

DESTILACION SIMPLE POR LOTES O DIFERENCIAL (ECUACIONES)

La operación se inicia introduciendo en el destilador una carga de L_1 moles de componentes A y B con una composición de x_1 fracción mol de A .

En un momento dado, habrá L moles de líquido remanentes en el destilador con una composición x y la composición del vapor que se desprende en equilibrio es y . Se ha vaporizado entonces una cantidad diferencial dL .

La composición del recipiente destilador varía con el tiempo. Para determinar la ecuación de este proceso, se supone que se vaporiza una cantidad pequeña, dL . La composición del líquido varía de x a $x - dx$ y la cantidad de líquido de L a $L - dL$.

Estableciendo, entonces, un balance de materia con respecto a A , donde:

cantidad original = cantidad remanente + cantidad de vapor
en el líquido

$$xL = (x - dx)(L - dL) + ydL \quad (1)$$

Efectuando la multiplicación del lado derecho,

$$xL = xL - xdL - Ldx + dxdL + ydL \quad (2)$$

Despreciando el término $dx dL$ y reordenando,

$$\frac{dL}{L} = \frac{dx}{y - x} \quad (3)$$

Integrando,

$$\int_{L_2}^{L_1} \frac{dL}{L} = \ln \frac{L_1}{L_2} = \int_{x_2}^{x_1} \frac{dx}{y - x} \quad (4)$$

donde L_1 son las moles originales cargadas,
 L_2 son las moles remanentes en el destilador,
 x_1 es la composición original, y
 x_2 es la composición final del líquido.

La integración de la Ec. (4) puede llevarse a cabo por medios gráficos o numéricos, trazando $1/(y - x)$ en función de x y obteniendo el área bajo la curva entre x_1 y x_2 . La línea de equilibrio proporciona la relación entre y y x .

A la Ec. (4) se le llama *ecuación de Rayleigh*. La composición promedio del total de material destilado, y_{prom} , puede obtenerse por medio de un balance de materiales:

$$L_1 x_1 = L_2 x_2 + (L_1 - L_2) y_{prom} \quad (5)$$

EJEMPLO 9.3-2. Destilación Diferencial Simple

Una mezcla de 100 moles que contiene 50 mol % de *n*-pentano y 50 mol % de *n*-heptano se destila en condiciones diferenciales a 101.3 kPa hasta obtener 40 moles. ¿Cuáles son las composiciones promedio del total de vapor destilado y la composición del líquido remanente? Los datos de equilibrio son los siguientes, donde *x* y *y* son fracciones mol de *n*-pentano:

<i>x</i>	<i>y</i>
1.000	1.000
0.867	0.984
0.594	0.925
0.398	0.836
0.254	0.701
0.145	0.521
0.059	0.271
0	0

Solución: Los valores que se usarán en la Ec. (4) son $L_1 = 100$ mol, $x_1 = 0.50$, $L_2 = 60$ mol, V (moles destiladas) = 40 mol. Sustituyendo en la Ec. (4),

$$\ln \frac{100}{60} = 0.510 = \int_{x_2}^{x_1=0.5} \frac{dx}{y-x} \quad (6)$$

La incógnita es x_2 , esto es, la composición del líquido L_2 al final de la destilación diferencial.

Para llevar a cabo la integración gráfica se traza la curva de $1/(y - x)$ en función de x en la Fig. 9.3-3 como sigue.

Para $x = 0.594$, el valor de equilibrio de y es 0.925. Entonces $1/(y - x) = 1/(0.925 - 0.594) = 3.02$. Entonces se incluye en la gráfica el punto $1/(y - x) = 3.02$ y $x = 0.594$, y otros puntos más en la gráfica, de idéntica manera.

Para determinar el valor de x_2 , se obtiene el área de la Ec. (6) bajo la curva desde $x_1 = 0.5$ hasta un valor de x_2 que nos dé un área de 0.510. Por consiguiente, $x_2 = 0.277$. Sustituyendo la Ec. (5) y despejando la composición promedio de las 40 moles destiladas.

$$100 (0.50) = 60(0.277) + 40 (y_{\text{prom}})$$

$$y_{\text{prom}} = 0.835$$

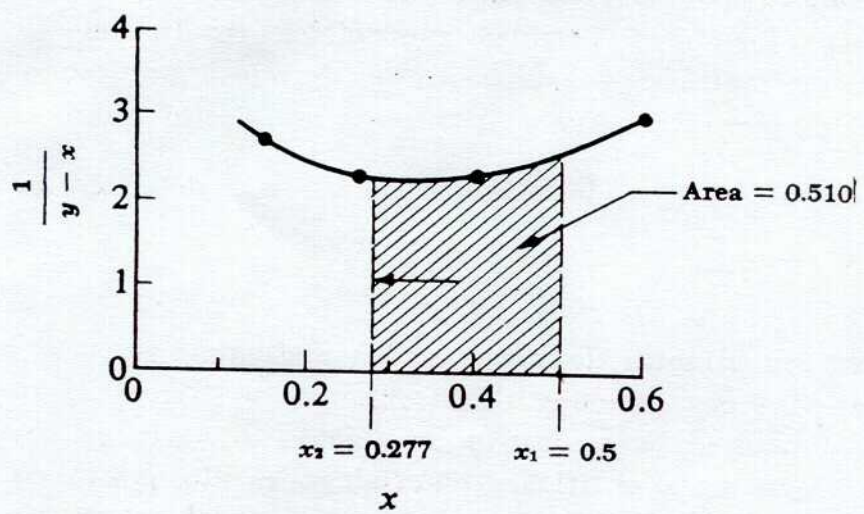


FIGURA 9.3-3. Integración gráfica del Ej. 9.3-2