Université Mentouri Constantine
Département de Technologie
2ème Année LMD, ST A 2008/2009 ***Contrôle de Génie des procédés***

PARTIE I/ (10pts)

1)-Quelles sont les bases techniques du génie des procédés?

2)-Quelles sont les modes de transfert thermique et de matière?

3)-Déterminer le profil de température dans un mur simple avec régime permanent et sans génération de chaleur pour le T.T par conduction avec $\lambda \neq f(T)$.

4)-Montrer que: pour une transformation isobare $H = U + pV$

5)-Montrez que $J_i = N_i - x_i \cdot \sum_{i=1}^{n} N_i$ sachant que $J_i = C_i(v_i - v)$,

6)-Quelles sont les opérations fondamentales de la distillation?

7)-Quelles sont les conditions nécessaires pour réaliser le procédé de l'extraction?

PARTIE II

EXERCICE 1 / (8pts)

Soit une réaction se déroulant en phase gazeuse dans un réacteur $2A + 4B \rightarrow 2C$, le débit volumique à l'entrée et à la sortie $q_0 = q = 2{,}5$ dm^3/min avec un mélange d'alimentation de 50% de A.La température et la pression partielle de A sont respectivement $T = 727^0 C et P_{A0} = 2atm$;

I) Si la réaction est d'ordre 0 par rapport à A donner la formule de la loi cinétique et $t_{1/2}$

II)a)- Quelles est le type de réacteur utilisé avec justification

b)- Si la cinétique est $(-r_A) = kC_A C_B$, calculer le volume du RAC et RP nécessaire pour atteindre un taux de conversion X_A=0,25(avec démonstration). K=2.5dm^3/mol.min

EXERCICE 2 / (2pts)

Au pied d'une montagne à 183m d'altitude un baromètre indique la pression de 750 mm Hg, calculer la pression au sommet de la montagne à 615 m d'altitude supposant que la température est constante entre le pied et le sommet de la montagne est T=21^{0}C et que l'air est considéré comme un milieu statique.

M(air)=29g/mol,R=8,314 joule/mol.K,g=9,81m/s^2,1atm=760mmHg

BONNE CHANCE

Corrigé de Contrôle :

Génie des procédés - GP -

- ST2 LMD -

chargé de modules : Mme H. BEZAZE.

partie 1 : 10 pts

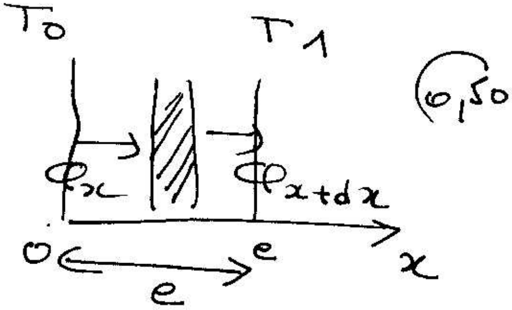
1) Les bases techniques du GP :
- réacteur (0,25)
- opération unitaire (0,25)

2) • Modes de T. thermique :
- Conduction (0,25)
- Convection (0,25)
- Rayonnement (0,25)

• T. de Matière :
- Convection (0,25)
- Diffusion (0,25)

3) $T = f(x)$ régime permanent, sans génération de chaleur et $\lambda \neq f(T)$.

On fait un bilan énergétique sur un élément de Volume (0,25)



$E + G = S$ (0,25) si le régime est permanent

On a : $G = 0$ Donc $E = S$ (0,25)

$\Rightarrow \varphi_x = \varphi_{x+dx}$ (0,25) d'où $\frac{\partial \varphi_x}{\partial x} \cdot \partial x = 0 \Rightarrow \frac{\partial \varphi_x}{\partial x} = 0$ (0,25)

Et donc : $\varphi_x = cst = C_1$ (0,25)

D'après la Loi de Fourier : $\varphi_x = -\lambda . S . \frac{\partial T}{\partial x}$ (0,25)

En égalisant les deux équations : $C_1 = -\lambda . S . \frac{\partial T}{\partial x} \Rightarrow \frac{\partial T}{\partial x} = -\frac{C_1}{\lambda . S}$

d'où : $\partial T = -\frac{C_1}{\lambda . S} . \partial x$ (si $\lambda \neq f(T)$). (0,25)

$\Rightarrow T = -\frac{C_1}{\lambda . S} . x + C_2$ (0,25)

Les Conditions aux limites :
$$\begin{cases} \text{à } x = 0 : T = T_0 & (0{,}25) \\ \text{à } x = e : T = T_1 & (0{,}25) \end{cases}$$

On trouve : $C_1 = \frac{T_0 - T_1}{e/\lambda . S}$ et $C_2 = T_0$
(0,25) (0,25).

