

Profesor: Tomás Vargas

Auxiliar: Melanie Colet

**Tarea N° 3** (Coeficiente 2)**(Fecha de Entrega:** Viernes 21 de Noviembre de 2008)

**IMPORTANTE:** Los cálculos deben ser realizados de manera rigurosa con la ayuda de Excel o cualquier otro software computacional. No se aceptarán resultados de etapas u otros que hayan sido determinados a mano con poca rigurosidad.

**PROBLEMA N° 1: Lixiviación**

Se desea extraer aceite de hígado de bacalao con éter desde éstos sólidos inertes (hígados) mediante un proceso de lixiviación en contracorriente. Los datos de equilibrio referentes al arrastre de disolución por la masa de hígados triturados se han determinado experimentalmente, correspondiendo a los resultados presentados en la tabla N° 1.1. Se carga un total de 100 lb de hígados por hora (este valor corresponde a la masa de hígados inertes, es decir, sin contar su contenido de aceite), conteniendo un volumen de 0,043 lb de aceite por libra de sólido inerte. Se desean obtener 0,65 lb de aceite por lb de extracto (solución de salida final) que representan una recuperación del 95% del aceite contenido en los hígados alimentados al proceso. La alimentación de éter está exenta de aceite.

Considerando líneas de equilibrio ( $X - Y$ ) verticales y una solución extractante libre de sólidos en suspensión ( $N_x = 0$ ), determine:

- 1) ¿Cuántas libras de éter son requeridas para tratar la carga de hígados indicada?
- 2) ¿El número de etapas necesarias para llevar a cabo el proceso?

**Tabla N° 1.1.** Datos de equilibrio del sistema hígados – aceite – éter

Disolución retenida por 1 lb de hígados agotados [lb]	Concentración de disolución [lb de aceite/lb de disolución]
0,035	0
0,042	0,1
0,050	0,2
0,058	0,3
0,068	0,4
0,081	0,5
0,099	0,6
0,120	0,68

## **PROBLEMA N° 2: Absorción**

Con el objeto de reducir la concentración de  $\text{SO}_2$  desde el 16% al 1% en volumen en una mezcla  $\text{SO}_2$  – aire ésta se trata en contracorriente con agua en una torre de absorción de relleno. La columna ha de proyectarse para tratar  $300 \text{ m}^3/\text{h}$  a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $3,5 \text{ atm}$  con una velocidad másica de aire del aire  $G' = 800 \text{ kg aire}/\text{m}^2\text{-h}$ , empleando una cantidad de agua 30% superior a la mínima. Puede suponer que la resistencia al transporte de materia está controlada por la fase gaseosa de manera que se tiene  $K_Y a = 16 \text{ kmol}/\text{h}\text{-m}^3\text{-}\Delta Y$ .

Determine:

- 1) El diámetro de la columna.
- 2) La altura necesaria de ésta mediante integración numérica.
- 3) La altura necesaria considerando que es válida la aproximación de gradientes de concentración por media logarítmica (**NOTA:** para ello determine la constante de Henry asociada al proceso realizando una regresión sobre los datos de equilibrio en un primer tramo donde el comportamiento de los datos sigue una línea recta).

Compare los resultados obtenidos en los puntos 2) y 3) calculando el error relativo con respecto al cálculo por integración numérica y discuta la diferencia entre ellos si la hay.

Los datos de equilibrio para este sistema a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  expresados en  $C = \text{gramos de } \text{SO}_2/100 \text{ g de agua}$ , frente a  $p^* = \text{presión parcial del } \text{SO}_2$  son los presentados en la tabla 2.1.

Considere un valor de  $K_G \cdot a \cdot P$  igual a  $10 \text{ kmol}/\text{h}\text{-m}^3$  para el cálculo de la parte 3) **PERO** presente un método mediante el cuál sea posible establecer el valor real de esta constante a partir de  $K_Y a$ .

**Tabla N° 2.1. Datos de equilibrio del sistema  $\text{SO}_2$  – aire - agua**

$C$	$p$ [mmHg]
10	567
7,5	419
5,0	270
2,5	127
1,5	71
1,0	44
0,7	28
0,5	19,3
0,3	10,0
0,2	5,7
0,15	3,8
0,10	2,2
0,05	0,8
0,02	0,3

### **PROBLEMA N° 3: Adsorción**

Una solución de azúcar de caña, con un contenido de 48% en peso de sacarosa, está coloreada por la presencia de pequeñas cantidades de impurezas. Se va a decolorar a 80 °C por tratamiento con carbón activado al interior de columnas empacadas. Los datos para la isoterma de adsorción en el equilibrio se obtuvieron agregando diferentes cantidades del carbón para separar lotes de la solución original y observando el color alcanzado en el equilibrio en cada uno de los casos. Los datos con la cantidad de carbón expresada en base al contenido de azúcar de la solución son los presentados en la tabla 3.1.

