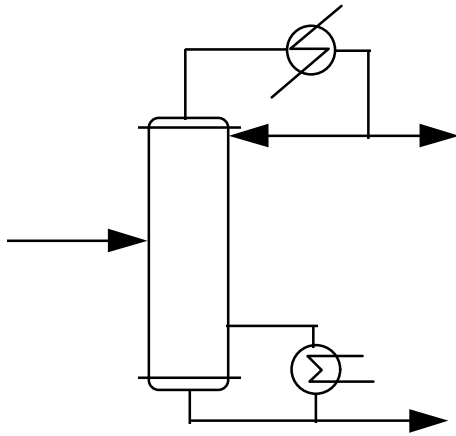


OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA

Ejemplos del método de McCabe-Thiele

EJEMPLO 1. A una columna de destilación se alimentan 100 lb/min de una mezcla líquida saturada que consiste de agua y etanol al 25% peso. Se tiene un condensador total con una capacidad de 30,000 BTU/min y se desea operar con un boiler total. La concentración del destilado deberá ser de 85% peso de etanol y el residuo deberá tener cuando más 2.5% peso de etanol. Calcular el número mínimo de etapas y el número de platos requerido para la separación.

SOLUCION:



Es necesario convertir toda la información a unidades molares para poder aplicar el método de McCabe-Thiele. El peso molecular del etanol es de 46, mientras que el del agua es de 18. El peso molecular promedio de la alimentación sería:

$$\bar{M} = \frac{1}{\sum \frac{w_i}{M_i}} =$$

El flujo alimentado en unidades molares se calcula:

$$F = \frac{100 \text{ lbmol} / \text{min}}{21.23 \text{ lb} / \text{lbmol}} =$$

Cambiando las composiciones a fracción mol:

$$z_A = \frac{\frac{0.25}{46}}{\frac{0.25}{46} + \frac{0.75}{18}} =$$

$$x_D = \frac{\frac{0.85}{46}}{\frac{0.85}{46} + \frac{0.15}{18}} =$$

$$x_B = \frac{\frac{0.025}{46}}{\frac{0.025}{46} + \frac{0.075}{18}} =$$

Por un balance de materia global:

$$F = D + B$$

BdeM / A:

$$Fz_A = Dx_D + Bx_B$$

Resolviendo simultáneamente:

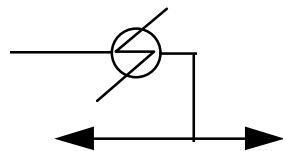
Para calcular el reflujo mínimo, se determina gráficamente la intersección de la recta enriquecedora con el eje:

$$\frac{x_D}{R_{\min} + 1} \approx$$

por lo que $R_{\min} =$

El número mínimo de etapas se determina gráficamente trazando escalones entre la línea de equilibrio y la diagonal de 45° . Calculando, $N_{\min} =$

Para determinar el reflujo de operación, se tiene la carga térmica del condensador Q_C . Por medio de un BdeE sobre el condensador:



Por lo tanto,

$$V = \frac{Q_C}{\hat{H}_v - \hat{h}_D} = \frac{30,000}{20,900 - 4,100} =$$

$$L = V - D = 1.7857 - 0.7309 =$$

Calculando R y la intersección con el eje de la recta enriquecedora:

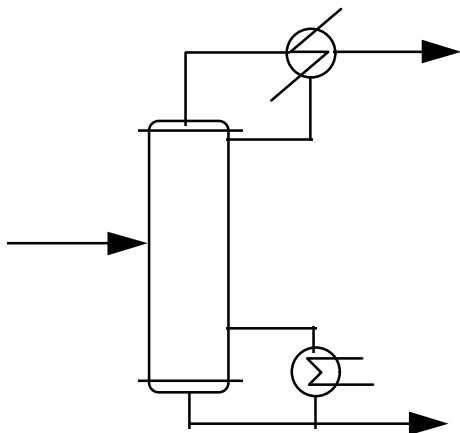
$$R = \frac{L}{D} =$$

$$\frac{x_D}{R + 1} =$$

y de la gráfica, es posible calcular $N = 6$.

