

EJEMPLO 3:

Sea la reacción en fase líquida $A + B \longrightarrow C + D$. Su ecuación cinética es de segundo orden, primero para cada reactivo, el valor de la constante cinética a la temperatura de trabajo, T, es $k=0,01$ l/mol min.

Se desea llevar a cabo la reacción de modo que la concentración de reactivos al comienzo de la misma sea $C_{A0} = C_{B0} = 4$ mol/l. El caudal de la alimentación será de 100 l/h en total y el proceso isoterma a la temperatura T.

Indíquese el volumen necesario para alcanzar una conversión del 90% si el reactor donde se lleva a cabo el proceso es:

- Discontinuo y el tiempo de operación es igual al de acondicionamiento.

- Continuo de mezcla total.

- Continuo de flujo pistón.

SOLUCIÓN:

a) **Reactor discontinuo:**

La ecuación de diseño será:

$$t = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx}{(-r_A)} = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx}{k C_{A0}^2 (1 - x_A)^2} = \frac{1}{k C_{A0}} \frac{x_A}{1 - x_A}$$

Aplicando los datos del problema queda:

$$t = \frac{1}{(0,01) (4)} \frac{0,9}{1 - 0,9} = 225 \text{ min}$$

Teniendo en cuenta el tiempo de acondicionamiento junto con el tiempo de operación calculado se puede calcular el volumen de reactor necesario:

$$\frac{V_R}{Q} = t_{operación} + t_{acondicionamiento}$$

$$V_R = 100 \left(\frac{l}{h}\right) \frac{1}{60} \left(\frac{h}{min}\right) (225 + 225) = 750 l$$

b) Reactor Mezcla Perfecta:

La ecuación de diseño será:

$$\tau = \frac{V_R}{Q} = \frac{C_{A0}(x_s - x_e)}{(-r_A)_s} = \frac{C_{A0}(x_s - x_e)}{k C_{A0}^2 (1 - x_s)^2}$$

Sustituyendo los datos del problema queda:

$$V_R = \frac{\frac{100 l}{h} \frac{1 h}{60 min} (0,9 - 0)}{0,01 \frac{l}{mol min} \frac{4 mol}{l} (1 - 0,9)^2} = 3750 l$$

c) Reactor Flujo Pistón:

La ecuación de diseño es:

$$\tau = \frac{V_R}{Q} = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx}{(-r_A)} = \int_0^{x_A} \frac{dx}{k C_{A0}^2 (1 - x_A)^2} = \frac{1}{k C_{A0}} \frac{x_A}{1 - x_A}$$

Sustituyendo los datos del problema:

$$V_R = \frac{Q}{k C_{A0}} \frac{x_A}{1 - x_A} = \frac{\frac{100 l}{h} \frac{1 h}{60 min} \frac{0,9}{0,01 l \frac{4 mol}{l} 1 - 0,9}}{mol min} = 375 l$$

Como puede observarse el volumen necesario para tratar una alimentación determinada es considerablemente menor en el caso del reactor FP, e incluso en el reactor discontinuo que en el caso del reactor MP.