

**INGENIERIA DE LA REACCION QUIMICA. HOJA 3**  
**EFFECTOS TERMICOS EN REACCIONES QUIMICAS IDEALES**

- 1.- La hidrólisis en fase líquida de anhídrido acético (que puede considerarse irreversible en las condiciones del proceso):



sigue una cinética de primer orden. Un reactor discontinuo para llevar a cabo la hidrólisis se carga con 200 litros de solución de anhídrido, a 15 °C y con una concentración de  $2,16 \cdot 10^{-4} \text{ mol/cm}^3$ . El calor específico y la densidad de la mezcla pueden considerarse constantes e iguales a  $0,9 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$  y  $1,05 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente. El calor de reacción es de  $50.000 \text{ cal/mol}$  (Exotérmica). Se dispone de los siguientes datos sobre el valor de la constante de velocidad:

T (°C)	10	15	25	40
k( min <sup>-1</sup> )	0,0567	0,0806	0,1580	0,380

a) Si el reactor es isoterma, y la operación transcurre a 15 °C, calcular el tiempo requerido para obtener una conversión del 70 %.

b) Si el reactor es adiabático, calcular el tiempo necesario para dicha conversión.

- 2.- La descomposición de un reactivo en fase líquida  $A \rightarrow R + S$  se lleva a cabo en un reactor discontinuo en de  $0,6 \text{ m}^3$  en las siguientes condiciones:  $y_{A0}=1$ ,  $T_0=300 \text{ K}$ . Los valores de los calores específicos de A, R y S son 185,6; 104,7 y 80,9 J/mol K, respectivamente. LA entalpía de reacción es de  $-7000 \text{ J/mol A}$  y la reacción es de primer orden respecto a A con  $k = 0.7 * 10^{14} \exp(-10000 / T) \text{ h}^{-1}$ . Determinar la variación de conversión y temperatura con el tiempo si el proceso es adiabático.

- 3.- Se desea preparar 100 Kg de una solución de un ácido al 24% en peso, a partir de su anhídrido y agua. Para ello, se dispone de un recipiente con agitador de capacidad adecuada. Se piensa introducir los reactivos simultáneamente, a la temperatura de 17 °C. Predecir la conversión y la temperatura de la mezcla en función del tiempo, si el proceso se realiza adiabáticamente. Datos:

$(-\Delta H_R)_A = 10000 \text{ cal/mol}$  de anhídrido consumido (Exotérmica)

$\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$ , se supone constante

$C_{p,\text{mezcla}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

$r = k \cdot C_A \cdot C_B$

$\log k = 5,233 - 2323/T$  ( k en l/mol.min)

$M_{\text{Acido}} = 60 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Anhídrido}} = 102 \text{ g/mol}$

- 4.- Para la obtención de propilenglicol se ha utilizado un reactor discontinuo. El reactor se carga con 1 galón de óxido de propileno (A), 1 galón de metanol y 5 galones de agua conteniendo un 0.1% de

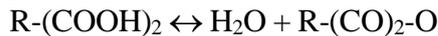
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE**  
**LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS**  
**CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Cartagena99

5.- Un diácido orgánico (AH) se deshidrata por calefacción, para dar vapor de agua y anhídrido, según la reacción:



La reacción es endotérmica, el calor de reacción es:

$(-\Delta H_R) = -18000$  cal/mol de vapor de agua producido.

La ecuación cinética es  $r = k \cdot C_{AH}$ , donde  $C_{AH}$  son gramos de ácido/L.

La constante de velocidad viene dada, para temperaturas entre 200 y 350 °C, por la expresión:

$$\ln k = 41 - 50.000/RT \quad (k \text{ en } \text{min}^{-1})$$

La deshidratación se lleva a cabo en un reactor agitado, cargado inicialmente con 500 Kg de ácido, a 327 °C. Este ácido tiene un peso molecular de 180. La capacidad calorífica del medio puede suponerse constante:  $C_p=0,50$  cal/g.°C.

- ¿Qué tiempo de operación será necesario para alcanzar una conversión de 0,40 si el reactor es adiabático?
- ¿Cuál es el tiempo necesario si se aportan al reactor 1000 Kcal/min?
- Calcúlese, en los dos casos, la temperatura en el reactor en función del tiempo.

6.- La desaparición de A sigue una cinética de primer orden y se desea llevarla a cabo en un reactor discontinuo isoterma, operando a 300 K e introduciendo 7,5 moles de A al reactor. A esta temperatura la constante cinética es  $0.05 \text{ min}^{-1}$ . Determinar  $Q_a$  y  $T_c$  en función del tiempo para mantener la isothermicidad en el reactor

DATOS:  $\Delta H_{RA} = -47500$  J/mol A  $UA = 25$  W/.K

7.- La reacción  $A \rightarrow C$ , de primer orden con  $k=0,021 \text{ min}^{-1}$  se lleva a cabo en fase líquida en un reactor discontinuo de volumen V con un tiempo muerto  $t_d$  de 30 min entre ciclos. El reactor contiene inicialmente 5 moles de A puro. Determinar el tiempo de reacción que maximiza la producción de C y qué valor tiene esa máxima producción.