EJEMPLO 2. Se alimentan 100 lb/min de una mezcla etanol-agua al 25% peso de etanol a una columna de destilación. La alimentación viene como una mezcla líquido-vapor con un 80% peso de líquido. Se desea una concentración de etanol en el destilado de 85% peso y en el residuo de 2.5% peso. El reflujo de operación será 1.3 y se utilizará un condensador parcial y boiler total. Determinar el número de etapas requerido para la separación y el reflujo mínimo.

SOLUCION:



El balance de materia es exactamente igual al del problema anterior, dado que las corrientes de entrada y salida del problema son las mismas.

Como la alimentación es una mezcla líquido-vapor, hay que calcular la pendiente de la línea de alimentación:

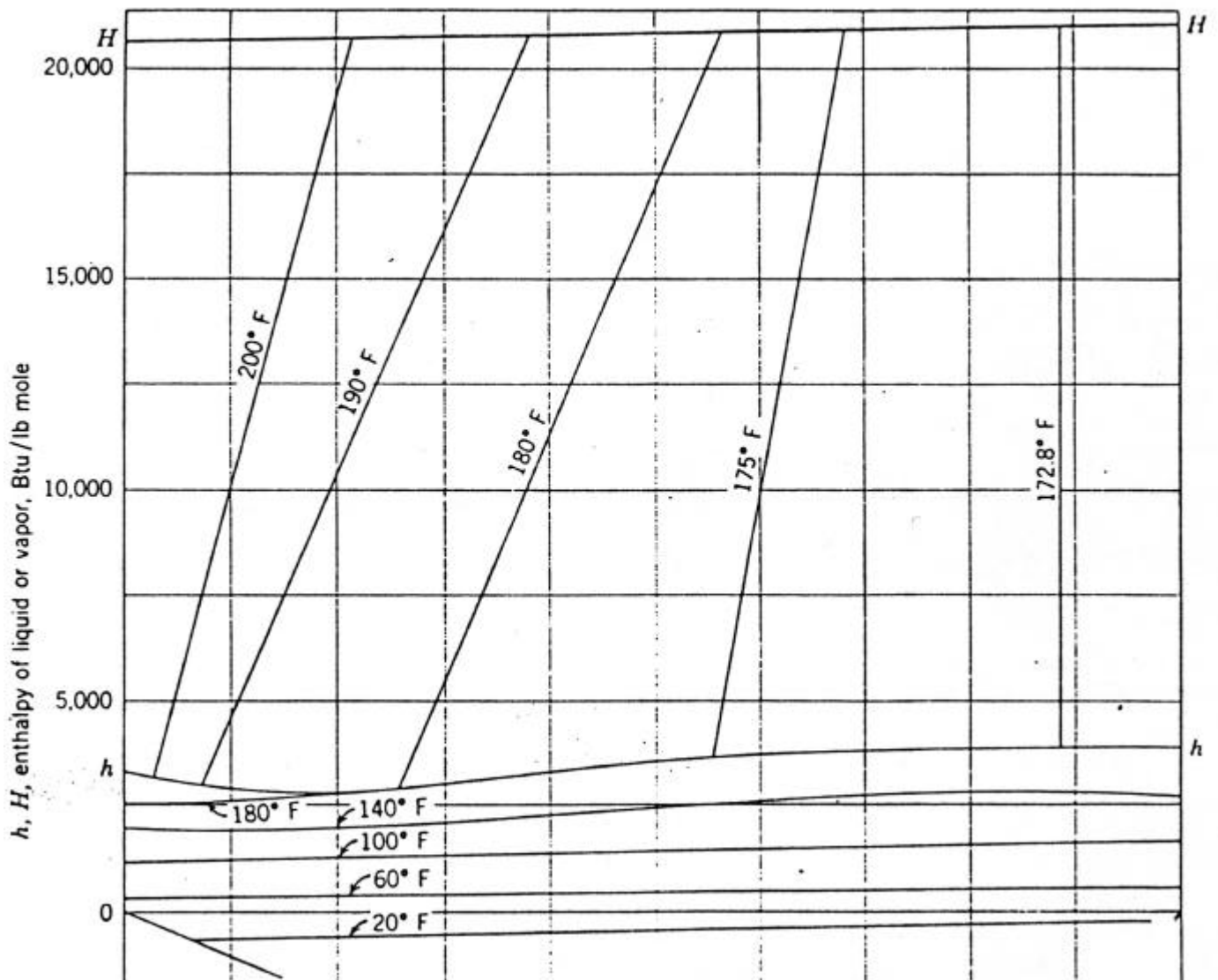
$$\frac{-q}{1-q} = \frac{-0.8}{1-0.8} =$$

