



Departamento de Ingeniería Civil
Química y Biotecnología.
Facultad de Ciencias Físicas
y Matemáticas.
UNIVERSIDAD DE CHILE
[IQ46B] Operaciones de
Transferencia I; 2009 - Semestre II

Ejercicio Nº 8

Profesor: Tomás Vargas.

Auxiliar: Melanie Colet.

Ayudantes: Jorge Monardes – Diego Guiachetti.

Se contacta un flujo de 2000 kg/h de una mezcla gaseosa de acetileno y etileno, conteniendo 0,7 fracción en peso de acetileno con un flujo de 10000 kg/h de sílica gel que contiene un adsorbato con 0,1 fracción en peso de acetileno. La razón sílica gel /adsorbato en esta corrientes es $N=35$ kg B/kg (A+C). Para los casos de:

- Adsorción en una etapa
- Adsorción en tres etapas co-corriente.

Determine:

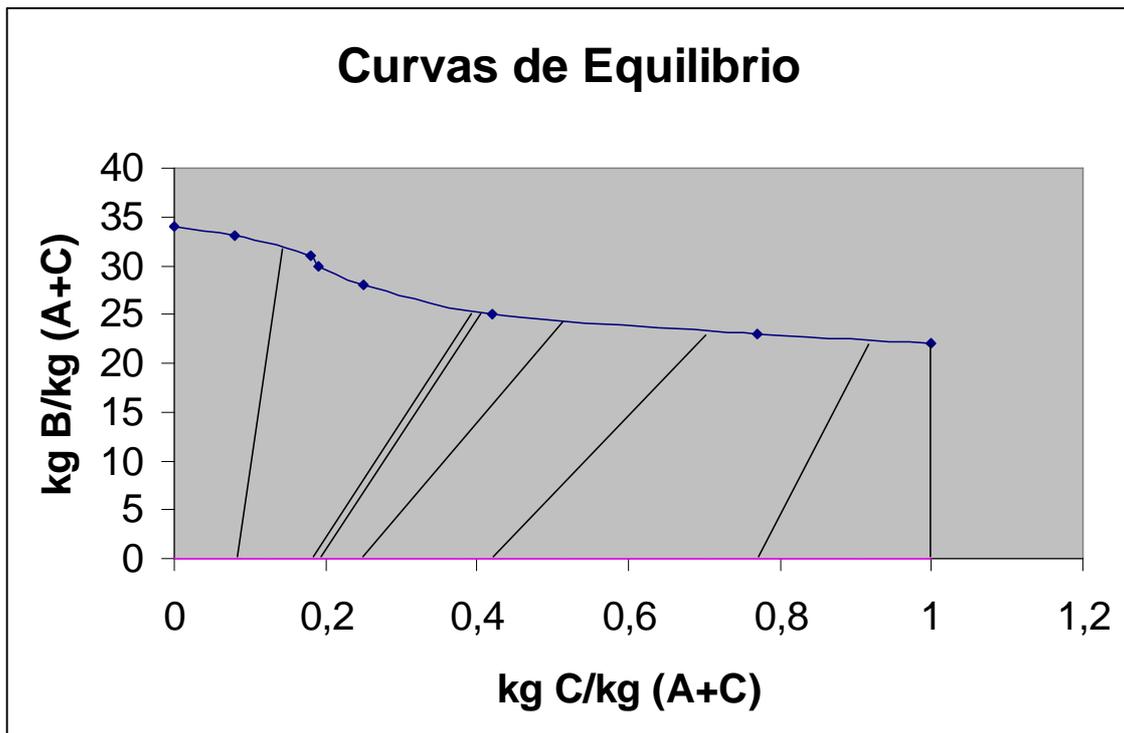
- El flujo de gas y el flujo de sólido a la salida del proceso
- La composición del flujo de gas y el flujo de sólido de salida, es decir, la cantidad de carbón activado, acetileno y etileno que los conforman.
- El porcentaje de recuperación de acetileno conseguido mediante el proceso de adsorción correspondiente (esto equivale a la fracción másica de acetileno contenida en la corriente de gas de entrada que es adsorbida en el sólido).

Los datos de equilibrio asociados al sistema de adsorción de acetileno-etileno sobre sílica gel se presentan en la tabla Nº 1. Considere que el sólido alimentado a cada una de las etapas posee las mismas condiciones de composición especificadas en el enunciado.

Tabla Nº 1

| x [kg C/kg (A+C)] en gas | y* [kg C/kg (A+C)] en adsorbato | N [kg B/kg(A+C)] |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 0 | 0 | 34 |
| 0,08 | 0,12 | 33 |
| 0,18 | 0,38 | 31 |
| 0,19 | 0,4 | 30 |
| 0,25 | 0,51 | 28 |
| 0,42 | 0,7 | 25 |
| 0,77 | 0,91 | 23 |
| 1 | 1 | 22 |

En primer lugar se construye el gráfico con las líneas de equilibrio:



Las líneas de equilibrio resultan de unir x con la proyección de y^* sobre la curva de "N".

