



INGENIERIA DE LAS REACCIONES QUIMICAS

PROGRAMA ANALÍTICO

PLAN DE ESTUDIOS 2005

ORDENANZA CSU. N° 1028

OBLIGATORIA



ELECTIVA

ANUAL



PRIMER CUATRIMESTRE

SEGUNDO CUATRIMESTRE

NIVEL / AÑO

IV

HORAS CÁTEDRA SEMANALES

5

OBJETIVO GENERAL

Comprender las bases cinéticas necesarias para el diseño de los diferentes tipos de reactores.

Conocer, comprender, especificar y/o calcular distintos tipos de reactores.

CONTENIDOS SINTÉTICOS

- Cinética Homogénea.
- Reactores homogéneos ideales.
- Operación continua y discontinua.
- Operaciones isotérmicas y anisotermica.
- Reactores reales.
- Cinética heterogénea.
- Fluido – fluido, Fluido – sólido reactivo, Fluido – sólido catalítico. Factor de efectividad.
- Reactores heterogéneos: Catalíticos de lecho fijo, torres de absorción con reacción química.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS y CONTENIDOS ANALÍTICOS

UNIDAD TEMÁTICA 1 Cinética en Sistemas Homogéneos.

OBJETIVOS

- Se busca relacionar la estequiometría de la reacción, la molecularidad y en función de una propiedad fácilmente medible obtener la expresión de velocidad de reacción mediante los parámetros: Propiedad a seguir, orden y constante cinética de reacción.
- El objetivo es despertar el espíritu de observación del transcurso de una reacción, ordenar sus cambios, manipular los datos de laboratorio, elaborar la forma de obtenerlos y representar los resultados.

CONTENIDOS

Cinética en sistemas homogéneos. Introducción. Objetos de la cinética química. Conceptos estequiométricos básicos. Definición de velocidad de reacción. Velocidad de reacción en sistemas de volumen constante y de volumen variable. Grado de avance y conversión. Variables que afectan la velocidad de reacción. Constante de velocidad de reacción. Nociones sobre mecanismos de reacción. Reacciones simple y múltiple. Reacciones elemental y no elemental. Nociones sobre mecanismos de reacción. Reacciones en serie y en paralelo. Selectividad. Reacciones reversibles. Caracterización matemática de reacciones simples (orden cero, uno, dos, tres y fraccionario). Reacciones autocatalíticas. Modelos experimentales para la determinación de los parámetros cinéticos. Técnicas para la interpretación de datos. Método integral y diferencial. Análisis de la ecuación completa. Análisis parcial de la ecuación de velocidad. Método de aislación. Método de las velocidades iniciales. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Expresión de Arrhenius. Cálculo de la energía de activación. Teorías moleculares de la cinética de reacción química. Teoría de la colisión. Teoría del estado de transición (complejo activado).

Ensayo de Laboratorio TP N° 1 Reactor Batch: Hidrólisis del Anhídrido Acético.

Ensayo de Laboratorio TP N° 2 Determinación de la Constante de Equilibrio de una Reacción Química. Determinación de su Calor de Reacción.

TIEMPO ASIGNADO 25 horas

UNIDAD TEMÁTICA 2 Reacciones Fluido-Fluido No Catalíticas.

OBJETIVOS

- Promover al alumno a la aplicación de los conceptos de UT I a reacciones sólido-fluido, desarrollar en el mismo la búsqueda de reacciones donde aplicar estos principios.



CONTENIDOS

Reacciones fluido-sólido no catalíticas. Selección de un modelo. Velocidad de reacción para partículas que no cambian de tamaño (control en película externa, control en cenizas, control químico). Velocidad de reacción para partículas que disminuyen de tamaño (control químico, control de película gaseosa). Combinación de resistencias. Determinación de la etapa controlante.

TIEMPO ASIGNADO: 10 horas

UNIDAD TEMÁTICA 3 Reacciones Heterogéneas Fluido-Fluido.

OBJETIVOS

- Aplicar al concepto de velocidad de reacción, el de solubilidad y difusión de los reactantes a utilizar como método de separación.

CONTENIDOS

Reacciones heterogéneas fluido-fluido. Consideraciones generales. Ecuación de velocidad. Control de transferencia de masa. Control químico. Combinación de resistencias. Caos límite. Factor de reacción. Modelo de Van Krevelen para distintos órdenes y pseudo órdenes. Control pelicular en fase fluida. Cálculo de coeficientes de película de transferencia de masa. Correlaciones. Torres de adsorción con reacción química.

Ensayo de Laboratorio TP N° 3 Reactores Ideales: Obtención de Ecuación Cinética. Método Diferencial.

TIEMPO ASIGNADO 15 horas

UNIDAD TEMÁTICA 4 Reacciones Catalizadas por Sólidos.

OBJETIVOS

- Reacciones catalizadas por sólidos. Conociendo las propiedades de los catalizadores y los conceptos de adsorción física y adsorción química determinar la expresión de velocidad de reacción para este tipo de reacciones.
- Aplicación a reacciones isotérmicas y no isotérmicas.

CONTENIDOS



Reacciones catalizadas por sólidos. Propiedades de los catalizadores. Adsorción física y adsorción química. Ecuación de velocidad. Modelo de Hougen-Watson. Factor de eficiencia. Módulo de Thiele. Efecto de la temperatura.

