

Ejercicio 7

Profesor: Tomás Vargas.

Auxiliar: Melanie Colet.

Ayudante: Igor Guzmán – Maurice Menadier.

1.- Se desea extraer un aceite con propiedades medicinales contenido en la corteza de un árbol oriental. Para ello se recurre a un proceso de lixiviación en contra-corriente con alcohol. Se sabe que el sólido retiene la solución lixivante tal como lo indica el gráfico de equilibrio adjunto. Se tratarán 1000 kg/h de corteza arbórea que tiene un contenido de 0,41 kg de aceite por kg de sólido inerte. Se desea recuperar el 90% del aceite de manera que la composición final de la solución lixivante sea de 0,75 kg de aceite por kg de solución. Determine:

a.- El flujo de alcohol necesario para realizar la extracción.

b.- El número de etapas necesarias para realizar la operación (**de manera gráfica**)

Sugerencia: Considere las líneas de equilibrio X – Y verticales y que el sólido de entrada está totalmente limpio de alcohol

Se alimentan 1000 kg/h de corteza inerte (B)

Por la composición dato se alimentan 410 kg/h de aceite (C)

Se desea recuperar el 90% del aceite \rightarrow 369 kg/h de C.

Los restantes 41 kg/h salen en la corriente de salida de la corteza.

Para solución final de lixivante:

$$X = 0,75 \text{ (dato)}$$

$$N = 0 \text{ (no se arrastra inerte)}$$

Para Flujo de materia prima:

$$Y = \frac{C}{A + C} = \frac{410}{410} = 1$$

$$N = \frac{B}{A + C} = \frac{1000}{410} = 2,44$$

Para solución inicial de lixivante (solo alcohol):

$$X = 0; N = 0.$$

Finalmente, para este sistema en contra-corriente la pendiente que pasa por la alimentación de alcohol (A) y corta la curva de equilibrio:

$$\frac{N}{Y} = \frac{B}{C} = \frac{1000}{410} = 24,4$$

Con esto se tiene la recta $N(Y) = 24,4 \cdot Y$ que corta a la de equilibrio

Gráficamente se tiene que esto ocurre en $Y = 0,1 \rightarrow N = 2,44$

Luego, para la corriente de salida de corteza:

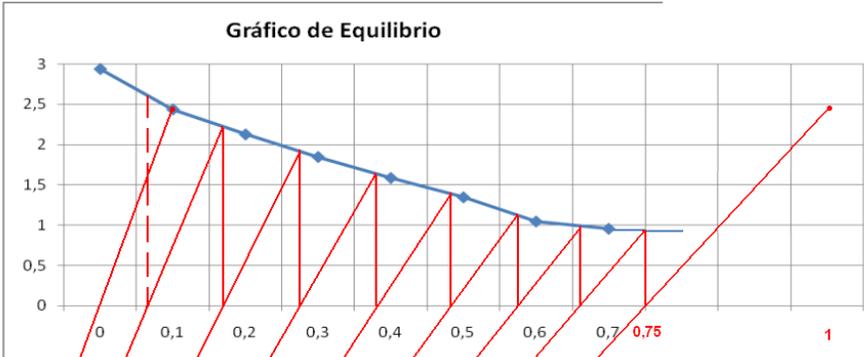
$$0,1 = \frac{41}{A_1 + 41} \Rightarrow A_1 = 369 \text{ kg/h de alcohol}$$

Para la corriente de salida de producto:

$$0,75 = \frac{369}{A_2 + 369} \Rightarrow A_2 = 123 \text{ kg/h de alcohol}$$

Con lo que se necesitan 492 kg/h de alcohol.

Observando la figura anexa se necesitan 8 etapas para realizar el proceso.



2.- Se estudia la absorción de dióxido de azufre (SO₂) desde aire mediante agua al interior de un equipo. En cierto punto de éste el gas tiene una presión parcial de 10,3 kPa de SO₂ y está en contacto con un líquido que contiene 0,4% en peso del mismo (densidad 990 kg/m³). La constante de Henry a la temperatura de proceso (50°C) es de 5 x 10⁴ Pa/(kmol SO₂/m³). El Coeficiente local de transferencia de masa en la fase gas, k_G, es 1,56 x 10⁻⁹ kmol/(m² · s · Pa), y el coeficiente local de transferencia de masa en la fase líquida, k_L, es 6,94 x 10⁻⁵ kmol/(m² · s · kmol/m³). Determine:

- El valor del coeficiente global de transferencia de masa, K_G.
- El porcentaje de las resistencias a la transferencia de masa en la fase gas y en la fase líquida.
- El valor de la composición de SO₂ en la interfase de las fases gas y líquida.
- El valor de P_A*.
- El valor del flujo de transferencia de SO₂ a través de la interfase gas/líquido. Indique, además, en que sentido ocurre la transferencia.

Sugerencia: Expresé la concentración de SO₂ en la fase gas en presión parcial (Pa) y en la fase líquida en mol/l.

a.-

$$K_G = \frac{1}{\frac{1}{k_G} + \frac{H}{k_L}} = \frac{1}{\frac{1}{1,56 \cdot 10^{-9}} + \frac{5 \cdot 10^4}{6,94 \cdot 10^{-5}}} = 7,34491 \cdot 10^{-10} \left[\frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}} \right]$$

b.-

$$\frac{1/k_G}{1/K_G} = K_G/k_G = 0,4708 \text{ (47,08\%)} \Rightarrow \text{fase líquida } 52,92\%$$

Con la ley de Henry:

$$P_A^* = H \cdot C_A$$

$$C_A = 0,004 \cdot 990 \text{ Kg/m}^3 = 3,96 \text{ kg/m}^3$$

$$C_A = \frac{3,96 \text{ kg/m}^3}{64 \text{ kg/kmol}} = 0,061875 \text{ kmol/m}^3$$

$$P_A^* = 5 \cdot 10^4 \frac{\text{Pa}}{\text{kmol SO}_2/\text{m}^3} \cdot 0,061875 \text{ kmol/m}^3 = 3093,75 \text{ Pa} \quad (\text{parte d})$$

La transferencia de masa puede expresarse como:

$$N_A = K_G (P_A - P_A^*)$$

$$N_A = 7,34491 \cdot 10^{-10} \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}} (10300 \text{ Pa} - 3093,75 \text{ Pa}) \quad (\text{parte e})$$

$$N_A = 5,2929 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kmol SO}_2}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

Este flujo calculado debe ser el mismo que se presente en cada fase:

$$N_A^G = k_G (P_A - P_{A,int})$$

$$N_A = 1,56 \cdot 10^{-9} \frac{kmol}{m^2 \cdot s \cdot Pa} (10300 Pa - P_{A,int}) \Rightarrow P_{A,int} = 6907,1 Pa$$

La interfase está en equilibrio, nuevamente usando la ley de Henry:

$$C_{A,int} = \frac{P_{A,int}}{H} = 0,1381 \frac{kmol SO_2}{m^3} \quad (\text{parte c})$$

La transferencia de masa de SO_2 es desde el gas al líquido (ocurre absorción)