Ahora hay que ubicar las distintas corrientes en el gráfico, de manera que:

Para el gas:

$$R_0 = 2000 \frac{\text{kg}(A+C)}{h} \quad y_0 = 0,7 \quad \rightarrow \quad R_0 \cdot x_0 = 1400 \frac{\text{kg}C}{h}$$

Para el sólido:

$$B = 10000 \frac{\text{kg}}{h} \quad N_0 = 35 \frac{\text{kg}B}{\text{kg}(A+C)} \quad y_0 = 0,1 \frac{\text{kg}C}{\text{kg}(A+C)} \quad \rightarrow \quad \frac{B}{N_0} = E = 285,7 \frac{\text{kg}C}{h}$$

$$\rightarrow E \cdot y_0 = 28,57 \frac{\text{kg}C}{h}$$

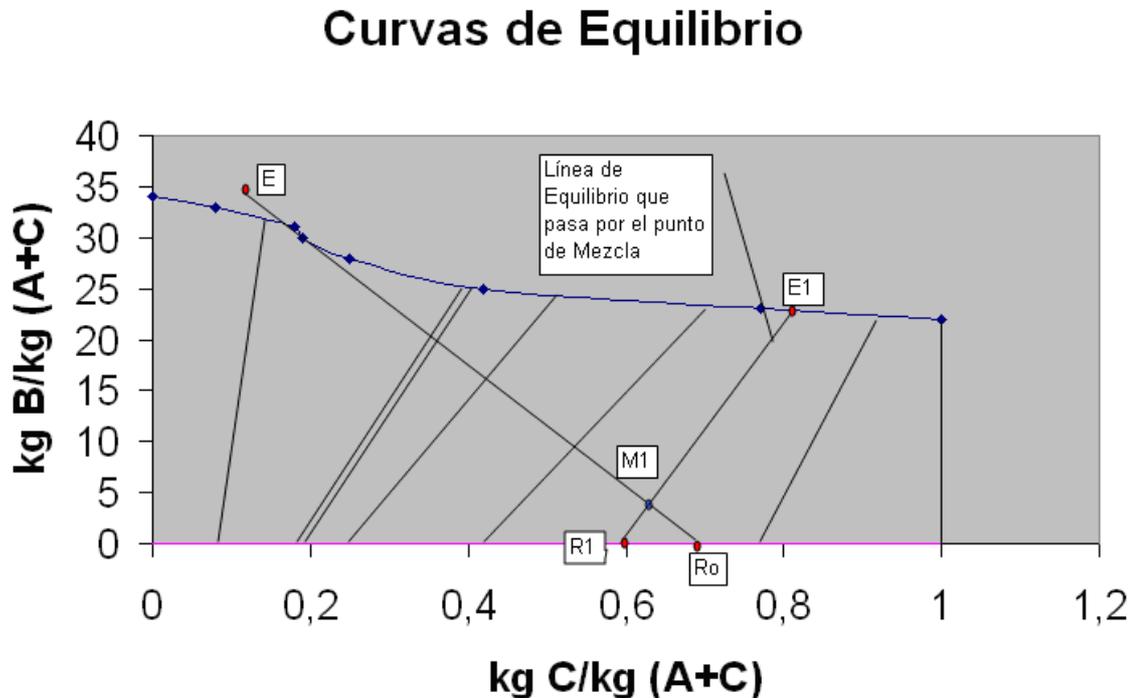
De esta forma se construye el punto mezcla, que es:

$$R_0 + E = M_1 = 2285,7 \frac{\text{kg}(A+C)}{h}$$

$$R_0 \cdot x_0 + E \cdot y_0 = 1428,57 \frac{\text{kg}C}{h}$$

$$\rightarrow N_{M_1} = \frac{10000}{2285,7} = 4,4 \quad x_{M_1} = \frac{R_0 \cdot x_0 + E \cdot y_0}{M_1} = 0,63$$

Graficando todo esto:



Una vez encontrado el punto mezcla se traza la línea de equilibrio que pasa por él, de esta forma se obtiene las dos salidas, que corresponden a E_1 y R_1 . Observado el gráfico se obtiene los siguientes datos respecto a estas dos corrientes:

$$N_1 = 24 \rightarrow E_1 = \frac{10000}{24} = 417,7 \frac{kg(A+C)}{h}$$

$$x_1 = 0,6$$

$$y_1 = 0,8 \rightarrow R_1 = M_1 - E_1 = 1868 \frac{kg(A+C)}{h} \rightarrow x_1 \cdot R_1 = 1120,8 \frac{kgC}{h}$$

Respondiendo las preguntas:

a) Flujo de sólido: $B + E_1 = 10417,7 \frac{kg}{h}$ Flujo de gas: $R_1 = 1868 \frac{kg}{h}$

b) Flujos gas \rightarrow 60% C, 40% A

Flujo sólido \rightarrow 0,03% C ($334,16 \frac{kg}{h}$), 0,008% A ($83,54 \frac{kg}{h}$), 95,9% B

- c) En el gas entraron $1400 \frac{\text{kgC}}{\text{h}}$ y por R_1 salieron $1120,8 \frac{\text{kgC}}{\text{h}}$; por tanto la recuperación es del 8%.

