



NOTA: Para todos los problemas, entregar la(s) tabla estequiométrica correspondiente y el reporte de Polymath (si aplica)

CADA EQUIPO RESUELVE LOS PROBLEMAS QUE LE CORRESPONDEN DE ACUERDO AL SORTEO EFECTUADO EN CLASE

PROBLEMA 1

Adaptado del problema D19, capítulo 3, Levenspiel, "The Chemical Reactor Omnibook", OSU Bookstores.

El gas que sale de una planta de oxidación de amonio consiste en:

- 10% óxido nítrico (NO)
- 1% óxido de nitrógeno (NO₂)
- 8% oxígeno

El gas se debe oxidar (NO → NO₂) hasta que la proporción NO₂:NO alcance 8:1. El gas oxidado se absorbe entonces en agua para producir ácido nítrico (3NO₂ + H₂O → 2HNO₃ + NO). **Calcular el tamaño de un reactor tubular de flujo tapón**, operando a 20°C y 1 atm, necesario para oxidar una alimentación de 10000 m³/h (medidos a 0°C y 1 atm).

De acuerdo a Bodenstein* la reacción ocurre a 20°C de acuerdo a:



PROBLEMA 2

Adaptado del problema E22, capítulo 3, Levenspiel, "The Chemical Reactor Omnibook", OSU Bookstores.

La reacción homogénea en fase gaseosa $A \longrightarrow 3R$ sigue una cinética de segundo orden. Para un reactor experimental que consiste de una sección de 2 m de longitud de tubería de 2.5 cm diámetro interno, se obtiene una conversión del 60% de la alimentación, que consiste en 4 m³/h de A puro a 5 atm y 350°C.

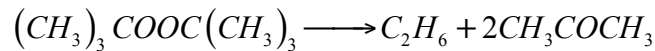
En base a esta información, se desea tratar 320 m³/h de una alimentación que consiste en 50% A y 50% inertes, a una presión de 25 atm y 350°C para obtener una conversión del 80%. **¿Cuántos tramos de tubería de 2.5 cm DI se necesitan?** Asumir flujo tapón en la tubería, caída de presión despreciable, y comportamiento de gas ideal.

* Bodenstein, Z Phys Chem, **100** 87 (1922)

PROBLEMA 3

Adaptado del problema 4-7, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La reacción elemental en fase gaseosa:

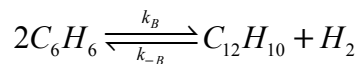


se lleva a cabo isotérmicamente en un reactor de flujo tapón sin caída de presión. La constante de velocidad a 50°C es 10^{-4} min^{-1} y la energía de activación es 85 kJ/mol. Al reactor entra di-*ter*-butil peróxido puro a 10 atm y 127°C, con un flujo molar de 2.5 mol/min. **Calcular el volumen del reactor y el tiempo espacial necesario para alcanzar 90% de conversión.**

PROBLEMA 4

Adaptado del problema 4-10, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

10 lbmol/min de benceno puro gaseoso a 5 atm y 760°C se alimenta un reactor tubular de flujo tapón donde reacciona para formar difenil e hidrógeno:



A 760°C la velocidad específica de reacción (o constante de velocidad) es $1800 \text{ pie}^3/\text{lbmol}\cdot\text{s}$, y la constante de equilibrio basada en concentraciones es 0.3. **Calcular el volumen de reactor necesario para alcanzar el 98% de la conversión de equilibrio.**

PROBLEMA 5

Adaptado del problema 4-11, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La reacción gaseosa $A \rightarrow B$ tiene una constante de velocidad unimolecular de 0.0015 min^{-1} a 80°F. La reacción se va a llevar a cabo en tubos paralelos de 10 pies de longitud y 1 plg diámetro interno, a una presión de 132 psig y 260°F. Se requiere una producción de 1000 lbmol/h de B. Asumiendo una energía de activación de 25000 cal/mol, **cuántos tubos se necesitan para obtener una conversión del 90% de A?** Asumir que A y B se comportan como gases ideales. El peso molecular de A y de B es 58.

PROBLEMA 6

Adaptado del problema 4-12, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La reacción elemental irreversible $2A \rightarrow B$ se lleva a cabo en un reactor tubular isotérmico de flujo tapón. El reactivo A y un diluyente C se alimentan en proporción equimolar, y la conversión de A es del 80%. Si el flujo molar de alimentación de A se reduce a la mitad, y el flujo de C permanece sin cambio, **¿cuál es la nueva conversión de A?** Asumir comportamiento ideal y que la temperatura del reactor permanece inalterada.

