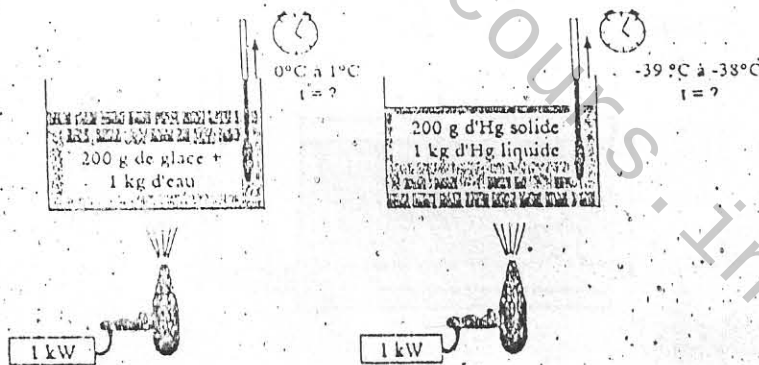


Fig 1

Exercice 2 :

Un volume d'air (gaz parfait) de 20 litres à la pression atmosphérique $P_0 \approx 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ et à $T_0 \approx 0^\circ\text{C}$ subit les deux transformations suivantes Fig 2:

transformation 1-2 : compression isochore. L'air est chauffé jusqu'à ce que sa pression soit égale à $3P_0$.
transformation 2-3 : expansion isobare. L'air est chauffé jusqu'à ce que sa température atteigne 600°C .

On donne pour l'air : masse molaire $M \approx 29 \text{ g/mole}$, $C_v \approx 708 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$, $\gamma \approx 1,40$ et $R \approx 8,32 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Quelle est la température atteinte par l'air à la fin de la transformation 1-2 ?
2. Calculez la masse m d'air et déduisez - en la variation d'énergie interne de l'air dans la transformation 1-2.
3. Quel est le volume occupé par l'air à la fin de la transformation 2-3 ?
4. Calculez la variation d'énergie interne de l'air dans la transformation 2-3.

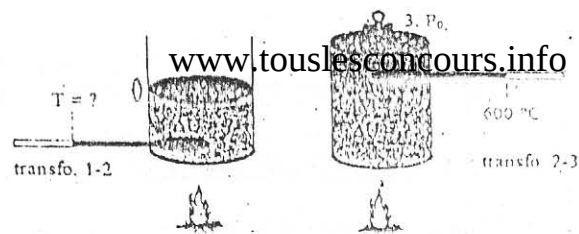


Fig 2

Exercice 3 :

Une conduite relie deux réservoirs 1 & 2 dont les surfaces sont à l'air libre avec un débit de $3600 \text{ m}^3/\text{h}$. Les pertes de charge locales totales $\sum \zeta = 5$; la différence de niveau entre les deux réservoirs est $h_1 - h_2 = 20 \text{ m}$.

Données :

Conduite : longueur $L = 500 \text{ m}$; $d = 600 \text{ mm}$.

Caractéristiques du fluide : $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$; $\nu = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Accélération de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

- Calculer la vitesse de l'huile dans la conduite.
- Déterminer le type d'écoulement.
- Calculer les pertes de charge linéaires entre 1 et 2.
- Calculer la puissance consommée par la pompe sachant que son rendement global est de 0,7.

Exercice 4 :

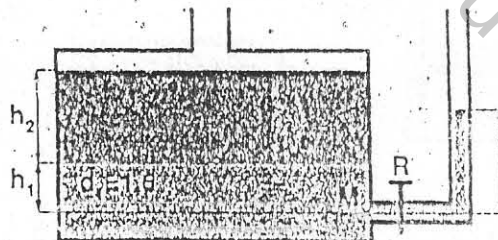
Soit un récipient contenant un mélange de liquides immiscibles constitué d'un solvant chloré de densité $d_1 = 1,6$ et d'une solution d'acide chlorhydrique de densité $d_2 = 1,2$. Le récipient communique au point M avec un tube indicateur de niveau par l'intermédiaire d'un robinet. Lors d'un premier remplissage du récipient, le robinet était fermé et le tube vide. Au bout d'un certain temps, le mélange a décanté : le solvant chloré se trouve dans la couche inférieure d'épaisseur $h_1 = 35 \text{ cm}$ (comptée à partir de M). La solution chlorhydrique se trouve dans la couche supérieure d'épaisseur $h_2 = 95 \text{ cm}$.

On ouvre le robinet R, et le solvant chloré monte dans le tube indicateur de niveau et se stabilise.

Sa hauteur dans le tube (comptée à partir de M) est h' .

Calculer h' en fonction de h_1 et h_2 .