**Tabla N° 3.1. Datos de equilibrio del proceso de adsorción de azúcar en carbón activado**

kg carbón/kg azúcar seca	% eliminado de color
0	0
0,005	47
0,010	70
0,015	83
0,020	90
0,030	95

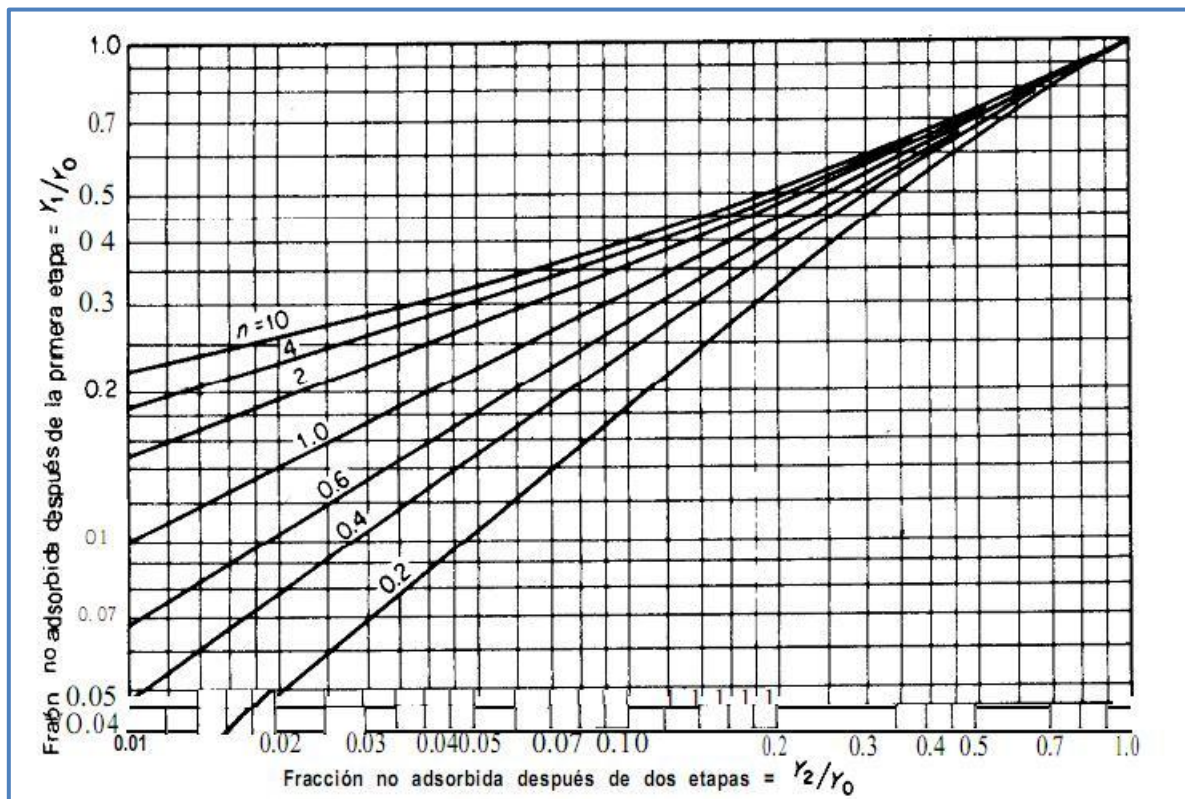
La solución original tiene una concentración de color de 20, medida en una escala arbitraria consistente con los datos mostrados en la tabla N° 3.1. Se desea reducir el color a 2,5% de su valor original.

- 1) Convierta los datos de equilibrio a  $Y^*$  = unidades de color/kg de carbón y determine si siguen la ecuación de Freundlich. Si lo hacen determine las constantes de dicha ecuación.
- 2) Calcule la dosis necesaria de carbón fresco por 1.000 kg de solución para un proceso de una sola etapa.
- 3) Calcule la dosis necesaria de carbón fresco por 1.000 kg de solución para un tratamiento a corriente cruzada en dos etapas utilizando la cantidad mínima total de carbón fresco.
- 4) Calcule la dosis necesaria de carbón por 1.000 kg de solución para un tratamiento a contracorriente en dos etapas.