Ahora se procede a calcular el segundo punto de mezcla, que es:

$$N_{M_2} = \frac{B}{R_1 + E} = \frac{10000}{1868 + 285,7} = 4,64 \quad x_{M_2} = \frac{x_1 \cdot R_1 + E \cdot y_0}{M_2} = \frac{1120,8 + 28,57}{1868 + 285,7} = 0,53$$

Volviendo a trazar una línea de equilibrio sobre el punto M_2 , se pueden encontrar los puntos E_2 y R_2 , por tanto:

$$N_2 = 25 \rightarrow E_2 = \frac{10000}{25} = 400 \frac{\text{kg}(A+C)}{\text{h}}$$

$$x_2 = 0,48$$

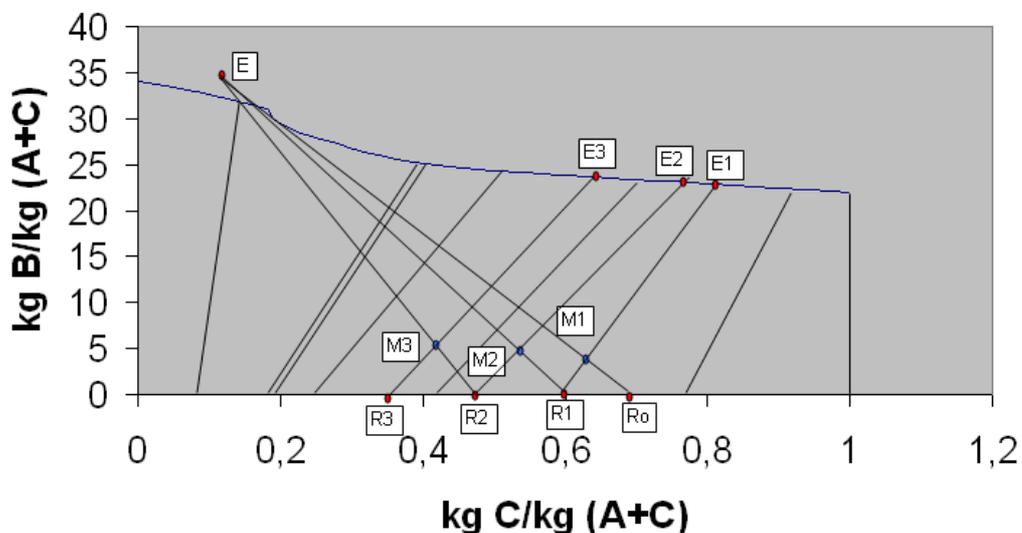
$$y_2 = 0,78 \rightarrow R_2 = M_2 - E_2 = 1753 \frac{\text{kg}(A+C)}{\text{h}} \rightarrow x_2 \cdot R_2 = 841,44 \frac{\text{kgC}}{\text{h}}$$

Finalmente se busca el punto M_3 para lo cual:

$$N_{M_3} = \frac{B}{R_2 + E} = \frac{10000}{1753 + 285,7} = 4,9 \quad x_{M_3} = \frac{x_2 \cdot R_2 + E \cdot y_0}{M_2} = \frac{841,44 + 28,57}{2038,7} = 0,43$$

Todo lo anterior se resume en el siguiente gráfico:

Curvas de Equilibrio



De esta forma:

$$N_3 = 26 \rightarrow E_3 = \frac{10000}{26} = 384,6 \frac{\text{kg}(A+C)}{h}$$

$$x_3 = 0,35$$

$$y_3 = 0,65 \rightarrow R_3 = M_3 - E_3 = 1654,1 \frac{\text{kg}(A+C)}{h} \rightarrow x_3 \cdot R_3 = 579,2 \frac{\text{kg}C}{h}$$

De esta forma, respondiendo las preguntas:

$$\text{Flujo de sólido: } B + E_3 = 10384,6 \frac{\text{kg}}{h}; \text{ Flujo gas: } R_3 = 1654,1 \frac{\text{kg}}{h}$$

Y la recuperación se puede calcular:

$$\frac{1400 - 579,2}{1400} = 0,586 = 58,6\%$$