



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

PLAN 1995

PROGRAMA ANALITICO DE LA ASIGNATURA: **Ingeniería de las Reacciones Químicas**

APROBADO RESOLUCIÓN

PLAN DE ESTUDIOS ORDENANZA N° 768

NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN: 4º

HORAS SEMANALES: 5

DICTADO ANUAL

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias de Tecnología

PROFESOR: Mag. Roque Masciarelli

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO: Ing. Héctor Garibaldi

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA: Conseguir que el alumno logre comprender los diferentes métodos de interpretación de datos cinéticos de las velocidades de reacción. Aplicar los balances de materia y energía que permitan el diseño de los diferentes modelos de reactores en fase homogénea y heterogénea respectivamente. Analizar y establecer las condiciones necesarias a los efectos de optimizar el diseño de reactores.

FUNCIÓN DE LA SIGNATURA EN EL PLAN DE ESTUDIOS: Completar el perfil de la carrera de Ingeniería Química, ya que el diseño de los reactores químicos, constituyen el núcleo de una planta química. De esta manera se logran interrelacionar los procesos de acondicionamiento de reactivos y purificación de productos, que conllevan las operaciones unitarias y el diseño de los equipos de separación, establecidos en las asignaturas correspondientes.

AREA TEMATICA: CINETICA EN SISTEMAS HOMOGENEOS

Unidad 1

Introducción. Objeto de la cinética química. Estequiometría. Grado de avance. Conversión. Velocidad de reacción en sistemas de volumen constante y variable. Constante de la velocidad de reacción. Orden de reacción. Modelos experimentales para interpretación de datos cinéticos. Métodos: Integral, Diferencial, de las Velocidades iniciales, del Tiempo de vida media y del Aislamiento. Expresión de Arrhenius. Teoría de la Colisión. Teoría del Estado de transición (complejo activado). Nociones sobre mecanismos de reacción. Reacciones en serie y en paralelo. Reacciones autocatalíticas. 15 horas.

AREA TEMÁTICA: TRANSFERENCIA DE MASA

Unidad 2: Difusión y mecanismos de transporte.

Leyes de Fick. Ecuación de conservación de Continuidad. Difusión a través de una película estanca. Transferencia de masa a través de superficies porosas. Transferencia de materia en el límite de una fase. Modelo de película. Modelo de penetración. Modelo de renovación superficial. Difusión con reacción química homogénea. Difusión en régimen no estacionario. 20 horas.

AREA TEMÁTICA: DISEÑO DE REACTORES

Unidad 3: Reactores ideales

Definición y clasificación de los reactores químicos. Simplificación de las ecuaciones de diseño: tanque discontinuo, tanque continuo agitado y flujo pistón. Reactor semicontinuo. Comparación de reactores tanques agitados en serie con el reactor flujo pistón. Adimensionalización. Número de Damkhöler. Reactores en serie de distintos volúmenes. Flujo pistón ideal con recirculación. Métodos gráficos y analíticos. 25 horas.

Unidad 4: Reactores no ideales

Desviaciones de los modelos de flujos ideales. Funciones de distribución de tiempos de residencia. Señal en escalón, en pulso. Modelos de flujos no ideales: Modelo de dispersión axial. Modelo de tanques agitados en serie. Modelo de segregación total. Modelos combinados de Cholette y Cloutier. 10 Horas

Unidad 5: Diseño para reacciones múltiples

Rendimiento y selectividad. Reacciones en serie, en paralelo, en serie-paralelo. Estudio cuantitativo sobre la distribución del producto empleando diferentes modelos de reactores. Condiciones del máximo componente intermedio para reacciones en serie.

Influencia de la distribución de las masas moleculares según la vida del polímero activo, en reactores de tanque continuo y discontinuo respectivamente, con el tiempo de residencia del reactor. 10 Horas.

AREA TEMÁTICA: DISEÑO DE REACTORES NO ISOTERMICOS

Unidad 6: Reactores no isotérmicos.

Efectos térmicos sobre la cinética y el equilibrio. Reactores monodimensionales y bidimensionales. Reactores adiabáticos, para los diferentes tipos de flujo. Reactores ni isotérmicos ni adiabáticos. Estabilidad e histéresis del estado estacionario. 20 Horas.