Discuta sus resultados, en especial el hecho de por qué varía la cantidad de carbón requerida en cada método utilizado y cuál es el más conveniente. ¿Siempre se seleccionará el mismo esquema de adsorción o éste depende del problema tratado? ¿Por qué?

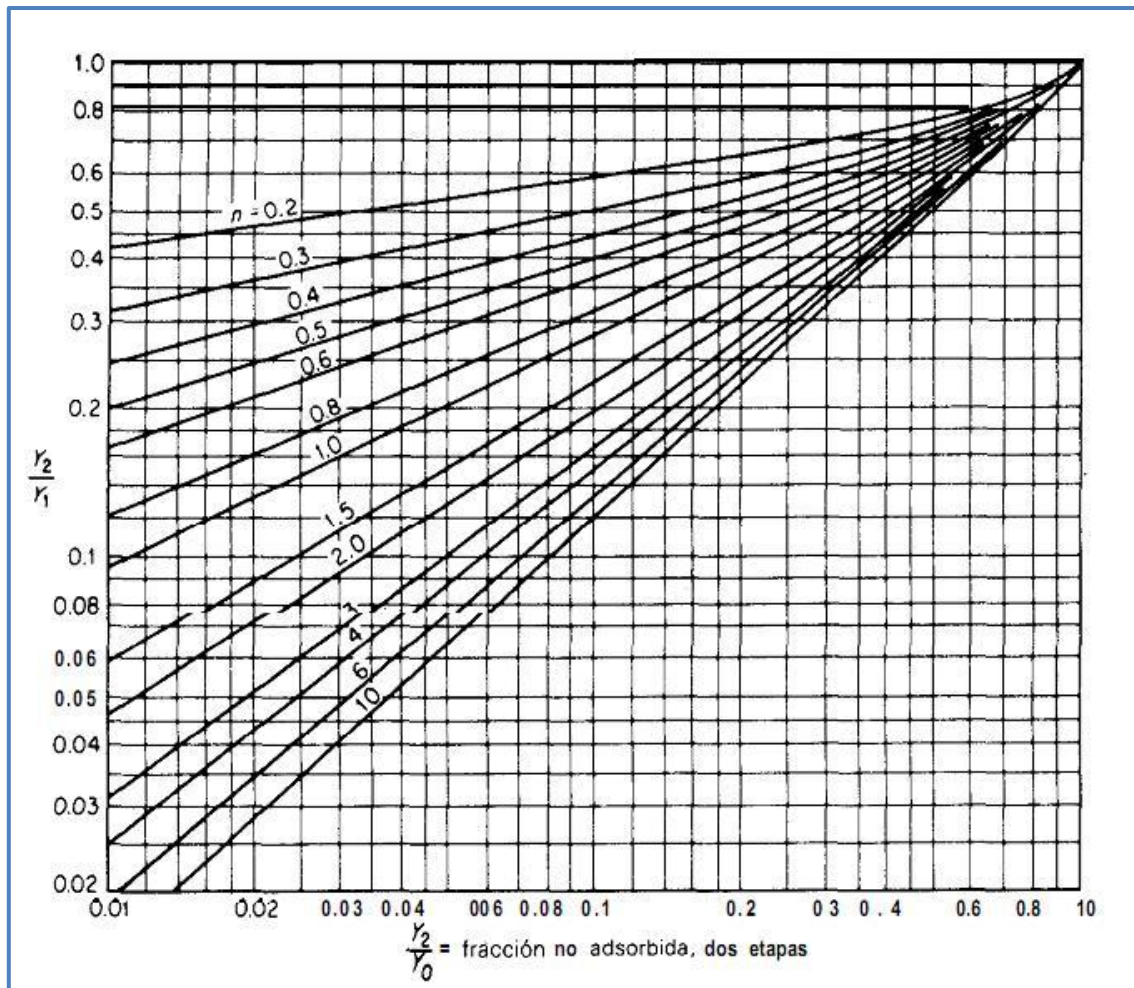
Para la resolución de las preguntas 3) y 4) utilice los gráficos 3.1 y 3.2 adjuntos y estudie el problema N° 11.2 del libro "Operaciones de Transferencia de Masa" de R. Treybal.

**Gráfico 3.1.** Adsorbente mínimo total, operación en corriente cruzada en dos etapas



Fuente: R. Treybal, "Operaciones de Transferencia de Masa"

**Gráfico 3.2.** Adsorción a contracorriente en dos etapas



Fuente: R. Treybal, "Operaciones de Transferencia de Masa"