

Reactores gas - Sólido catalíticos

Reactor diferencial

$$\frac{dW}{F_{A0}} = \frac{dX_A}{-r_A}$$

peso catalizador
conversion A
cinética
alimentación reactivo A

Reactor flujo pistón

$$\frac{W}{F_{A0}} = \int_0^{X_s} \frac{dX_A}{-r_A} = \frac{W}{Q_0 C_{A0}} \quad (9-3)$$

EJERCICIO 1

1531

En el estudio de un proceso gas sólido catalítico $[A+B \Rightarrow C+D]$ se han realizado una serie de ensayos previos al estudio cinético. En ellos se ha mantenido la relación (W/F_{A0}) constante así como la concentración de los reactivos. A la vista de los resultados, Tabla 1, indíquese si las etapas de transporte externo e interno influyen en la cinética de este proceso. Proponga también, los ensayos necesarios para completar el pre estudio cinético.

Tabla 1 . Resumen de resultados.

	D_p mm	U (gas) cm s^{-1}	C_{A0} kmol m^{-3}	C_{AS} kmol m^{-3}	C_{B0}
①	1	10	0.05	0.045	0.05
②	0.1	10	0.05	0.045	0.05
③	0.1	10	0.05	0.045	0.08
④	1	40	0.05	0.042	0.05
⑤	0.1	40	0.05	0.038	0.05
⑥	0.1	40	0.05	0.038	0.08

→ Influyen ambas

Transporte externo

✓
Variar U
observar cambios en conversión

$$\frac{W}{F_{A0}} = \text{cte}$$

$$\frac{2W}{2F_{A0}} \quad \frac{3W}{3F_{A0}}$$

Transporte interno

Variar D_p y ver si varía la conversión (manteniendo el resto de variables constantes).

TExt ①④, ②⑤, ③⑥ si aumentamos velocidad del gas, aumenta la conversión (mejor C_{AS})

TInt ①③, ④⑤

↓
→ U es elevada, ya no controla el TExt y se aprecia una influencia del D_p (Tint)
No se aprecia control del transporte interno, ya que U es baja y controla el TExt

Ensayos para completar: seguir ↓ D_p hasta conseguir conversión constante (Tint), manteniendo W/F_{A0} constante realizar ensayos con distintos W y las F_{A0} correspondientes (TExt), de la tabla ensayos ③③ o ⑤⑥ se concluye que C_{B0} no influye en la conversión, completar con ensayos variando C_{A0}

Ejercicio 1. 1350

A partir de los datos experimentales siguientes que corresponden a un proceso catalítico gas-sólido $A + B + C \xrightarrow{\text{catalizador}} R + S$ realizado en un lecho fijo supuestamente isotermo:

	W kg	W/F _{A0} Kg h kmol ⁻¹	C _{A0} kmolm ⁻³	C _{B0} kmolm ⁻³	C _{C0} kmolm ⁻³	X _A	D _p Micras (μm)
④	0,001	10	0,02	0,02	0,02	0,2	400
③	0,001	10	0,04	0,01	0,01	0,3	400
⑤	0,002	10	0,02	0,02	0,02	0,26	400
⑥	0,003	30	0,02	0,02	0,02	0,28	400
⑤	0,003	30	0,02	0,02	0,02	0,33	40
④	0,003	30	0,02	0,02	0,02	0,33	20

Conteste, justificando la respuesta a las siguientes cuestiones.

T_{Ext} ¿El transporte másico externo tiene influencia en el desarrollo del proceso?

T_{Int} ¿La difusión en el interior del catalizador provoca un perfil en la concentración de R en el interior de la pastilla?

[] ¿La concentración de A interviene en la expresión cinética?
 ¿La concentración de B interviene en la expresión cinética?