8- Una reacción de segundo orden  $A \rightarrow \text{Productos}$  ( $k=0,05 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) se lleva a cabo en

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a subtle gradient and a soft shadow effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

un reactor discontinuo a temperatura constante y una concentración inicial de A de 2 mol/L. El tiempo muerto entre ciclos es de 20 min. Determinar el tiempo de reacción que hace máxima la producción.

9. La producción de butadieno a partir de buteno se lleva a cabo en un reactor tubular:



Se alimentan 10 moles de vapor por cada mol de buteno (en la corriente de entrada no hay butadieno ni hidrógeno). La presión de trabajo es de 2 atmosferas, y la temperatura 922K. La reacción es irreversible y de primer orden, con la siguiente relación de la constante cinética con la temperatura:

$T$ (K)	922	900	877	855	832
$K$ (molg/hLatm)	11	4.9	2.04	0.85	0.32

El calor de reacción y el calor específico pueden considerarse constantes e iguales a 26360 cal/g·mol y 0.5 Btu/lb·°R.

- ¿Qué volumen de reactor es necesario para alcanzar una conversión de buteno del 20% trabajando de forma isoterma a 922K y con un caudal de entrada de 22 mol/h?
- ¿Y si el reactor trabaja en condiciones adiabáticas?

10.- Se desea llevar a cabo la reacción de primer orden:

$A \leftrightarrow R$ , en fase gaseosa. Se quieren tratar 400 mol/hr de A puro, obteniéndose una conversión del 50% ¿Qué volumen de reactor es necesario si el flujo es pistón ideal, en una operación adiabática? ¿Cuál es la T máxima en el reactor? ¿Puede obtenerse una conversión mayor?

Datos  $T_0 = 30^\circ\text{C}$

$(-\Delta H_R) = 12.000 \text{ cal/mol}$  (Exotérmica)

$P_0 = 10 \text{ atm.} = \text{cte.}$

$M_A = 100 \text{ g/mol}$

$C_p = 0.8 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$

$k_1 = 10^{16} \cdot \exp(-12.000/T) \text{ (h}^{-1}\text{)}$ ;

$k_2 = 10^{19} \cdot \exp(-15.000/T) \text{ (h}^{-1}\text{)}$

11.- Una reacción en fase líquida  $A+B \rightarrow 2C$  se lleva a cabo en un reactor tubular no isoterma multitubular. El reactor está formado por tubos de 7 m de longitud y 2 cm de diámetro interno, rodeados por un fluido refrigerante a una temperatura de 350 K. Debido al exceso de B la reacción es de pseudo primer orden respecto a A,  $k=4,03 \cdot 10^5 \exp(-5624/T) \text{ s}^{-1}$ . El caudal másico de entrada es  $0,06 \text{ kg s}^{-1}$ , la densidad de la mezcla de reacción puede considerarse cte ( $1,025 \text{ kg/L}$ ) y la temperatura de entrada al reactor es 350K.

- Calcular los perfiles de  $X_A$  y T a lo largo del reactor.
- Calcular de nuevo estos perfiles para temperaturas del refrigerante de 365, 400 y 425 K

Datos adicionales:  $C_{A0}=0,5 \text{ mol/L}$   $c_p=4,2 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$   $(-\Delta H_{RA})=210 \text{ kJ/mol A}$   $U=1,59 \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-1}$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

13.- En un reactor de flujo pistón adiabático se lleva a cabo la reacción en fase gas  $A+B \rightarrow R+S$ . Este reactor está formado por tubos paralelos de 5 cm de diámetro interno y 2 m de longitud. La cinética de la reacción viene dada por  $r=kP_A P_B$  siendo  $k_{100^\circ C}=0,04$  y  $k_{500^\circ C}=60$  mol/L.h.atm<sup>2</sup>.

La entalpía de reacción es  $(-\Delta H_R)=10000$  cal/mol. AL reactor se introducen 5 kg/h de una mezcla equimolecular de A y B a 250°C y se desea alcanzar una conversión del 35%.  
¿Cuántos tubos son necesarios? Datos:  $c_p=1,5$  cal/g°C (cte),  $M_{promedio}=40$  g/mol

14. La reacción entre el tiosulfato de sodio y el peróxido de hidrógeno diluido es irreversible y de segundo orden respecto al tiosulfato. La constante cinética en función de la temperatura es, de acuerdo con los resultados de Kearns y Manning:

$$k = 6.85 \cdot 10^{14} e^{-\frac{18300}{RT}} \quad (cm^3 \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1})$$

De acuerdo con la estequiometria de la reacción, dos moles de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reaccionan con un mol de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. El calor de reacción a 25°C es -131000 cal/mol.

