

EJERCICIOS de DISEÑO DE REACTORES PARA REACCIONES SIMPLES Y MULTIPLES

1.- En un reactor de mezcla completa se efectúa la reacción en fase líquida homogénea

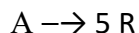


y tiene lugar una conversión del 50%.

- Calcule la conversión si el reactor se sustituye por otro de volumen 6 veces mayor, sin modificar las demás condiciones.
- Calcule la conversión si se sustituye el reactor primitivo de mezcla completa por un reactor de flujo en pistón de igual tamaño, sin modificar las demás condiciones.

Rta. A) $x_A = 0.75$; b) $x_A = 2/3$

2.- En un reactor de mezcla completa entra continuamente una corriente de A y se somete a descomposición térmica a alta temperatura (fase gaseosa) dando una serie de sustancias de bajo peso molecular que denominamos R. La estequiometría se aproxima a



Modificando el caudal de alimentación se obtienen distintos grados de descomposición:

F_{A0} , mmol/h	300	1000	3000	5000
C_{Af} , mmol/L	16	30	50	60

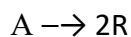
El volumen del reactor es 0.1 L, y a la temperatura del reactor $C_{A0} = 100$ mmol/L. Deduzca la ecuación cinética para esta reacción.

Rta. $n = 1$; $k = 104 \text{ h}^{-1}$

3.- Suponga que en el problema 2 la variación de densidad es despreciable ($\epsilon_A = 0$). Determine el orden de reacción y la ecuación cinética. Compare el resultado con el valor obtenido en el problema 2 para tener una idea del error cometido al despreciar el factor ϵ_A .

Rta.: $n = 1.5$; $k = 43 \text{ mM}^{-0.5} \text{ h}^{-1}$

4.- Una reacción en fase gaseosa ocurre a 100°C según la reacción

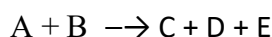


Con cinética de primer orden $-v_A = 0.215 \text{ (min}^{-1}) C_A$

Calcule el tamaño del reactor de flujo en pistón si las condiciones de operación son 100°C y 10 atm con una conversión de 90% para un caudal de alimentación de 10 mol/s conteniendo 40% de inertes.

Rta. $V = 26545 \text{ L}$

5.- Se ha encontrado que la reacción



es elemental, con coeficiente cinético $k = 5.2 \text{ M}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 82°C. A partir de estos datos, se desea determinar la viabilidad de producir C a partir de dos alimentaciones disponibles: una solución acuosa de A 3.6 M (C_{A0}) y una solución acuosa de B 1.8 M (C_{B0}).

- a) Qué volumen de reactor de flujo en pistón producirá 322 mol h^{-1} de C (F_C) con una conversión del 95% para una alimentación equimolar, obtenida por mezcla íntima de cantidades apropiadas de las dos corrientes disponibles?
- b) Qué volumen de reactor de mezcla completa se necesita para la misma alimentación, conversión y velocidad de producción que en el ítem a).

Rta: a) 847 L y $\tau_1 = 3 \text{ h}$; b) $V = 16920 \text{ L}$ y $\tau_2 = 60 \text{ h}$.

6.- Partiendo de alimentaciones separadas de los reactantes A y B con concentraciones conocidas (sin posibilidad de dilución con inertes) proponga el esquema del modelo de contacto más apropiado para las reacciones competitivas-consecutivas cuya estequiometría y velocidades son las siguientes:



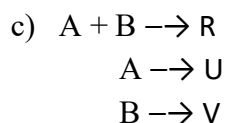
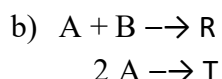
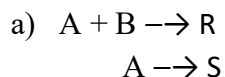
a) $v_1 = k_1 C_A C_B$ y $v_2 = k_2 C_R C_B$

b) $v_1 = k_1 C_A C_B^2$ y $v_2 = k_2 C_R C_B$

c) $v_1 = k_1 C_A C_B$ y $v_2 = k_2 C_R C_B^2$

7.- Al reaccionar A con B se obtiene el producto deseado R junto con los productos no deseados S, T... Evalúe cualitativamente las concentraciones relativas de reactivos que

deben usarse en los siguientes conjuntos de reacciones elementales de modo de favorecer la formación de R:



8.- La sustancia A reacciona en un líquido para dar R y S, del modo siguiente



La alimentación ($C_{A0} = 1 \text{ M}$, $C_{R0} = C_{S0} = 0$) entra en dos reactores de mezcla completa en serie ($\tau_1 = 2.5 \text{ min}$, $\tau_2 = 5 \text{ min}$). Calcule la composición de salida del segundo reactor conociendo la composición en el primer reactor ($C_{A1} = 0.4 \text{ M}$; $C_{R1} = 0.4 \text{ M}$; $C_{S1} = 0.2 \text{ M}$).