No podemos sacar conclusiones sobre la influencia de las concentraciones de los reactivos en la cinética ya que en el ensayo ② se variaron todas ellas simultáneamente y eso no permite achacar el aumento de X_A a una de ellas. Se deberían hacer ensayos en los que se mantuviesen el resto de variables constantes y se cambiase la [] de un solo reactivo cada vez.

T_{Ext} $\frac{W}{F_{A0}}$: este pero distinto W

④ ③ En el ensayo ③ mayor W y mayor F_{A0} la conversión es superior
 ↓
 Influye T_{Ext}

T_{Int}

④ ⑤ ⑥

Influye el transporte interno (la difusión provoca un perfil de concentración de R en el interior de la pastilla). Para D_p ≤ 40 μm ya no controla la difusión (para diámetros menores ya no aumenta la conversión).

Ejercicio 1 15sr

En un proceso catalítico isoterma, $A + B \rightarrow C + D$, la expresión de diseño responde a

$$\frac{W}{F_A} = \int_0^{X_A} \frac{(1 + K_B C_B + K_C C_C + K_G C_C C_D / C_B) dX_A}{k C_A}$$

Se debe estimar el peso de catalizador para alcanzar una conversión de 0,1 en el reactivo A

Datos:

$$C_{A0} = C_{B0} = 0,08 \text{ kmol/m}^3, F_A = 0,08 \text{ kmol/min}$$

$$K_B = 4 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad K_C = 2 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad K_G = 1,2 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad k = 0,03 \text{ m}^3/\text{kg min}$$

Poner todas las C_i en función de X_A



inicial $C_{A0} \quad C_{B0} \quad - \quad -$

equilibrio $C_{A0}(1-X_A) \quad C_{B0}(1-X_B) \quad C_{A0}X_A \quad C_{A0}X_A$
 $C_A \quad C_{A0}(1-X_A) \quad C_C \quad C_D$
 $X_A = X_B \quad C_B$

Estequiometría

$$1A : 1B : 1C : 1D$$

$$\frac{W}{F_A} = \int_0^{X_A} \frac{1 + K_B C_{A0}(1-X_A) + K_C C_{A0}X_A + K_G C_{A0}^2 X_A^2 / C_{A0}(1-X_A)}{k C_{A0}(1-X_A)} dX_A$$

$$\frac{W}{0,08} = \int_0^{0,1} \frac{1 + 4 \cdot 0,08(1-X_A) + 2 \cdot 0,08 X_A + 1,2 \cdot 0,08^2 X_A^2 / 0,08(1-X_A)}{0,03 \cdot 0,08(1-X_A)} dX_A$$

$$\frac{W}{0,08} = \int_0^{0,1} \frac{1 + 0,32 - 0,32X_A + 0,16X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{2,4 \cdot 10^{-3}(1-X_A)} dX_A = \int_0^{0,1} \frac{1,32 - 0,16X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{2,4 \cdot 10^{-3}(1-X_A)} dX_A$$

$$W = 0,08 \cdot 0,03 \sum \frac{\Delta X_A}{2,4 \cdot 10^{-3}(1-X_A)} \frac{1,32 - 0,16X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{1-X_A}$$

Ejercicio 1 15sr

En un proceso catalítico isoterma, $A+B \rightarrow C+D$, la expresión de diseño responde a

$$\frac{W}{F_A} = \int_0^{X_A} \frac{(1 + K_B C_B + K_C C_C + K_G C_C C_D / C_B) dX_A}{k C_A}$$

Se debe estimar el peso de catalizador para alcanzar una conversión de 0,1 en el reactivo A