Masse volumique de l'eau $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$



Exercice 5

L'un des murs d'une pièce d'un appartement a 4 m de long, 3 m de haut et $0,2 \text{ m}$ d'épaisseur. Il est constitué de briques.

1) Calculer le flux de chaleur à travers ce mur lorsque la température extérieure est de 0°C , celle de la pièce étant maintenue à 20°C .

Pour diminuer les déperditions calorifiques à travers ce mur, on place contre lui une plaque de liège de 2 cm d'épaisseur.

2) Calculer le nouveau flux de chaleur à travers ce mur.

Conductivité de la brique $0,836 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

Conductivité de la liège $0,2926 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

/7

Exercice 1

- Temps nécessaire pour faire passer de 0°C à 1°C la température d'un mélange de 200g de glace + 1kg d'eau:

$$P = \frac{Q}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{Q}{P}$$

$$\text{ou } Q = m_g L_g + m_e C_e (T_f - T_i)$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{m_g L_g + m_e C_e (T_f - T_i)}{P}$$

$$A.N: t_1 = \frac{0,2 \times 3,52 \times 10^5 + 1 \times 4180 (1 - 0)}{1000}$$

$$t_1 = 1 \text{ min } 14 \text{ s } 35 \text{ ms ou } 74,58 \text{ s}$$

- Temps nécessaire pour faire passer de -39°C à -38°C la température d'un mélange de 200g d'Hg solide et 1kg d'Hg liquide:

Un raisonnement analogue au précédent conduit:

$$t_2 = \frac{m_{HgS} L_{Hg} + m_{HgL} C_{Hg} (T_f - T_i)}{P}$$

Cetrick siwre 76.60.52.09

2/7

$$A.N: t_2 = \frac{0,2 \times 0,12 \times 10^5 + 1 \times 139 [-38 - (-39)]}{1000}$$

$$t_2 = 2,54 \text{ s ou } 2 \text{ h } 35 \text{ tiers}$$

Exercice 2

1- Température atteinte par l'air à la fin de la transformation 1-2 :

$$(1) P_0 V_0 = n R T_0 \xrightarrow{\text{transformation isochore}} P_1 V_0 = n R T_1 \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{P_1 V_0} = \frac{n R T_0}{n R T_1} \Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{T_0}{T_1} \text{ ou } P_1 = 3 P_0$$

$$\Rightarrow \frac{T_0}{T_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow T_1 = 3 T_0$$

$$A.N: T_1 = 273 \times 3 \Rightarrow T_1 = 819 \text{ K}$$

2- * Calculons la masse de l'air :

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n \cdot M \text{ ou } n = \frac{P_0 V_0}{R T_0}$$

$$\Rightarrow m = \frac{P_0 V_0}{R T_0} M$$

$$A.N: m = \frac{1,013 \times 10^5 \times 0,02}{8,32 \times 273}$$

$$m = 0,892 \text{ g}$$

cedric SIEWE 76.60.52.09

3/7

* Déduisons la variation de l'énergie interne pour la transformation 1-2 :

$$\Delta U_{1-2} = m C_v (T_f - T_i)$$

A-N : $\Delta U_{1-2} = 0,892 \times 10^3 \times 708 (819 - 273)$

$$\Delta U_{1-2} = 344\,818\,656 \text{ J}$$

3- Volume occupé par l'air à la fin de la transformation 2-3 :

$P_1 \cdot V_1 = nRT_1$ transformation isobare $\rightarrow P_2 \cdot V_2 = nRT_2$

$$\Rightarrow \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot V_2} = \frac{nRT_1}{nRT_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{T_2}{T_1} V_1$$

A-N : $V_2 = \frac{600 + 273}{819} \cdot 0,02 \quad \underline{V_2 = 0,021 \text{ m}^3}$

4- Calculons la variation de l'énergie interne de l'air dans la transformation 2-3

$$\Delta U_{2-3} = m C_p (T_f - T_i) \quad \text{or } \gamma = \frac{C_p}{C_v} \Rightarrow C_p = \gamma C_v$$

$$\Rightarrow \Delta U_{2-3} = m \gamma C_v (T_f - T_i)$$

$$\Delta U_{2-3} = 0,892 \times 10^3 \times 1,4 \times 708 (600 + 273 - 819)$$

$$\Delta U_{2-3} = 49512422,4 \text{ J}$$

4/7

Exercice 3

1- Calculons la vitesse de l'huile dans la conduite :

$$Q_v = \frac{\pi d^2}{4} V \Rightarrow V = \frac{4 Q_v}{\pi d^2}$$

A.N : $V = \frac{4 \times 3600}{3,14 \times (0,6)^2 \times 3600}$

$V = 3,54 \text{ m/s}$

2- Déterminons le type d'écoulement :

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \quad \text{A.N : } Re = \frac{3,54 \times 0,6}{8 \times 10^{-3}}$$

$Re = 265,5 < 2320$: écoulement laminaire.