La reacción se llevó a cabo en un reactor de mezcla completa de 2790 cm<sup>3</sup>, de forma adiabática, alimentando al reactor 14.2 cm<sup>3</sup>/s de una disolución de tiosulfato ( $2.04 \cdot 10^{-4}$  mol/cm<sup>3</sup>) y peróxido ( $4.08 \cdot 10^{-4}$  mol/cm<sup>3</sup>) a 25°C. ¿Cuál es la conversión y la temperatura en la corriente de salida del reactor?

15.- La reacción en fase líquida  $A + B \rightarrow C$ , se debe llevar a cabo a 120°C, en un reactor de mezcla completa de 1 m<sup>3</sup>. Se alimenta la misma concentración de A y de B, que es igual a 6'65 mol/l. Se desea alcanzar una conversión de 0'5, mediante una operación adiabática.

¿Cuál debe ser la alimentación y la temperatura de entrada?

Datos  $r = K \cdot C_A \cdot C_B$ ,  $K = 3'3 \cdot 10^9 \exp(-20.000/RT)$ , l/mol.min

$(-\Delta H_R) = 20$  Kcal/mol (Exotérmica),  $C_p = 0'65$  cal/cm<sup>3</sup>.°C

16.- La reacción elemental  $A+B \rightarrow 2C$  se lleva a cabo en fase líquida en un reactor tanque continuo de 125 gal., alcanzándose una conversión de A del 90%. A partir de los siguientes datos calcular la temperatura del reactor.

Datos: Energía de activación/R = 16000 °R (°F=°Renkin - 460)

$F_{A0} = F_{B0} = 10$  mol/h (solo se alimenta A y B al reactor)  $T_0 = 80^\circ F$

$C_{PA} = 51$  Btu/mol lb °F  $C_{PB} = 44$  Btu/mol lb °F  $C_{PC} = 47.5$  Btu/mol lb °F

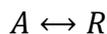
$M_A = 128$  lb/mol lb  $M_B = 94$  lb/mol lb  $\rho_A = 63$  lb/ft<sup>3</sup>  $\rho_B = 67.2$  lb/ft<sup>3</sup>  $\rho_C = 65$  lb/ft<sup>3</sup>

Area de transmisión de calor: 10 ft<sup>2</sup> T vapor que circula por la camisa: 365,9 °F  $U = 150$

Btu/h.ft<sup>2</sup>°F  $(-\Delta H_R) = -20000$  Btu/mol lb A (Endotérmica)

Si se desea una temperatura en el reactor de 175°F ¿Qué temperatura debería emplearse para el fluido calefactor? ¿Qué conversión se obtendría a la salida del reactor?

17.- Para el sistema reaccionante



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

- 18.- Debe producirse hexametilentetramina (HMT) en un reactor semicontinuo, añadiendo una solución amoniacal (25 % en peso de  $\text{NH}_3$ ) a una velocidad de 2 gpm, siendo su temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , a una carga inicial de 238 gal (a  $25^\circ\text{C}$ ) de una solución de formalina que contiene 42 % en peso de formaldehído. La temperatura de esta solución se aumenta a  $50^\circ\text{C}$  para iniciar la reacción. El calor de reacción es de  $-960$  Btu/lb HMT formada, y puede suponerse independiente de la temperatura y de la composición. A una temperatura de  $100^\circ\text{C}$  la reacción es muy rápida en comparación con la transferencia térmica al exterior. No son deseables temperaturas superiores a  $100^\circ\text{C}$ , por la vaporización y el aumento de presión. Se ha propuesto enfriar el reactor mediante serpentines internos con circulación de agua, siendo  $U = 85$  Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F. La velocidad del agua en el serpentín es suficientemente alta para suponer que su temperatura no varía, permaneciendo en  $25^\circ\text{C}$ . Calcular la longitud necesaria de serpentín, de 1" de diámetro.

Datos:

$$\rho_{\text{solución NH}_3} = 0.91 \text{ g/cm}^3 ; \rho_{\text{solución HCHO (42\%)}} = 1.10 \text{ g/cm}^3$$

$$C_{p_{\text{sol. NH}_3}} = C_{p_{\text{mezcla}}} = 1 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$

Considerar la reacción irreversible.

- 19.- En un tanque continuo de 100 L, en el que se lleva a cabo la reacción:  
 $A \leftrightarrow R$ , cuando funciona a 300 K, se obtiene una conversión del 50 %. La cinética de la reacción es de orden 1.
- Calcular el caudal de la alimentación.
  - Para el caudal calculado en a), si la temperatura de entrada son 290 K el reactor es adiabático ¿Cuánto vale la conversión a la salida del reactor?
- Datos:  $(-\Delta H_R) = 8000$  cal/mol y  $K_e = 4.54 \cdot 10^{-4} \exp(3000/T)$   $k_1 = 1000 \exp(-2424/T)$  (s<sup>-1</sup>)

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a subtle gradient and a soft shadow effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70