Et : $\boxed{T = -\frac{T_0 - T_1}{e} x + T_0}$ (0,25)

4) $H \overset{?}{=} \mathcal{U} + p.V$ avec pente (T. isobare).

On a à pente : $Q_p = \Delta H$ (0,25) $Q_p = \Delta H \Rightarrow (\Delta U - W) = \Delta H$

1er principe de la thermodynamique (0,25)

$\Delta H = \Delta U - W \Rightarrow \Delta H = \Delta U + p.\Delta V$ (0,25)

$\Rightarrow H_2 - H_1 = (U_2 - U_1) + p.(V_2 - V_1)$ (0,25)

$\Rightarrow H_2 - H_1 = (U_2 + p.V_2) - (U_1 + p.V_1)$ (0,25)

$\Rightarrow \begin{cases} H_2 = U_2 + pV_2 \\ H_1 = U_1 + p.V_1 \end{cases}$ donc $\boxed{H = \mathcal{U} + p.V}$
(0,25)

5) $J_i = C_i(v_i - v) = C_i v_i - C_i v = C_i v_i - C_i \frac{\sum C_i v_i}{\sum C_i}$ (0,25)

vitesse molaire moyenne

$= \underbrace{C_i v_i}_{N_i} - \underbrace{\frac{C_i}{\sum C_i}}_{x_i} . \sum C_i v_i$

x_i : fraction molaire (0,25)

(0,25)

$\boxed{J_i = N_i - X_i \sum N_i}$ (0,25)

6) les Opérations fondamentales de la distillation

(0,5) Condensation et Evaporation (0,5)

passage de l'état Vap à l'état liquide

passage de l'état liquide à l'état Vap

7) Les conditions nécessaire sont :

. Densité différente ou masse Volumique différente (0,25)

. Il n'existe pas une réaction chimique entre les substances (0,25)

. Les phases ne sont pas totalement miscible (0,25)

(2/2)

partie II :

Exo 1 : (8pts)

$2A + 4B \rightarrow 2C$ $\quad q_0 = q = 2,5\ dm^3/min$

$P_{A_0} = 2atm,\ T = 727°C$

I) Si $\alpha_A = 0$ (L'ordre est 0/A)

On a : $v = \frac{1}{a_A} \cdot \frac{d[A]}{dt} = K . [A]^{\alpha_A}$ (0,25)

$a_A = -2$ et $\alpha_A = 0$ (0,25)

$\Rightarrow \frac{-1}{2} \frac{d[A]}{dt} = K . [A]^0 \Rightarrow \frac{d[A]}{dt} = -2K \Rightarrow d[A] = -2K\,dt$ (0,25)

$\Rightarrow \int_{[A]_0} d[A] = -2K \int_0^t dt \Rightarrow [A] = -2K\,t + [A]_0$ — (0,25) la loi cinétique

$\times\ t_{1/2} \Rightarrow [A] = \frac{[A_0]}{2}$ (0,25) et On a donc : $[A] = \frac{[A_0]}{2} = -2K\,t_{1/2} + [A]_0$ (0,25)

$\Rightarrow \boxed{t_{1/2} = \frac{[A]_0}{4.K}}$ temps de demi réaction (0,25)

(0,25)

II) Le type : réacteur Ouvert parceque : il y a : facteur de temps (débit q_0 et E et S) (0,25)

D'après un bilan de matière :

RAC : $E - S + app - Disp = Acc$ (0,5)

Si le régime est permanent : $Acc = 0,25$ (0,5)

