Universidad Carlos III de Madrid
www.uc3m.es

Ingeniería de Reacciones: problemas

A.Aznar y J.C.Cabanelas

P.3.12.- En un reactor discontinuo de mezcla perfecta, se lleva a cabo la reacción isoterma irreversible, R → P en fase líquida. La constante cinética sigue la expresión: k = 4.48×106 exp(-7000/T), en s-1, donde T es la temperatura del proceso expresada en grados Kelvin. Datos: [R]o = 3 mol/L; VR = 18 L.

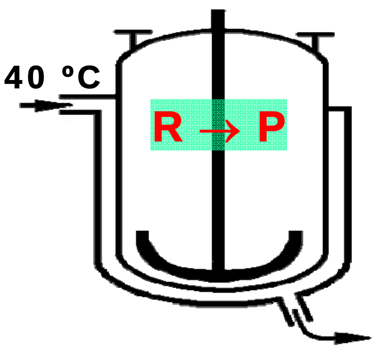
a) Calcule el tiempo de reacción necesario para alcanzar una conversión del 80% a la temperatura de 40ºC.

b) Indicar la producción molar diaria de P en las condiciones del apartado (a), sabiendo que el tiempo de carga, descarga y acondicionamiento es de 22 minutos (suponer 24 horas de trabajo diarias).

c) Si se desea alcanzar una conversión del 95%, sin variar las condiciones de operación del apartado (a), calcule el tiempo necesario.

d) ¿Cuál tendría que ser la temperatura del proceso si se quiere alcanzar el 95% de conversión sin variar el tiempo de reacción determinado en el apartado (a)?

e) Si se modifica el reactor, para que funcione como un reactor continuo de mezcla perfecta. Calcular el tiempo de residencia necesario, así como el caudal volumétrico de entrada, para alcanzar la conversión del 80%.



$[R]_o = 3\ mol \cdot L^{-3}$
$X_B = 0{,}80$
$k = 4{,}48 \cdot 10^6 \cdot e^{-7000/T}\ s^{-1}$
$t_{parada} = 22\ min$
$V_R = 18\ L$

$|mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}| = |s^{-1}| \cdot |mol \cdot L^{-1}|^n \Rightarrow$ OR <> n = 1

$$v = -d[R]/dt = -1/V_R \cdot dn_R/dt = k \cdot [R]$$

$$[R]_0\ (dX_R/dt) = k\ [R]_0\ (1 - X_R)$$

$$k \int_0^{t_r} dt = \int_0^{X_R} \frac{dX_R}{(1 - X_R)}$$

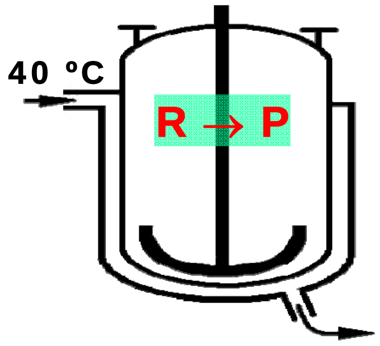
$$t_r = \frac{1}{k} \ln \frac{1}{1 - X_R}$$

a) $k = 4{,}48 \cdot 10^6 \cdot e^{-7000/(273+40)}\ s^{-1} = 8{,}68 \cdot 10^{-4}\ s^{-1}$

$$t_r = \frac{1}{8{,}68\,10^{-4}} \ln \frac{1}{1 - 0{,}8} = 1854\,s$$ <>31 min

A.Aznar y J.C.Cabanelas

P.3.12.- (cont.)



b) $t_{ciclo} = t_r + t_m = 31+22 = 53$ min/ciclo

nº ciclos/día = 1440(min/día)/53(min/ciclo) = 27,2 ciclo/día ≈ **27 ciclo/día**

P(mol/día)=0,8·3(mol/L)·18(L/ciclo)·27(ciclo/día)= **1166 mol/día**

c) $t_r = \frac{1}{8{,}68\,10^{-4}} \ln \frac{1}{1-0{,}95} = 3451\,s$ **<>57,5 min**

d) $k = \frac{1}{1854} \ln \frac{1}{1-0{,}95} = 1{,}62 \cdot 10^{-3}\ s^{-1} = 4{,}48 \cdot e^{-7000/T}$ $\Rightarrow$ **T = 322 K < > 49 ºC**

e) **E = S + C**

$$\left.\begin{array}{lll} F_{Ro}=F_R+V_R\ k\ [R] & \Rightarrow & F_{Ro}-F_R=V_R\ k\ [R] \\ [R] = [R]_o\ (1-X_R) & & \\ X_R=(F_{Ro}-F_R)/F_{Ro} & \Rightarrow & X_R \cdot F_{Ro}=(F_{Ro}-F_R) \end{array}\right\} X_R F_{Ro} = V_R\ k\ [R]_o(1-X_R) \rightarrow F_{Ro}/[R]_o = Q = V_r\ k\ (1-X_R)/X_R$$

$V_r/Q = \tau_r = X_R/((1-X_R)\cdot k)$ $\Rightarrow$ $\tau_r = 0{,}8/((1-0{,}8)\cdot 8{,}68\cdot 10^{-4}) =$ **4608 s**

$Q = V_r/\tau_r = 18/4608 =$ **3,9 10^{-3} L/s**