TIEMPO ASIGNADO 15 horas

UNIDAD TEMÁTICA 5 Reactores Químicos.

OBJETIVOS

- Vincular las expresiones de velocidad de reacción al diseño del recipiente adecuado para realizar la misma a nivel de laboratorio o industrial.

CONTENIDOS

Sistema de un solo reactor ideal. Definición y clasificación de los reactores químicos. Reactores tanque y tubulares. Diseño de reactores. Objetivos. Ecuaciones generales de diseño. Modelo de flujo ideal, mezclado ideal y mezclado nulo. Simplificación de las ecuaciones de diseño: tanque discontinuo idealmente agitado y flujo pistón ideal. Conversión. Reactores semicontinuos. Comparación de tamaño de reactores/ gráficos. Adimensionalización de la ecuación de materia. Número de Damkholer. Relación de tamaño de reactores para cinética arbitraria. Método gráfico.

TIEMPO ASIGNADO 30 horas

UNIDAD TEMÁTICA 6 Sistemas de Reactores Ideales.

OBJETIVOS

- Combinar los conocimientos para elaborar un procedimiento de operación para reacciones especiales donde se plantea la necesidad de trabajar con equipos múltiples, ya sea por razones de costo o rendimiento.

CONTENIDOS

Sistema de reactores ideales múltiples. Reacciones ideales conectados en serie y en paralelo. Reacciones de primer orden. Reacciones de segundo orden. Gráficos. Tanques continuos idealmente agitados conectados en serie de diferente tamaño. Determinación del sistema óptimo para una conversión dada. Método gráfico. Disposición más adecuada de un sistema de reactores ideales.

TIEMPO ASIGNADO 20 horas



UNIDAD TEMÁTICA 7 Reactor con Recirculación.

OBJETIVOS

- Proporcionar los elementos necesarios para lograr un mayor rendimiento del producto deseado a igual costo de equipamiento.

CONTENIDOS

Reactor con recirculación. Flujo pistón ideal con recirculación sin separación. Relación de reciclo. Relación entre conversión de entrada y de salida. Método gráfico.

TIEMPO ASIGNADO 10 horas

UNIDAD TEMÁTICA 8 Reactores No Isotérmicos.

OBJETIVOS

- Articular el balance de materia y energía a una reacción, proporcionando los conocimientos para una evaluación de los equipos adecuados.

CONTENIDOS

Reactores no isotérmicos. Planteo de la ecuación de energía, reactores adiabáticos. Relación entre temperatura y conversión. Autotermia en reactores flujo pistón y tanque continuo idealmente agitado. Método iterativo. Secuencia de cálculo. Aplicación a diferentes

TIEMPO ASIGNADO 20 horas

UNIDAD TEMÁTICA 9 Diseño de Reactores No Ideales.

OBJETIVOS

- Proporcionar las herramientas adecuadas para propiciar y promover en el futuro profesional la necesidad de articular los cálculos de diseño ideal al diseño real del reactor. Intuir la importancia de la experiencia en el momento de tomar decisiones para el diseño final del reactor.

CONTENIDOS

Diseño de reactores no ideales. Distribución de tiempos de residencia. Curva I y E. Métodos experimentales estímulo-respuesta. Pulso-escalón. Curvas C y F. Relación entre las



distintas curvas. Respuesta estímulo para sistemas de flujo ideales y no ideales. Parámetros de caracterización de distribuciones. Media y varianza. Utilización de la información de la distribución. Sistemas lineales y no lineales, con y sin modelo de flujo. Cálculo de la concentración de salida para sistemas lineales. Modelo de flujo no ideal. Modelo de flujo segregado. Modelo de dispersión. Modelos combinados de Charlotte y Cloutier y de tanque continuo en serie.

Ensayo de Laboratorio TP N° 4 Reactores Reales: Cálculo del Tiempo de Residencia. Modelos Fluidodinámicos.

TIEMPO ASIGNADO 15 horas

BIBLIOGRAFÍA

Ingeniería de las Reacciones Químicas - Octave Levenspiel – Reverté – 2001.
Introducción al Diseño de Reactores Químicos - Farina-Ferretti-Barreto – Eudeba – 1986.
Elements of Chemical Reaction Engineering – S. Fogler – Pearson – 2001.
Ingeniería de la Cinética Química – J. Smith – Continental – 1998.
Ingeniería de las Reacciones Químicas y Catalíticas - James Carberry - Ed. Génesis – 1980.

FORMACIÓN PRÁCTICA

FORMACIÓN EXPERIMENTAL: 10 HS

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA: 30 HS

ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO: 32 HS



CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

DESCRIPCIÓN

Se dictan clases teóricas induciendo al alumno al análisis crítico y a la participación activa. Se resuelven problemas en comisiones y trabajos prácticos de laboratorio. Se presenta un proyecto.

MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

Las clases se desarrollan presentando cada tema en forma expositiva, seguida de desarrollo de problemas cuya resolución se realiza en forma conjunta con los docentes asignados a la parte práctica. Para la resolución pueden auxiliarse con el empleo de programas de computación vistos en cursos anteriores.

Utilización de programas de simulación tales como: Math Lab, SIMSCI (PRO II) y HYSYS.

Se realizan prácticas de laboratorio donde el alumno desarrolla las mismas, presentando los resultados con los gráficos pertinentes.

EVALUACIÓN

Clase para una evaluación enseñanza-aprendizaje.

La aprobación se realiza por el método de examen final.