BM/A : $app = 0$ et $Disp = (-r_A).V$ (0,5)

(0,5)

$E - S - Disp = 0 \Rightarrow F_{A_0} - F_{A_S} - (-r_A)V = 0$ et $F_{A_S} = F_{A_0}(1 - X_{A_S})$

Donc. $F_{A_0} - F_{A_0}(1 - X_A) - (-r_A)V = 0$ (0,5) $\Rightarrow V_{RAC} = F_{A_0} \cdot \frac{X_A}{(-r_A)}$

(0,5)

R.P. Réacteur piston : $E - S + app - Disp = Acc$ (0,50)

régime permanent et BM/A : $E - S - Disp = 0$ (0,25)

$F_{A_0} - F_{A_0}(1 - dX_A) - (-r_A)\,dV = 0$ (0,25)

$\Rightarrow V = F_{A_0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)}$ (0,5)

3/4

$V_{RAC} = ?$ On a : $V_{RAC} = F_{A0} \cdot \dfrac{X_A}{(-r_A)}$, $(-r_A) = k\, C_A C_B$, $C_A = C_{A0}(1 - X_A)$ 0,25

$C_{A0} = ?$ $\quad p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow C = \dfrac{n}{V} = \dfrac{P}{R \cdot T} \Rightarrow C_{A0} = \dfrac{P_{A0}}{R \cdot T} = \dfrac{2}{0{,}082\,(727+273)}$

0,25 $\quad C_{A0} = 0{,}061$ mol/l 0,25

et $C_B = \dfrac{F_B}{q} = \dfrac{F_B}{q_0} = \dfrac{F_{B0} - 2F_{A0}X_A}{q_0} = \dfrac{F_{A0}}{q_0}\Big(\underbrace{\dfrac{F_{B0}}{F_{A0}}}_{}- 2X_A\Big) = C_{A0}\,(1 - 2X_A)$

50% de A et 50% de B.

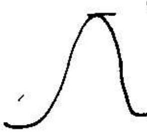
Donc $(-r_A) = k \cdot C_{A0}^2 (1 - X_A)(1 - 2X_A)$

$V_{RAC} = F_{A0} \cdot \dfrac{X_{AS}}{(-r_A)} = C_{A0} \cdot q_0 \cdot \dfrac{X_{AS}}{k\,C_{A0}^2 (1 - X_{AS})(1 - 2X_{AS})} = 10{,}98\ dm^3$ 0,25

R.P. $\quad V_{RP} = \dfrac{q_0}{k \cdot C_{A0}} \displaystyle\int \dfrac{dX_A}{(1 - X_A)(1 - 2X_A)}$. On a : $\displaystyle\int \dfrac{dX_A}{(1-X_A)(1-2X_A)} = \ln \dfrac{(1 - X_A)}{(1 - 2X_A)}$

et $V_{RP} = 6{,}64\ dm^3$ 0,25

Exo 02 : 2pts



La loi statique : $\dfrac{dP}{dz} + \rho g = 0$ 0,25

$\rho = \dfrac{m}{V}$ 0,25 mais $p \cdot V = n \cdot RT \Rightarrow p \cdot V = \dfrac{m}{M} \cdot R \cdot T$ 0,25

$\Rightarrow \dfrac{m}{V} = \rho = \dfrac{P \cdot M}{R \cdot T}$ 0,25

donc $\quad \dfrac{dP}{dz} + \dfrac{P \cdot M}{R \cdot T}\, g = 0$ 0,25

$\Rightarrow \dfrac{dP}{P} + \dfrac{M}{RT} g\, dz = 0 \Rightarrow \displaystyle\int_{P_1}^{P_2} \dfrac{dP}{P} = -\dfrac{Mg}{R \cdot T} \int_{z_1}^{z_2} dz$ 0,25 $\quad T = $ cnte

$\Rightarrow \ln(P_2/P_1) = -\dfrac{Mg}{RT}(z_2 - z_1)$

$\Rightarrow P_2 = P_1\, e^{-Mg/RT\,(z_2 - z_1)}$ 0,25

A.N $\quad \boxed{P_2 = 713{,}22 \text{ mm Hg}}$ 0,25