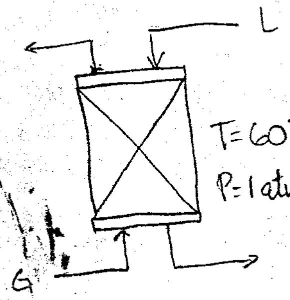
Universidad Simon Bolivar
Procesos de Separacion 2
Eduardo J. Chacón
0032664

# TAREA 2

**PROBLEMA 6.37**




T = 60°F
P = 1 atm

$Y_e = 0{,}03$

$Y_s = 0{,}03(1-0{,}97) = 9\times10^{-4}$

$G = 50\ ft^3/min$

$u_s = 2{,}4\ ft/s$

$Y^* = 1{,}75X$

a) $\left(\frac{L'}{G'}\right)_{MIN} = ?$  b) $X_s^* = ?$

c) Si $1{,}4\left(\frac{L'}{G'}\right)_{MIN}$ ; $N = ?$

d) NTUG = ?

e) $Z_1 = ?$ si $K_Y \cdot a = 12\ lbmol/h \cdot ft^3$

f) $Z_1 = f\left(\frac{L'}{G'}\right) = ?$

a) Hallando los flujos en base libre de soluto:

$$\rho_G = \frac{P}{RT} = \frac{101325\ Pa}{8{,}314\ J/mol\,K \cdot 288{,}6\ K} = 42{,}23\ mol/m^3 = 2{,}64\times10^{-3}\ lbmol/ft^3$$

$$G = 50\ ft^3/min \cdot 2{,}64\times10^{-3}\ lbmol/ft^3 = 0{,}132\ lbmol/min$$

$$G'_e = 0{,}132\,(1-0{,}03) = 0{,}128\ lbmol/min \qquad \bar{G} = \frac{G'_e + G'_s}{2} = 0{,}13\ lbmol/min$$

$$G'_s = 0{,}132\,(1-9\times10^{-4}) \simeq 0{,}132\ lbmol/min$$

Ahora las fracciones en base libre:

$$Y_e = \frac{Y_e}{1-Y_e} = 0{,}031 \qquad Y_s = \frac{Y_s}{1-Y_s} \simeq 9\times10^{-4}$$

Haciendo un balance para hallar flujo mínimo:

$$G'(Y_e - Y_s) = L'_{min}(X_s^* - X_e) \Rightarrow \left(\frac{L'}{G'}\right)_{min} = \frac{Y_e - Y_s}{X_s^*} \quad , \quad X_s^* = \frac{Y_e}{1{,}75} = 1{,}77\times10^{-2}$$

$$\boxed{\left(\frac{L'}{G'}\right)_{MIN} = 1{,}70}$$

b) Calculando $X_s^*$ para después utilizar la densidad del agua asumiendo que la densidad de la solución es la del agua:

$$X_s^* = \frac{X_s^*}{1+X_s^*} = 1{,}74\times10^{-2}\ \frac{\text{mol soluto}}{\text{mol solución}}$$

$$[\,]_s^* = X_s^* \cdot \rho_{H_2O} = 1{,}74\times10^{-2}\ \frac{\text{mol}}{\text{mol sdn}} \cdot 998\ \frac{Kg}{m^3} \cdot \frac{1\ \text{Kmol sdn}}{18\ Kg} \cdot \frac{2{,}2\ \text{lbmol}}{1000\ \text{mol}} \cdot \left(\frac{1\ m}{3{,}28\ ft}\right)^3 \cdot \frac{1000\ \text{mol sdn}}{1\ \text{Kmol sdn}}$$

$$[\,]_s^* = 6{,}02\times10^{-2}\ \text{lbmol}/ft^3$$

c) Sabiendo $1{,}4\left(\frac{L'}{G'}\right)_{min} = \frac{L'}{G'}$ se tiene que:

$$\frac{L'}{G'} = 1{,}4\cdot1{,}7 = 2{,}38 \Rightarrow L' = 0{,}309\ \text{lbmol/min}$$

Calculando $Q'$ y $\varphi'$:

$$Q' = \frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{m} = 2{,}38\cdot\frac{1}{1{,}75} = 1{,}36$$

$$\varphi' = \frac{Y_s - Y_s^*}{Y_e - Y_s^*} = \frac{9\times10^{-4} - 0}{0{,}03 - 0} = 0{,}03$$

