

Seminario Distribución de Tiempos de residencia.

1- En un laboratorio biotecnológico se lleva a cabo un proceso continuo utilizando un reactor tipo tanque agitado conteniendo células inmovilizadas en un soporte de alginato. Antes de comenzar a trabajar, se desea determinar si el reactor funciona correctamente y para ello se realiza un experimento estímulo respuesta mediante un pulso de trazador. La concentración del trazador es de 120 g/l y se inyectan 3 ml del mismo.

La siguiente tabla detalla las determinaciones de la concentración del trazador a la salida.

Datos: Volumen de reactor: 2 L; F alim.= 2,1 L/h; Volumen de biocatalizador: 0,15 L.

C (g/L)	t(s)	C (g/L)	t(s)	C (g/L)	t(s)
0	0	0,210	600	0,085	3000
0,154	30	0,192	900	0,077	3300
0,204	45	0,167	1200	0,068	3600
0,228	60	0,153	1500	0,048	4500
0,251	90	0,137	1800	0,035	5400
0,246	120	0,118	2100	0,023	6300
0,224	300	0,109	2400	0,014	7260
0,222	480	0,097	2700	0,005	8520

- Determinar el tiempo de retención del reactor.
- Determinar si existe alguna zona de volumen muerto en el mismo.
- Si existe volumen muerto, que porcentaje del volumen total representa?
- Indique como solucionaría el problema del volumen muerto.

2- Un reactor tubular contiene una enzima inmovilizada sobre un soporte de vidrio poroso. El volumen del reactor es de 100 L, el diámetro de 0,35 m., la relación altura/diámetro = 3 y la fracción hueca es de 0,5. El reactor se alimenta con un caudal de 50 L/h.

Datos de operación muestran que la productividad es un 30 % menor que la esperada, desconociéndose la causa.

A fin de obtener información sobre el comportamiento hidrodinámico del sistema, se efectúa un análisis de distribución de tiempos de residencia (DTR), para lo que se realiza un pulso de 250 ml de una solución de lactosa 90 g/l. La lactosa supuestamente se comporta como inerte en el proceso que se lleva a cabo. A la salida del reactor se toman muestras y se determinan las concentraciones del trazador en las mismas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

t (min)	C (mg/L)	t (min)	C (mg/L)
0	0	85	500
20	0	90	346
40	0	95	216
45	4	100	131
50	24	105	65
55	119	110	36
60	364	115	21
65	670	120	11
70	871	125	6
75	890	130	4
80	819	135	2
		140	0

- Verificar que la lactosa se ha comportado como trazador inerte.
- Graficar C(t) vs tiempo.
- Determinar el t_r según la grafica.
- Determinar el t_r teórico.
- Calcular el coeficiente de dispersión axial.

3- La siguiente tabla detalla los datos obtenidos a partir de un experimento en los que se hace un pulso de trazador en una columna de 15 cm de largo, a un flujo de 7,4 ml/min.

Tiempo	pH
1	4,07
2	4,13
3	4,20
4	4,35
5	4,86

6	5,97
7	8,73
8	8,95
9	9,00
10	9,04
11	9,08
12	9
13	9

L = 15 cm
 d_c = 2.50 cm (diámetro interno)
 d_p = 2.50 mm (diámetro de partícula)

El pulso se efectúa a un caudal de alimentación de 500 ml.h⁻¹ (F), tomándose muestras desde el comienzo de la alimentación.

Determinar:

- a- El tiempo de retención de la columna.
- b- El número de Peclet.
- c- El coeficiente de dispersión axial.

Ayuda para la resolución del problema 3:

Con estos datos, se grafica la derivada en cada punto de la curva anterior en función del tiempo medio del intervalo considerado. El valor máximo representa el tiempo de retención.

Calculo de la derivada:

$$Der(i) = \frac{PH_{i+1} - PH_i}{\Delta t}$$

Tiempo medio del intervalo considerado:

$$t(i) = t_i + \frac{\Delta t}{2}$$

El tiempo de retención medio t_R es el primer momento de la distribución dada por la gráfica de Der(i) Vs. t(i) y puede calcularse analíticamente mediante:

$$t_R = \frac{\sum_i Der(i).t(i).\Delta t}{\sum_i Der(i).\Delta t}$$

La varianza de la curva Der(i) Vs. t da una idea del grado de dispersión que sufrió el escalón a través de la columna. Corresponde al segundo momento de la distribución.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_i Der(i).t(i)^2.\Delta t}{\sum_i Der(i).\Delta t} - t_R^2$$

Con los valores de t_R y σ puede calcularse el módulo de Peclet (Pe) mediante la ecuación aproximada:

$$\frac{\sigma^2}{t_R^2} = \frac{2}{Pe + 1} \quad \text{válida para} \quad \frac{\sigma^2}{t_R^2} \leq 0,3$$

$$Pe = \frac{v.L}{D_z}$$

donde v = velocidad del fluido dentro del tubo, L = largo del tubo y D_z = coeficiente de dispersión axial.