



# Planificaciones

7620 - Ingeniería de las Reacciones Químicas II

Docente responsable: AMADEO NORMA ELVIRA

## OBJETIVOS

Esta asignatura tiene como objetivo el diseño de los reactores catalíticos heterogéneos. Utilizando los conceptos vertidos en la asignatura Ingeniería de las Reacciones Químicas I, éstos se aplican y profundizan, para llevar a cabo el diseño y optimización de reactores heterogéneos multifásicos.

En particular, se estudian los reactores de lecho fijo, lecho fluidizado, lecho en suspensión, trickle bed y su aplicación industrial.

La primera parte de la asignatura incluye una clasificación y descripción de los catalizadores sólidos empleados en la práctica industrial, los métodos de preparación y las técnicas de caracterización.

Finalmente se dedica un capítulo a la desactivación de catalizadores y su incidencia en el comportamiento del reactor.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

En particular, se estudian los reactores de lecho fijo, lecho fluidizado, lecho en suspensión, trickle bed y su aplicación industrial.

La primera parte de la asignatura incluye una clasificación y descripción de los catalizadores sólidos empleados en la práctica industrial, los métodos de preparación y las técnicas de caracterización.

Finalmente se dedica un capítulo a la desactivación de catalizadores y su incidencia en el comportamiento del reactor.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### A.1 CATALIZADORES SOLIDOS

Definición e importancia de la catálisis heterogénea. Clasificación y selección de catalizadores. Ingeniería de la catálisis. Catalizadores másicos y soportados. Propiedades de un catalizador industrial.

Preparación de catalizadores. Métodos de preparación de catalizadores másicos. Métodos de preparación de catalizadores soportados. Variables de control. Ejemplos de aplicación.

Técnicas de caracterización de catalizadores. Superficie específica, porosimetría, termogravimetría, área metálica, acidez, resistencia mecánica. Actividad y estabilidad.

#### A.2 DESACTIVACION DE CATALIZADORES

Causas de desactivación en una operación industrial. Sinterizado, coqueo, venenos, pérdida de compuestos volátiles. Regeneración de catalizadores desactivados. Prevención de la desactivación. Mecanismos de desactivación: serie, paralelo, desactivación independiente.

Efectos difusionales sobre la desactivación.

#### B. REACTORES CATALITICOS HETEROGENEOS

##### B.1 REACTORES DE LECHO FIJO

Importancia de los procesos catalíticos de lecho fijo. Innovaciones tecnológicas. Criterios de diseño.

Modelos pseudohomogéneos: Modelo básico unidimensional, balances de masa y energía, cálculo de la pérdida de carga; transferencia de calor en reactores de lecho fijo, Modelo bidimensional, parámetros de transporte efectivos, balances de masa y energía. Condiciones de contorno.

Modelos heterogéneos: Modelo unidimensional con gradientes interfaciales. Balances de masa y energía. Modelo unidimensional con gradientes interfacial e interparticular. Balances de masa y energía.

##### B.2 REACTORES DE LECHO FLUIDIZADO

Aplicaciones industriales. Características de un lecho fluidizado. Velocidad mínima de fluidización. Velocidad terminal. Coeficientes de transferencia de calor. Modelado de reactores de lecho fluidizado. Modelo de Kunii y Levenspiel.

##### B.3 REACTORES TRIFASICOS

Importancia de los reactores trifásicos en la industria. Clasificación de los reactores trifásicos.  
 Reactores de lecho en suspensión : Aplicaciones industriales. Regímenes fluidodinámicos. Parámetros fluidodinámicos :potencia de agitación, hold up, velocidad de agitación. Estimación de parámetros de transferencia de masa. Diseño de reactores de lecho en suspensión.  
 Ejemplo de aplicación : Determinación de los parámetros cinéticos y de transporte en un reactor de lecho en suspensión en la oxidación de SO<sub>2</sub>.  
 Reactores trifásicos de lecho fijo : Aplicaciones industriales. Regímenes de flujo. Parámetros fluidodinámicos : Hold-up eficiencia de mojado. Factor de efectividad . Diseño de reactor trickle-bed.