Calculando N:

$$N = \frac{\ln\left[\left(\frac{Q-1}{Q}\cdot\frac{1}{\varphi}\right)+\frac{1}{Q}\right]}{\ln Q} = 7{,}36 \text{ etapas teóricas}$$

d) Ahora calculando el $(NTUOG)'$ usando los mismos valores para $Q'$ y $\varphi'$:

$$(NTUOG)' = \frac{\ln\left[\frac{Q-1}{Q}\cdot\frac{1}{\phi}+\frac{1}{Q}\right]}{\frac{Q-1}{Q}} = 8{,}53$$

e) Sabiendo que la altura de la torre será $Z = (HTUOG)'\cdot(NTUOG)'$ donde se define:

$$(HTUOG)' = \frac{G'/A}{K_y\cdot a} \qquad \text{donde } A = \frac{G}{u_0} = \frac{50}{2{,}4}\cdot\frac{1}{60} = 3{,}47\times10^{-1}\ ft^2$$

$$(HTUOG)' = \frac{(0{,}13/3{,}47\times10^{-1})}{12}\cdot 60 = 1{,}87\ ft$$

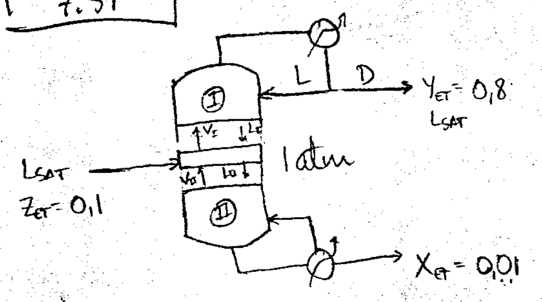
$$Z = (HTUOG)'(NTUOG)' = 1{,}87\ ft\cdot 8{,}53 = 15{,}95\ ft \simeq 16\ ft$$

f) Escribiendo la altura como función de $\frac{L'}{G'}$ se tiene que:

$$Z_I = 1{,}87\text{ ft}\ \frac{\ln\left[\dfrac{\left(\frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{1{,}75}\right)-1}{\left(\frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{1{,}75}\right)}\cdot\dfrac{1}{0{,}03}+\dfrac{1}{\left(\frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{1{,}75}\right)}\right]}{\dfrac{\left(\frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{1{,}75}\right)-1}{\left(\frac{L'}{G'}\cdot\frac{1}{1{,}75}\right)}}$$



PROBLEMA 7.51




$R = \frac{L}{D} = 1{,}5\,R_{MIN}$

Equilibrio del ejercicio 7.29

a) Primero que todo haciendo un balance global en la torre se calcula D asumiendo una base de calculo de $F = 1000$ Kmol/h:

$$F = D + W \qquad\qquad D = 113{,}92\ \text{Kmol/h}$$
$$F\cdot 0{,}1 = D\cdot 0{,}8 + W\cdot 0{,}01 \quad\Rightarrow\quad W = 886{,}08\ \text{Kmol/h}$$

Haciendo un balance para la zona I: $V_I = L_I + D$

$$V_I\cdot Y_{eI} = L_I X_{SI} + 0{,}08\cdot D$$

Asumiendo que la entrada esta en el plato optimo $X_{SI} = Z_{ET} = 0{,}1$ y para hallar el reflujo minimo para saber el verdadero valor de $L_I$ el $Y_{eI}$ está en equilibrio con $X_{SI}$, de modo que de la data de equilibrio $Y_{eI} = 0{,}4416$. Ahora del balance de masa:

$$V_I = L_{MIN} + D \quad\Rightarrow\quad L_{MIN} = 119{,}52\ \text{Kmol/h}$$
$$V_I\cdot 0{,}4416 = 0{,}1\,L_{MIN} + 0{,}08\,D$$

Ahora del reflujo minimo: $\frac{L}{D} = \frac{L_{MIN}}{D}\cdot 1{,}5 \Rightarrow L = 179{,}28$ Kmol/h