PROBLEMA 7

Adaptado del problema 4-15, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

Se desea llevar a cabo la reacción en fase gaseosa $A \rightarrow B$ en un reactor tubular existente que consiste de 50 tubos paralelos de 40 pies de largo y 0.75 plg diámetro interno. Experimentos a nivel planta piloto indican que la constante de velocidad de primer orden es 0.00152 s^{-1} a 200°F y 0.0740 s^{-1} a 300°F . **A qué temperatura se debe operar el reactor** para dar una conversión de A del 80% con un flujo de alimentación de 500 lb/h de A puro y una presión de operación de 100 psig? El peso molecular de A es 73. Despreciar desviaciones del comportamiento de gas ideal. Además, la reacción inversa es insignificante a estas condiciones.

PROBLEMA 8

Adaptado del problema 8-5, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La reacción orgánica irreversible en fase líquida $A + B \rightarrow C$ se lleva a cabo adiabáticamente en un reactor tubular de flujo tapón. La alimentación, equimolar en A y B, entra al reactor a 27°C y un flujo volumétrico de $2 \text{ dm}^3/\text{s}$. **Calcular el volumen del reactor necesario para alcanzar 85% conversión.** Graficar la conversión y la temperatura en función del volumen a lo largo del reactor.

Datos adicionales:

$$H^\circ_{A@273K} = -20 \text{ kcal/mol}$$

$$C_{P,A} = 15 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$$

$$H^\circ_{B@273K} = -15 \text{ kcal/mol}$$

$$C_{P,B} = 15 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$$

$$H^\circ_{C@273K} = -41 \text{ kcal/mol}$$

$$C_{P,C} = 30 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$$

$$k = 0.01 \text{ dm}^3/\text{mol}\cdot\text{s} \text{ a } 300 \text{ K}$$

$$E = 10,000 \text{ cal/mol}$$

$$C_{A0} = 0.1 \text{ kmol/m}^3$$

PROBLEMA 9

Adaptado del problema 8-6, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La reacción elemental irreversible en fase gaseosa $A \rightarrow B + C$ se lleva a cabo adiabáticamente en un reactor de flujo pistón. 20 L/s de A puro entran al reactor a 10 atm y 450 K.

(A) Graficar conversión y temperatura a lo largo del reactor hasta que se alcanza una conversión del 80% (si es posible), cuando se opera isotérmicamente a 450 K. El máximo volumen del reactor es 50 L. Asumir que no hay caída de presión.

(B) Repetir el inciso (A) para el caso en el que el reactor está rodeado de un intercambiador de calor. El flujo de enfriamiento a través de la chaqueta es lo suficientemente alto para considerar que su temperatura es constante a 50°C . Para este caso, $Ua = 800 \text{ J/s}\cdot\text{m}^3\cdot\text{K}$.

Información adicional:

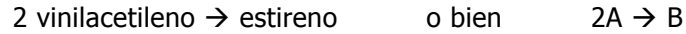
$$k = 0.133 \exp \left[\frac{E}{R} \left(\frac{1}{450} - \frac{1}{T} \right) \right] \quad \text{con } k \text{ en } \text{s}^{-1}, T \text{ en K, y } E = 31.4 \text{ kJ/mol.}$$

	A	B	C
Calor específico [J/mol·K]	40	25	15
Entalpía de formación a 273 K [kJ/mol]	-70	-50	-40

PROBLEMA 10

Adaptado del problema 8-9, Fogler, "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd Edition, Prentice Hall.

La formación de estireno a partir de vinilacetileno es esencialmente irreversible y sigue una cinética elemental de acuerdo a la reacción:



Determinar la conversión lograda en un reactor adiabático de flujo tapón de 10 dm³, para una temperatura de alimentación de 675 K.

(A) Graficar la temperatura y la conversión en función del volumen a lo largo del reactor.

(B) Variando la temperatura de alimentación, preparar una gráfica de la conversión en función de la temperatura de alimentación.

$$C_{A0} = 1 \text{ mol/dm}^3$$

$$F_{A0} = 5 \text{ mol/s}$$

$$\Delta H_r = -231 - 0.012(T - 298), \text{ donde } T \text{ está dado en K y } \Delta H_r \text{ está dado en kJ/mol}$$

$$C_{P,A} = 0.1222 \text{ kJ/mol}\cdot\text{K}$$

$$k = 1.48 \times 10^{11} \exp(-19124/T), \text{ con } T \text{ en K y } k \text{ en dm}^3/\text{mol}\cdot\text{s}$$

$$T_0 = 675 \text{ K}$$