Calculando el reflujo mínimo:

$$\frac{x_D}{R_{\min} + 1} \approx$$

con $R = 1.3$,

$$\frac{x_D}{R + 1} =$$



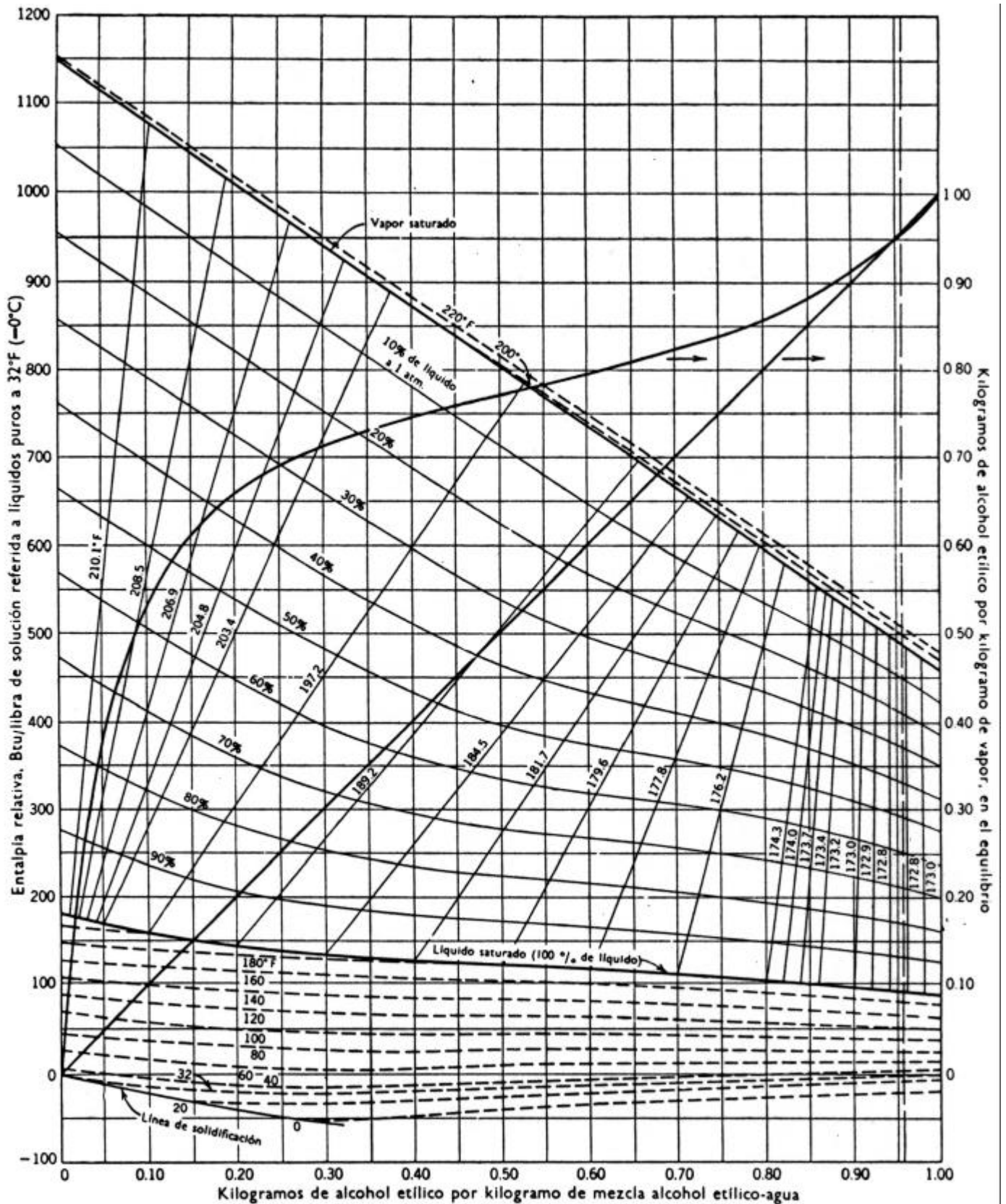


Fig. 330. Diagrama de entalpia-composición para el sistema alcohol etílico-agua, representativo del equilibrio líquido-vapor a 1 atm.