Haciendo un balance de masa de nuevo para la zona I:

$$V_I = L + D \qquad\qquad V_I = 293{,}2\ \text{Kmol/h}$$
$$V_I\cdot Y_{eI} = 0{,}1\,L + 0{,}8\cdot D \quad\Rightarrow\quad Y_{eI} = 0{,}372$$

Calculando $\varphi_I$:

$$\varphi_I = \frac{0{,}1\cdot 179{,}28 - (0{,}372\cdot 293{,}2)\cdot Q_F^{-1}}{0{,}8\cdot 179{,}28 - (0{,}372\cdot 293{,}2)\cdot Q_F^{-1}} \qquad \text{donde } Q_F = \frac{Y_{eI}}{X_{SEQ}}\,\frac{V}{L}$$

$\varphi_I = 0{,}211$

$Y_{eq} = 0{,}4912\,X_{eq} + 0{,}4146\ (0{,}1 < X < 0$

$X_{SEQ} = -8{,}67\times10^{-2}$

Calculando $Q_I$: $Q_I = \frac{V}{L}\cdot m = 0{,}803$

$Q_F = -7{,}02$

Ahora calculando el numero de etapas por Kremser:

$$N_I = \frac{\ln\left[\frac{Q-1}{Q_I}\cdot\frac{1}{\phi_I}+\frac{1}{Q_I}\right]}{\ln Q_I} = \underline{11,36}$$



Haciendo balance para la zona II podemos ver que $X_{eII}$ esta en equilibrio con $Y_{eI}$ de modo que de la data de equilibrio se obtiene $X_{eII} = 0{,}068$. Ahora sabiendo que $X_{eT} = 0{,}01$ esta en equilibrio con $Y_{eII}$ se obtiene de la data extrapolando: $Y_{eII} = 0{,}1329$. Por balance de masa se tiene:

$$V_{II}\cdot Y_{SII} + W X_{eT} = L_I \cdot X_{eII} \Rightarrow Y_{SII} = 0{,}2433$$

Ahora definiendo que la corriente que da es el gas se tiene que calculando Q y $\varphi$:

$$Q_I = \frac{L}{V}\cdot\frac{1}{m}$$ donde m de la ecuación: $Y_{eQ} = 3{,}135 X_{eQ} + 0{,}118$ para $(0{,}019 < X < 0{,}0966$

$$Q_{II} = \frac{1179{,}28}{293{,}2}\cdot\frac{1}{3{,}135} = 1{,}283$$

$$\varphi_{II} = \frac{0{,}2433\cdot 293{,}2 - (0{,}068\cdot 1179{,}28)\cdot Q_F^{-1}}{0{,}1329\cdot 293{,}2 - (0{,}068\cdot 1179{,}28)\cdot Q_F^{-1}}$$ donde $Q_F = \frac{L}{V}\,\frac{X_e}{Y_{SEQ}}$

$$\varphi_{II} = 0{,}445$$ $$Q_F = 0{,}8258$$

Calculando el numero de platos:

$$N_{II} = \frac{\ln\left[\frac{Q_{II}-1}{Q_{II}}\cdot\frac{1}{\phi_{II}}+\frac{1}{Q_{II}}\right]}{\ln Q_{II}} = 0{,}98 \simeq \underline{1} + \text{Rehervidor}$$

b) Ahora calculando con los mismos valores de $Q_I$, $Q_{II}$, $\varphi_I$, $\varphi_{II}$ pero para la siguiente formula

$$NTU = \frac{\ln\left[\frac{Q-1}{Q}\cdot\frac{1}{\varphi}+\frac{1}{Q}\right]}{\frac{Q-1}{Q}}$$

De modo que al operar se obtiene: $NTU_I = 10{,}16$

$$\underline{NTU_{II} = 1{,}11}$$

c) Ahora para calcular la altura sabiendo que la eficiencia es de 0,8 y el espaciado entre plato y plato es de 18 in se tiene que:

$$Z_1 = \left(\frac{13}{0{,}8} + 1\right) 1{,}5\,ft = \underline{22{,}88\,ft}$$

d) Ahora sabiendo que $H_{OG} = 1{,}2\,ft$ y que $Z_1 = H_{OG} \cdot (NTU_I + NTU_{II})$ se tiene que:

$$Z_1 = 1{,}2 \cdot (10{,}16 + 1{,}11) = \underline{13{,}524\,ft}$$