



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL ROSARIO**

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

PROGRAMA ANALITICO DE LA ASIGNATURA: Ingeniería de las Reacciones

APROBADO RESOLUCION Nro. 329/98 CO. ACAD. F.R.R.

PLAN DE ESTUDIOS ORDENANZA N°: 768

NIVEL DE IMPLEMENTACION: 4°

HORAS SEMANALES: 5 DICTADO ANUAL

AREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias de Tecnología

PROFESOR: **Ing. Roque Masciarelli**

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO: **Ing. Edgardo N. Martín**

OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA: Conseguir que el alumno logre: comprender los diferentes métodos cinéticos de las velocidades de las reacciones. 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 los reactores.

FUNCION DE LA ASIGNATURA 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 la 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 los contenidos de las asignaturas correspondientes.

PROGRAMA ANALITICO

AREA TEMATICA: CINETICA EN SISTEMAS HOMOGENEOS

Tema 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 - Tiempo de vida media - Aislación.

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 TEMATICA: TRANSFERENCIA DE MASA

Tema 2: Difusión y mecanismos de transporte. Ley de Fick. Ecuación de conservación de cantidad de movimiento. 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 - Modelo de película-penetración.

Difusión con reacción química homogénea. 20 horas.

AREA TEMATICA: DISEÑO DE REACTORES IDEALES

Tema 3: Definición y clasificación de los reactores químicos. Reactores ideales. Simplificación de las ecuaciones de diseño: tanque discontinuo, tanque continuo agitado y flujo pistón. Reactor semicontinuo.

Comparación de reactores tanque agitado en serie con el reactor flujo pistón. Adimensionalización. Número de Damkholer. Reactores en serie de distintos volúmenes. Flujo pistón ideal con recirculación. Métodos gráficos y analíticos. 25 horas.

Tema 4: Desviaciones de los modelos de flujos ideales. Funciones de distribución de tiempos de residencia. Señal en escalón, en pulso.

Modelos de flujo no ideales: Modelo de dispersión axial - Modelo de tanques agitados en serie - Modelo de segregación total - Modelos combinados de Cholette y Cloutier.

10 horas.

Tema 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 TEMATICA: DISEÑO DE REACTORES NO ISOTERMICOS

Tema 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 TEMATICA: DISEÑO DE REACCIONES HETEROGENEAS EN GENERAL

Tema 7: Reacciones heterogéneas: Reacciones sólido - fluido (no catalíticas). Partículas esféricas de tamaño constante. Diferentes etapas controlantes. Lechos de partículas sólidas fluidizadas. Sistemas con gas de composición variable.

Reacciones sólido - fluido (catalíticas). Factor de efectividad. Módulo de Thiele. Reactores gas - líquido, transferencia de materia con reacción química, factor de reacción. Cálculo de la altura en torres rellenas y de burbujeo. 25 horas.

Tema 8: Fermentación enzimática. Fermentador de flujo pistón y 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 t recirculación de células.

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

25 horas.

Tema 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 PRACTICOS:

Reactor discontinuo, utilizado para llevar a cabo una reacción de hidrólisis alcalina de un éster, realizando la determinación de parámetros de diseño. Comparación de los datos experimentales con los obtenidos a partir de la ecuación de diseño.

Estudio de distribución de tiempos de residencia, mediante una señal en pulso, empleando los reactores de mezcla completa y flujo pistón, respectivamente.

Reactor mezcla completa, utilizado para llevar a cabo una reacción de hidrólisis alcalina de un éster, realizando la determinación de parámetros de diseño. Comparación de los datos experimentales con los del modelo teórico.

Reactor flujo pistón, utilizado para llevar a cabo una reacción de hidrólisis alcalina de un éster, realizando la determinación de parámetros de diseño. Comparación de datos experimentales, con los del modelo teórico, empleando balance de materia con retromezcla.

Reactor de lecho fluidizado, utilizado para simular procesos de reacciones heterogéneas catalíticas y no catalíticas respectivamente, estudiando además la pérdida de presión en función de la velocidad de fluido.

Estos trabajos prácticos se llevan a cabo en la Planta Piloto de este Departamento.

BIBLIOGRAFIA:

- Ingeniería de las Reacciones Químicas. O. Levenspiel. Ed. Reverté.
- Cinética Química. J. M. Smith. Ed. CECSA.
- Introducción al Diseño de Reactores Químicos. Y. H. Farina, O. A. Ferreti, G. F. Barreto. Ed. Eudeba. 1986.
- Ingeniería de las Reacciones Químicas y Catalíticas. J. J. Carberry. Ed. Géminis. 1980.
- Fundamentos del Diseño de Reactores. R. E. Cunningham y J. L. Lombardi. Ed. EUDEBA, 2da. Edición. 1978.
- Chemical Reactor Analysis and Design. G. Froment and K. Bischoff. Ed. John Wiley . 1979.
- Mass Transfer. Sherwood, Pigford, Wilke. Ed. Mc. Graw Hill. 1975.
- Mass Transfer in Heterogeneous catalysis. C. Satterfield. M. Y. T. Press. 1970.
- Elements of Chemical Reactor Design and Operation. H. Kramers, K. R. Westerterp. Ed. Mc. Graw Hill. 2da. Edición. 1984.
- El Omnilibro de los Reactores Químicos. O. Levenspiel. Ed. Reverté. 1986.
- Manual del Ingeniero Químico de Perry. Sexta Edición (Tercera Edición en Español). Ed. Mc. Graw Hill.