#### B.4 OTROS REACTORES

Reacción y separación simultánea: reactores de membrana.  
 Reactores monolíticos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J. R. , Pratt, K.C.; Introduction to Characterization and Testing of Catalysts . Academic Press, 1985.
- A. Cybulski J. Moulijn . , Structured Catalysts and Reactors. Ed Taylor and Francis . 2005
- Dumesic, J.A. , Rudd, D.F., Aparicio, L.M., Rekoske, J.E., Treviño, A.A.; The Microkinetics of Heterogeneous Catalysis. ACS Professional reference Book, 1993.
- Farina, I.H., Ferretti, O.A., Barreto,G.F., Introducción al Diseño de Reactores Químicos. CEI, 1993.
- Fogler Scott Elements of Chemical Reaction Engineering. Prentice Hall . PTR, Englewood Clifs, New Jersey. 1992
- Froment y Bischoff; Chemical Reactor. Analysis & Design. J.Wiley & Sons, 1979.
- Gianetto, A., Silveston, P.L.; Multiphase Chemical Reactors. Hemisphere Publishing Corp., 1986.
- Le Page, J.F.; Catalyse de contact. Editions TECHNIP., 1978.
- Levenspiel O., Omnibook de los reactores Químicos, Reverté, 1986.
- Ramachandran P.A, Chaudhari, R.V.; Three Phase Catalytic Reactors. Gordon and Breach Sc. Pub.,1983.
- Richardson, J.T.; Principles of Catalyst Development. Plenum Press, 1989.
- Shah, Y.T.; Gas-liquid-solid Reactor Design. Mc.Graw Hill, 1979.
- Smith, J.M.;Ingeniería de la Cinética Química. CECSA, 1986.

### RÉGIMEN DE CURSADA

#### Metodología de enseñanza

El método de enseñanza propuesto se basa en propiciar una participación activa del alumno. Dicha interacción es garantizada mediante una comunicación fluida docente-alumno, de manera de lograr un ámbito propicio para la exposición y discusión de los distintos temas. Para lograr este estado de participación por parte del alumno, el docente deberá distanciarse del concepto de "clase magistral"y motivar al alumno desarrollando claramente los conceptos, relacionándolos y desafiando al alumno con el planteo oportuno de preguntas o problemas. No se propicia la redacción de apuntes de clases teóricas, de esta manera se induce al alumno a recurrir al libro de texto.

Se pretende introducir al alumno en la metodología científica a través de la lectura, análisis y discusión de trabajos científicos publicados en revistas internacionales.

Asimismo, se propicia el empleo de métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales aplicados a la simulación y optimización de reactores.

Debido a la complejidad de los problemas planteados se requiere una intensa dedicación individual fuera del horario de clases, por esta razón está contemplado un horario asignado exclusivamente a evacuar consultas. Finalmente el programa contempla el dictado de conferencias sobre temas específicos, brindadas por ingenieros de procesos con amplia experiencia en la industria.

#### Modalidad de Evaluación Parcial

El método de evaluación consiste en 1 exámen parcial y una evaluación integradora. El exámen parcial se aprueba con un mínimo de 4 puntos, y puede ser recuperado en una sola oportunidad. Los alumnos que hayan aprobado con 7 puntos o más en la primera oportunidad quedan eximidos de la evaluación integradora. Para aprobar la asignatura el alumno debe presentar una carpeta con los problemas resueltos y el análisis

crítico de los artículos científicos vistos en clase.

**CALENDARIO DE CLASES**

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Catalizadores sólidos.					
<2> 16/03 al 21/03	Catalizadores sólidos.	Catalizadores sólidos.				
<3> 23/03 al 28/03	Desactivacion de catalizadores	Catalizadores sólidos.				
<4> 30/03 al 04/04	Desactivacion de catalizadores	Desactivacion de catalizadores				
<5> 06/04 al 11/04	Reactores de Lecho Fijo	Desactivacion de catalizadores				
<6> 13/04 al 18/04	Reactores de Lecho Fijo	Reactores de Lecho Fijo				
<7> 20/04 al 25/04	Reactores Microbiologicos					
<8> 27/04 al 02/05	Reactores Microbiologicos	Reactores Microbiologicos				
<9> 04/05 al 09/05	Reactores Trifasicos	Reactores Microbiologicos				
<10> 11/05 al 16/05	Reactores Trifasicos					
<11> 18/05 al 23/05	Reactores Trifasicos	Reactores Trifasicos				
<12> 25/05 al 30/05	Reactores Trifasicos	Reactores Trifasicos				
<13> 01/06 al 06/06	examen parcial	examen parcial				
<14> 08/06 al 13/06	Otros reactores	Consulta TP				
<15> 15/06 al 20/06	Otros reactores	Consulta TP				
<16> 22/06 al 27/06	Otros reactores					

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º	13	16/11	14:00	
2º	16	07/12	14:00	
3º				
4º				