AREA TEMÁTICA: DISEÑO DE REACCIONES HETEROGÉNEAS EN GENERAL

Unidad 7: Reacciones heterogéneas

Adsorción física y química. Teoría de Lagmuir. Volumen de monocapa. Superficie específica de catalizadores. Histéresis de adsorción. Modelo de Hougen y Watson para la cinética controlada por: adsorción –reacción en la superficie- desorción. Teoría de Brummer, Enmet y teller (B.E.T) aplicables a multicapas. Distribución de tamaño macro y micro poros. Teoría de condensación y depresión capilar. Reacciones sólido-fluido (no catalíticas). Partículas esféricas de tamaño constante y diferentes etapas controlantes. Lechos de partículas sólidas fluidizadas. Sistemas con gas de composición variable. Reacciones sólido-fluido (catalíticas). Factor de efectividad. Modulo de Thiele. Reactores gas-líquido, transferencia de materia con reacción química, factor de reacción. Cálculo de la altura en torres rellenas y de burbujeo. Metodo de las velocidades estimadas para diseño de lechos catalíticos mono y bi dimensionales no isotérmicos. 25 Horas.

Unidad 8: Fermentación enzimática.

Fermentador de flujo pistón, de flujo mezclado..Procesos fermentativos con y sin inhibición competitiva. Fermentación microbiana, distribución de productos y rendimientos fraccionales. Efecto de los residuos nocivos. Cinética de Monod. Tiempo espacial de mezclado óptimo. Operaciones utilizando concentración y recirculación de células

Fermentador de flujo en pistón con concentración de células y recirculación. Reciclo óptimo. 25 Horas.

Unidad 9: Reacciones sólido-sólido.

Modelos de núcleo decreciente, conversión uniforme, partícula granulada, hueco variable, descomposición térmica con cambio de fase.

Modelo de Prout-Tompkins . 10 Horas.

TRABAJOS PRÁCTICOS

TP N° 1: Reactor discontinuo, experiencia que se lleva a cabo en el laboratorio realizando la hidrólisis ácida de un éster. Se determinan los parámetros cinéticos de la reacción.

TP N° 2: Adsorción, esta experiencia permite determinar la constante de equilibrio en un proceso de adsorción de ácido acético en carbón activado, y el volumen de la monocapa del adsorbente. Se lleva a cabo en el laboratorio.

TP N° 3: Distribución de tiempos de residencia en un reactor continuo tubular mediante una señal en pulso. Determinación de los parámetros utilizados para los modelos de reactores no-ideales: módulo de dispersión, número de reactores MC en serie. Se realiza en Planta Piloto.

TP N° 4: Reactor tubular, hidrólisis alcalina de un éster: obtención de la conversión en estado estacionario. Comparación del resultado con los que se obtendrían con modelos de reactores ideales y no-ideales. Se lleva a cabo en Planta Piloto.

TP N° 5: Fluidización: se estudia el comportamiento de partículas sólidas en un sistema heterogéneo gas-sólido durante las etapas de lecho fijo y lecho fluidizado. Comparación con las ecuaciones que predicen el comportamiento. Se lleva a cabo en Planta Piloto.

BIBLIOGRAFIA

1. Ingeniería de las Reacciones Químicas. O. Levenspiel Ed. Reverté, 1986.
2. Ingeniería de las Reacciones Químicas. O. Levenspiel, 3ª Edición, 2004.
3. Elementos de ingeniería de las Reacciones Químicas. H. Scout Fogler, 3º Edición
4. Cinética Química. J. M. Smith. CECSA.
5. Introducción al Diseño de Reactores Químicos. I.H.Farina, O.A.Ferretti, G.F. Barreto. Eudeba 1966
6. Ingeniería de las reacciones Químicas y Catalíticas. J.J. Carberry. Ed. Géminis 1980.
7. Fundamentos del Diseño de Reactores— R. E. Cunningham y J. L. Lombardi.. EUDEDA 2da. Edición 1978.
8. Chemical Reactor Analysis and Design. G. Froment and K. Bischoff . John Wiley. 1979.
9. Mass Transfer. Sherwood, Pigford, Wilke. Ed. Mc Graw Hill. 1975.
10. Mass Transfer in Heterogeneous Catalysis. C. Satterfield. M.I.T.Press 1970.
11. Elements of Chemical Reactors Design and Operation. H.Kramers, K.R. Westerterp. Ed. Mc Graw Hill.2da.Ed.1984.
12. El Omnilibro de los Reactores Químicos. O. Levenspiel. . Ed. Reverté. 1986.
13. Perry. Manual del Ingeniero Químico. Sexta Edición (Tercera edición en Español) McGraw Hill.