Rta. $C_{Af} = 0.1 \text{ M}$; $C_{Rf} = 0.6 \text{ M}$; $C_{Sf} = 0.3 \text{ M}$.

9.- En un reactor discontinuo que opera isotérmicamente ($C_{A0} = 100 \text{ mM}$) el reactante A se descompone dando el producto deseado R y el no deseado S, obteniéndose los datos de concentraciones indicados en la tabla siguiente:

$C_A, \text{ mM}$	(100)	90	80	70	60	50	40	30	20	10	(0)
$C_R, \text{ mM}$	(0)	1	4	9	16	25	35	45	55	64	(71)

En experiencias adicionales se encontró que la adición de R o S no afecta a la distribución de productos formados, dependiendo solamente de A. También se encontró que el número total de moles de A, R y S es constante.

a) Grafique la curva de ϕ frente a C_A para esta reacción

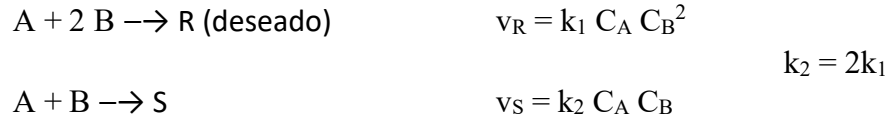
Con una alimentación $C_{A0} = 100 \text{ mM}$ y $C_{Af} = 10$, calcule C_R

b) Para un reactor de flujo en mezcla completa

c) Para un reactor de flujo en pistón

Rta: b) 64 mM; c) 37.7 mM

10.- Dadas las reacciones



- Deduzca las expresiones para el el rendimiento fraccional $\phi(R/A)$ y $\phi(R/B)$ para este sistema
- Deduzca el modo de operar un reactor de mezcla completa para que la producción de R sea máxima si hay una sola alimentación con $C_{A0} = C_{B0} = 1$

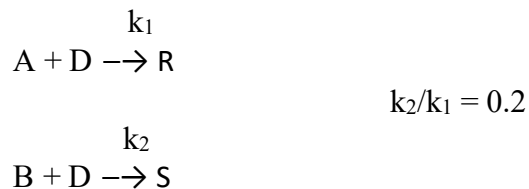
11.- Se dispone de una mezcla de composición 90% en moles de A (45 mol/L) y 10% en moles de impureza B (5 mol/L), a partir de la cual se desea preparar otra mezcla en la que la relación molar de A a B sea 100 a 1 o mayor. Para ello se añade el componente D que reacciona con A y con B del modo siguiente:



Suponiendo que las reacciones transcurren hasta conversión completa, calcule la cantidad de D que debe agregarse para a una cantidad dada de la mezcla inicial para obtener la mezcla deseada.

Rta: $C_{D0} > 19.7 \text{ M}$

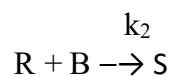
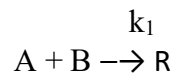
12. Cantidades equimolares de A, B y D entran como alimentación a un reactor de mezcla completa, donde se combinan de acuerdo con las reacciones elementales:



Calcule la fracción de R en el producto formado si se consume el 50% del componente A de la alimentación.

Rta: $\phi(R/R+S) = 0.75$

13.- La reacción de A con B ocurre a través de las siguientes reacciones elementales



Se mezclan rápidamente 1 mol de A con 3 moles de B y se efectúa el análisis de composiciones a distintos tiempos. Cuando quedan sin reaccionar 2.2 mol de B, existen en la mezcla 0.2 mol de S. Calcule la composición de la mezcla (A, B, R, S) cuando la cantidad de S es 0.6 moles.

Rta: 0.3 mol de R; 1.5 mol de B; 0.1 mol de A; 0.6 mol de S.