3- Calculons les pertes de charge linéaires entre 1 et 2 :

$$\Delta P_L = \frac{\lambda \rho V^2 L}{2d} \quad \text{or } \lambda = \frac{64}{Re}$$

$$\Rightarrow \Delta P_L = \frac{32 \rho V^2 L}{Re \cdot d}$$

A.N : $\Delta P_L = \frac{32 \times 900 \times (3,54)^2 \times 500}{265,5 \times 0,6}$

$\Delta P_L = 1134937,36 \text{ Pa}$

5/7

LUDOVIC SIEWE

76.60.52.09

4- Calculons la puissance consommée par la pompe
 * puissance utile P_u de la pompe :

$$\frac{\rho}{2} (V_2^2 - V_1^2) + \rho g (z_2 - z_1) + P_2 - P_1 = \frac{P_u}{Q_v} - \Delta P_T$$

or $V_1 = V_2$ et $P_1 = P_2$

$$\Rightarrow \boxed{\rho g (z_2 - z_1) = \frac{P_u}{Q_v} - \Delta P_T}$$

$$\Delta P_T = \Delta P_L + \Delta P_B \Rightarrow \Delta P_T = \Delta P_L + \frac{\sum f \cdot \rho \cdot V^2}{2}$$

$$\Rightarrow \rho g (\underbrace{z_2 - z_1}_{\Delta h}) = \frac{P_u}{Q_v} - \Delta P_L - \frac{\sum f \cdot \rho \cdot V^2}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_u = \frac{1}{Q_v} \left[\rho g \cdot \Delta h + \Delta P_L + \frac{\sum f \cdot \rho \cdot V^2}{2} \right]}$$

$$\text{A.N: } \frac{P_u}{1} = \frac{1}{4} \left[900 \times 9,81 \times 20 + 1134937,36 \times \frac{5 \times 900 (3,59)^2}{2} \right]$$

$$\underline{P_u = 1339713,46 \text{ Watt}}$$

* puissance consommée : P_c

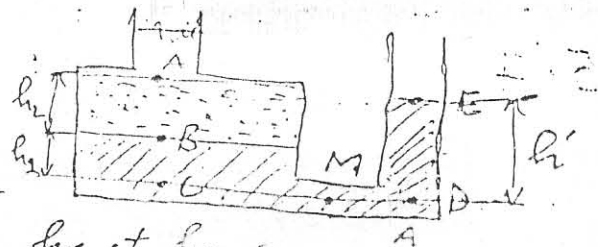
$$\eta = \frac{P_u}{P_c} \Rightarrow \boxed{P_c = \frac{P_u}{\eta}}$$

$$P_c = \frac{1339713,46}{0,17}$$

$$\underline{P_c = 1913876,37 \text{ Watt}}$$

6/7

Exercice 4



Calculons h' en fonction de h_1 et h_2 :

$$P_B - P_A = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow P_B = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + P_A \quad (1)$$

$$P_C - P_B = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow P_C = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + P_B$$

$$\Rightarrow P_C = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2 + P_A$$

$$P_D - P_E = \rho_1 \cdot g \cdot h' \Rightarrow P_D = \rho_1 \cdot g \cdot h' + P_E$$

$$\text{or } P_D = P_C \text{ et } P_A = P_E$$

$$\Rightarrow \rho_1 \cdot g \cdot h' = \rho_2 \cdot g \cdot h_1 + \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\Rightarrow h' = h_1 + \frac{\rho_2}{\rho_1} h_2$$

ou encore

$$h' = h_1 + \frac{d_2}{d_1} h_2$$

$$A.N: h' = 35 + \frac{1,2}{1,6} \times 95$$

$$h' = 106,25 \text{ cm}$$

7/7

Exercice 5

1- Calculons le flux de chaleur $\dot{Q}$ travers le mur :

$$\dot{Q} = \lambda_b S (T_{int} - T_{ext}) \times \frac{1}{e_b}$$

A.N : $\dot{Q} = 0,836 \times 4 \times 3 (20 - 0) \times \frac{1}{0,12}$

$$\dot{Q} =$$

2- Calculons le nouveau flux de chaleur :

$$\dot{Q}' = \frac{(T_{int} - T_{ext}) S}{\frac{e_b}{\lambda_b} + \frac{e_L}{\lambda_L}}$$

A.N : $\dot{Q}' = \frac{(20 - 0) \times 3 \times 4}{\frac{0,12}{0,836} + \frac{0,02}{0,2926}}$

$$\dot{Q}' =$$

CEDRIC STEWÉ 76.60.52.09