

Caso 5.11

Uma mistura ternária contendo idênticos teores molares de benzeno, tolueno e xileno é submetida a destilação descontínua à pressão atmosférica. A volatilidade relativa do benzeno em relação ao xileno é 5,2. As volatilidades relativas podem ser consideradas constantes nas condições do problema.

- a) Qual a volatilidade relativa do benzeno em relação ao tolueno, se a volatilidade relativa do tolueno em relação ao xileno for 2,21 ? (R: 2,35)
- b) Sabendo que a quantidade inicial de xileno era de 30 mol, determinar a quantidade residual de benzeno no momento em que a massa de tolueno for metade da sua massa inicial. (R: 5,87 mol)

Tem-se um destilador com: benzeno, b, 30 moles

Tolueno, t, 30 moles

Xileno, x, 30 moles

$$\text{Volatilidade de (a)} = \alpha_a = \frac{y_a}{x_a}$$

$$\text{Volatilidade relativa de (a) em relação a (b)} \quad \alpha_{ab} = \frac{\alpha_a}{\alpha_b}$$

Alínea a) Calcular a volatilidade relativa do benzeno em relação ao tolueno

Sabe-se $\alpha_{b,x} = 5,2$ e $\alpha_{t,x} = 2,21$ e quer-se $\alpha_{b,t} = ?$

$$\alpha_{bx} = \frac{\alpha_b}{\alpha_x} \quad \alpha_{tx} = \frac{\alpha_t}{\alpha_x} \quad \alpha_{bt} = \frac{\alpha_b}{\alpha_t}$$

$$\frac{\alpha_{bx}}{\alpha_{tx}} = \frac{\alpha_b}{\alpha_x} \times \frac{\alpha_x}{\alpha_t} = \alpha_{bt} = \frac{5,2}{2,21} = 2,35$$

Alínea b) Calcular a quantidade residual de benzeno quando a massa de tolueno for metade da inicial.

Balanço ao benzeno $0 = V y_b + \frac{dL x_b}{d\theta}$

Balanço ao tolueno $0 = V y_t + \frac{dL x_t}{d\theta}$

Dividindo-se as duas equações

$$\frac{-V y_b}{-V y_t} = \frac{dL x_b \times d\theta}{dL x_t \times d\theta} \qquad \frac{y_b}{y_t} = \frac{dL x_b}{dL x_t} \qquad \text{(eq 1)}$$

Lei de Raoult – Dalton $x_i P_{Vi} = y_i P$

Vem: $y_i = \frac{x_i P_{Vi}}{P}$

$$\frac{y_b}{y_t} = \frac{\frac{P_{Vb} x_b}{P}}{\frac{P_{Vt} x_t}{P}} = \frac{P_{Vb}}{P_{Vt}} \times \frac{x_b}{x_t} = \alpha_{b,t} \times \frac{x_b}{x_t} \qquad \text{(eq 2)}$$

Pois $\alpha_{bt} = \frac{P_{Vb}}{P_{Vt}}$

Substituindo-se a eq. 2 na eq. 1, vem: $\alpha_{bt} \times \frac{x_b}{x_t} = \frac{dL x_b}{dL x_t}$

Finalmente, multiplicando-se por L obtem-se a equação final:

$$\alpha_{bt} \times \frac{L x_b}{L x_t} = \frac{dL x_b}{dL x_t} \qquad \text{(eq. 3)}$$

$$\alpha_{bt} \int_{30}^{15} \frac{dL_{x_t}}{L_{x_t}} = \int_{30}^{L_{x_b}} \frac{dL_{x_b}}{L_{x_b}}$$

$$2,35 \times \ln \frac{15}{30} = \ln(L_{x_b}) - \ln(30)$$

Vem $L_{x_b} = 5,872$ moles

Nota: No exame não precisam fazer a demonstração, pois podem aplicar directamente a eq. 3. Mas nunca se esqueçam que a volatilidade, α_{ij} , vem sempre do lado do composto menos volátil, neste caso o tolueno.