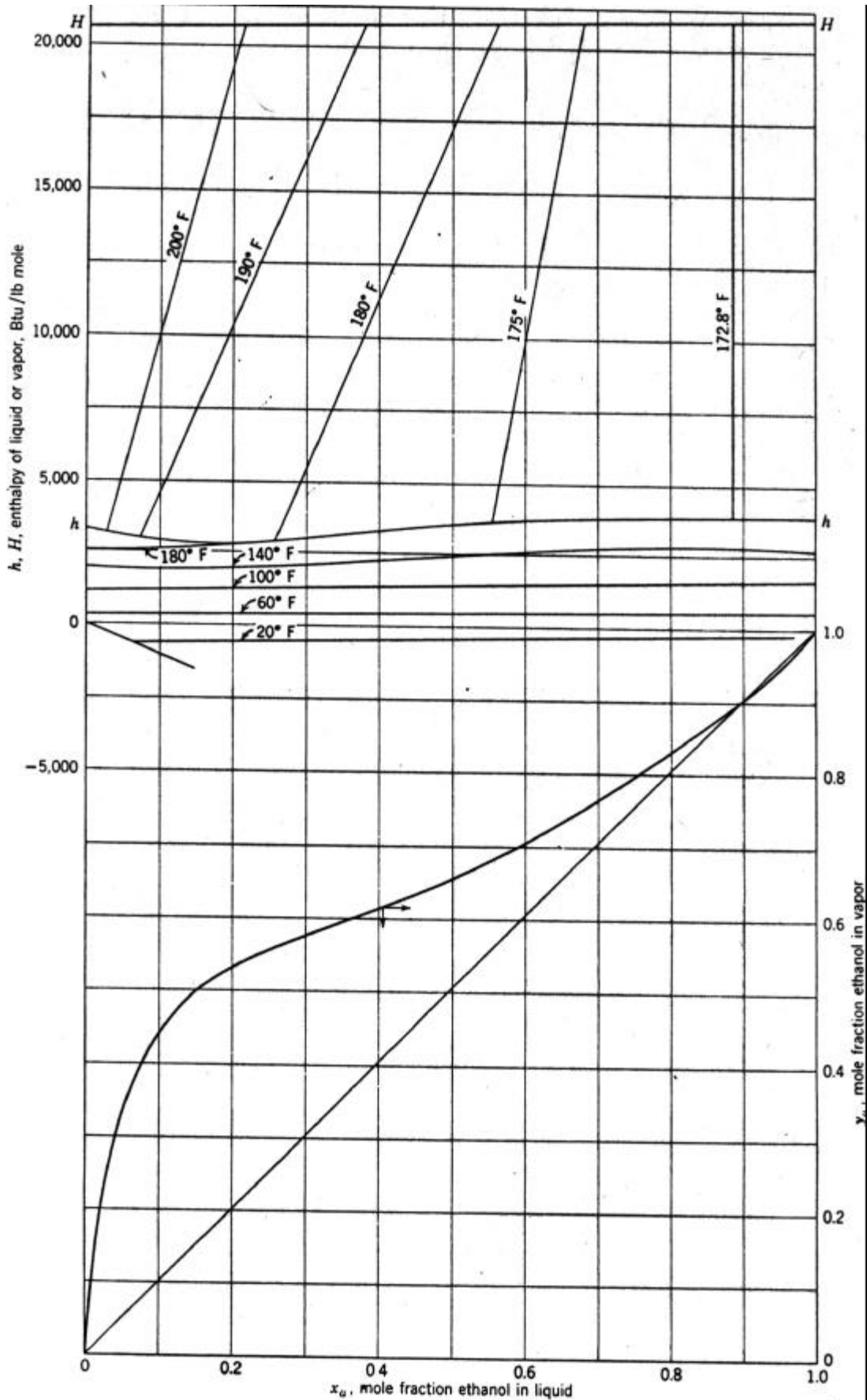


Figure 3.4. Enthalpy-composition diagram for ethanol-water mixtures at 1 atm pressure (3). Reference state: liquid water at 32°F, liquid ethanol at 32°. (By permission of John Wiley; copyright © 1950.)

