

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

INGENIERÍA de la REACCIÓN QUÍMICA

Hoja: 8. PROBLEMAS de FLUJO REAL en REACTORES

1. En un experimento estímulo-respuesta, en un reactor tubular que funciona en estado estacionario, se introduce una señal en *impulso*. La concentración de trazador a la salida del sistema evoluciona con el tiempo según se muestra en la tabla. El reactor tiene un volumen de 1.000 litros y se alimenta un caudal de 2,67 l/s. Determínese la función de distribución de tiempos de residencia y la curva F.

t (s)	0	120	240	360	480	600	720	840	960
c (g/cm ³)	0	6,5	12,5	12,5	10	5	2,5	1	0

2. En un experimento estímulo-respuesta, en un reactor tanque agitado que funciona en estado estacionario, se introduce una señal en *escalón*. La concentración de trazador a la salida del sistema evoluciona con el tiempo según se indica en la tabla. El volumen del reactor es de 102,1 L, siendo el caudal de alimentación de 10 L/min. Determínese la curva F y la función de distribución de tiempos de residencia.

t (min)	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	∞
c (mol/L)	0	1,97	3,16	3,88	4,32	4,59	4,75	4,91	4,97	4,99	5

3. Un reactor tipo tanque continuo en estado estacionario se perturba con una señal en escalón. A partir de la respuesta del sistema se ha obtenido una ecuación en la cual la concentración de trazador a la salida puede representarse mediante la siguiente ecuación:

$$c \text{ (mol/L)} = 5 \cdot [1 - \exp(-0,115 \cdot t)], \text{ con } t \text{ (min)}$$

El caudal de alimentación es de 6 m³/h y el volumen del reactor de 1 m³.

- a) Determínese las curvas de distribución de tiempos de residencia y sus parámetros característicos.
b) Proponga un modelo de flujo que explique una respuesta como la obtenida.
4. Se desea llevar a cabo la reacción $A \longrightarrow R$, de primer orden, en un reactor de 800 l con un caudal de alimentación de 20 l/s, cuya respuesta a una perturbación en *impulso* es:

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
c (g/cm ³)	0	0	3	5	5	4	2	1	0

Calcular la conversión a la salida, sabiendo que en un reactor de mezcla completa, empleando el mismo tiempo espacial, la conversión obtenida fue del 82,19%.

5. Se desea realizar la reacción $A + B \longrightarrow R$, en fase líquida. Su ecuación cinética viene determinada por:

$$r = 3 \cdot 10^{10} \cdot \exp(-10.000/T) \cdot C_A \cdot C_B \text{ [mol/L.min]}, \text{ con } T \text{ [K]}$$

En el reactor donde se va a llevar a cabo la reacción (un cilindro de 0,1 m de diámetro y 50 m de longitud) se ha realizado un experimento estímulo-respuesta utilizando un trazador. Se ha obtenido la siguiente respuesta a una perturbación en *impulso*.

t (min)	0	1	2	3	4	5	6
c (g/cm ³)	0	2	5	8,5	5	1	0

Se ha pensado alimentar una solución con una concentración de 2 mol/L de A y 2 mol/L de B, con un caudal de 100 L/min. Se desea obtener una concentración de A a la salida de 0,1 mol/L. Determínese, suponiendo que el reactor funciona de forma isoterma:

- ¿Qué características presenta el flujo en el interior del reactor?
 - ¿Qué temperatura es necesaria utilizar para realizar la operación con los resultados obtenidos?
6. Una empresa química situada en las proximidades de un río vierte accidentalmente al mismo un efluente líquido con una carga contaminante de 2,5 g/L. A 8 km aguas abajo de la planta existe una playa. La concentración máxima del contaminante para permitir el baño en la playa es de 500 mg/L. El caudal del agua que circula por el río es de 3,5 m³/s y su velocidad de 0,53 m/s, pudiéndose considerar constantes en todas las estaciones del año. La empresa, con anterioridad al accidente, había realizado un estudio del flujo en el río utilizando un pulso de trazador. Los resultados de este estudio se recogen en la siguiente tabla:

t (h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C (g/l)	0	1	3	8	10	7	4	2	1	0

El contaminante vertido al río se degrada a un compuesto inocuo siguiendo una cinética de primer orden, siendo la constante cinética de 0,25 h⁻¹.

Determínese:

- La distribución de tiempos de residencia, el tiempo medio de residencia y la varianza.
 - El módulo de dispersión y el número de tanques según el modelo de tanques en serie.
 - La conversión del compuesto contaminante (gráfica y analíticamente, haciendo las suposiciones necesarias) cuando llega a la playa. Con los resultados obtenidos ¿Se permitiría el baño?
7. La evolución de la concentración de un compuesto contaminante se puede describir de acuerdo a una cinética de primer orden, que únicamente depende de la concentración del citado contaminante. En un reactor tipo tanque agitado de 2 m³ de volumen se trata un caudal de 15 L/min del mencionado compuesto consiguiendo a la salida una reducción del 80%. Un análisis del flujo dentro del reactor pone de manifiesto que la mezcla no es perfecta y que existen zonas muertas. El valor medio del tiempo adimensional ($\bar{\theta}$) es 0,7. Un aumento de la agitación elimina la zona muerta. Calcular en estas nuevas condiciones:
- ¿Cuánto ha aumentado la eliminación del compuesto contaminante a la salida del reactor?
 - ¿Cuál sería el valor de σ_{θ}^2 ?