Datos:

$$C_{A0}=C_{B0}=0,08 \text{ kmol/m}^3, F_A=0,08 \text{ kmol/min}$$

$$K_B=4 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad K_C=2 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad K_G=1,2 \text{ m}^3/\text{kmol} \quad k=0,03 \text{ m}^3/\text{kg min}$$

$$\frac{W}{F_A} = \int_0^{X_A} \frac{1 + K_B C_{A0} (1-X_A) + K_C C_{A0} X_A + K_G C_{A0}^2 X_A^2 / C_{A0} (1-X_A)}{k C_{A0} (1-X_A)} dX_A$$

$$\frac{W}{0,08} = \int_0^{0,1} \frac{1 + 4 \cdot 0,08 (1-X_A) + 2 \cdot 0,08 X_A + 1,2 \cdot 0,08^2 X_A^2 / 0,08 (1-X_A)}{0,03 \cdot 0,08 (1-X_A)} dX_A$$

$$\frac{W}{0,08} = \int_0^{0,1} \frac{1 + 0,32 - 0,32 X_A + 0,16 X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{2,4 \cdot 10^{-3} (1-X_A)} dX_A = \int_0^{0,1} \frac{1,32 - 0,16 X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{2,4 \cdot 10^{-3} (1-X_A)} dX_A$$

$$W = 0,08 \cdot \frac{\Delta X_A}{0,03} \cdot \left(\frac{1,32 - 0,16 X_A + 0,096 \frac{X_A^2}{1-X_A}}{2,4 \cdot 10^{-3} (1-X_A)} \right) \rightarrow F(X_A)$$

X_A	$F(X_A)$	Sumandos
0	550	$\times 1/2 \rightarrow 275$
0,02	559,88	559,88
0,04	570,21	570,21
0,06	581,01	581,01
0,08	592,33	592,33
0,10	604,20	$\times 1/2 \rightarrow 302,1$
		<u>2880,53</u>

$$W = 0,08 \cdot 0,02 \cdot 2880,53 = 4,61 \text{ kg catalizador}$$

Ejercicio 1

145 r

Se ha estudiado el proceso en fase gas, catalizado por un sólido, $A + B \rightarrow 2D$ en un reactor de lecho fijo isoterma; los ensayos se han realizado en idénticas condiciones salvo las variables que se recogen en la tabla. De acuerdo a los datos indíquese:

La influencia o no influencia, de los procesos de transporte entre la fase gas y la fase sólido.

La influencia o no influencia, de los procesos de difusión en el interior del catalizador $\rightarrow r_{int}$

Todo aquello sobre la cinética que pueda deducirse de los resultados.

$$X = \frac{C_s - C_e}{C_e}$$

	W/F kg h kmol ⁻¹	U cm s ⁻¹	dp μ	C _{AE} kmol m ⁻³	C _{BE} kmol m ⁻³	C _{AS} kmol m ⁻³	C _{BS} kmol m ⁻³
①	10	4	100	0.010	0.010	0.0080	0.0080
②	20	4	100	0.010	0.010	0.0064	0.0064
③	30	4	100	0.010	0.010	0.0052	0.0052
④	40	4	100	0.010	0.010	0.0041	0.0041
⑤	40	4	100	0.010	0.020	0.0040	0.0160
⑥	40	6	100	0.010	0.010	0.0042	0.0042
⑦	40	6	50	0.010	0.010	0.0041	0.0041

Influencia de [] C_A se mantiene constante

C_{BE}. ④⑤ $\uparrow C_{BE} \downarrow X_B$ X_A no cambia

(C_B reaccionada = C_A reaccionada)

Aparentemente la conversión de B disminuye, pero en realidad reacciona la misma concentración que de A. Realmente aumentar la C_{BE} no ha influido ya que X_A se mantiene

Text ④⑥

U=4 U=6
cm/s cm/s

Conversión prácticamente igual.

El transporte externo parece no tener influencia (se podría

completar el estudio con más

ensayos: diferentes U, $\frac{W}{F} = \text{cte}$ $\frac{2W}{2F}$ $\frac{3W}{3F}$

etc.)

X_B

0.59 T_{int} dp

0.2

⑥⑦

Conversión prácticamente igual,

parece no influir la difusión interna.

Conviendría hacer más estudios

disminuyendo dp para confirmar