



---

**CARRERA Ingeniería Química**

**PLAN 2003**

**ASIGNATURA Ingeniería de las Reacciones Heterogéneas**

**COD. 1QB**

**TIPO Obligatoria**

---

## PROGRAMA ANALÍTICO

### Unidad 1. Introducción al diseño de reactores para sistemas heterogéneos.

Generalidades. Ecuación cinética para reacciones heterogéneas. Modelos de contacto para sistemas de dos fases.

### Unidad 2. Reacciones catalizadas por sólidos.

Descripción de un proceso típico industrial. Clasificación y descripción de reactores. Etapas de reacción

- 2.1. Procesos de transporte externo en reacciones heterogéneas. Falsificación de parámetros cinéticos. Correlaciones de coeficientes de transporte de materia y calor para diferentes tipos de reactores. Evaluación de gradientes externos de temperatura y concentración. Efecto de las resistencias externas sobre la selectividad.
- 2.2. Reacción y Difusión en el interior de catalizadores porosos. Procesos de transporte interno
  - 2.2.1. Transporte intragranular de masa. Difusión en catalizadores porosos: difusividad efectiva.
  - 2.2.2. Transporte intragranular de calor: conductividad térmica efectiva
  - 2.2.3. Transferencia de materia con reacción química: Factor de efectividad isotérmico: definición. Evaluación del factor de efectividad en forma teórica y experimental. Efecto de la resistencia al transporte de materia sobre la velocidad de reacción observada. : Falsificación de parámetros cinéticos.
  - 2.2.4. Transferencia de masa y calor durante la reacción química: Factor de efectividad no-isotérmico.
  - 2.2.5. Selectividad para catalizadores porosos.
  - 2.2.6. Velocidades para catalizadores porosos envenenados.
- 2.3. Determinación de las etapas controlantes de la velocidad de reacción. Criterios.

### Unidad 3. Diseño de reactores catalíticos heterogéneos.

- 3.1. Reactores de lecho fijo. Bosquejo del problema de diseño. Correlaciones. Clasificación de modelos.
- 3.2. Modelo pseudo homogéneo unidimensional básico. Operación isotérmica, adiabática y NINA. Sensibilidad paramétrica. Análisis de estabilidad. Criterios.
- 3.3. Modelo bidimensional pseudo homogéneo. Comparación con el modelo unidimensional.
- 3.4. Reactores de lecho fluidizado. Descripción. Modelo de Kunii- Levenspiel.



## Unidad 4. Reacciones sólido-fluido no catalíticas.

Aplicaciones. Descripción de un proceso industrial.

- 4.1. Concepto de Diseño. Modelos de reacción: Conversión progresiva y núcleo sin reaccionar.
- 4.2. Determinación de la etapa controlante de la velocidad.
- 4.3. Aplicación al diseño.

## Unidad 5. Reacciones gas-líquido.

Aplicaciones. Descripción de un proceso industrial.

- 5.1. Cinética de reacciones gas-líquido y líquido-líquido. Transporte de materia sin y con reacción química. Módulo de Hatta. Factor de acrecentamiento. Uso de la ecuación general de la velocidad de reacción. Identificación de regímenes cinéticos.
- 5.2. Diseño de reactores gas-líquido y líquido-líquido. Tipos de reactores. Aplicación industrial. Selección de reactores. Modelos de reactores para reacciones rápidas.

## Unidad 6. Reacciones gas-líquido-sólido

- 6.1. Aplicaciones. Tipos de reactores. Criterios de selección.
- 6.2. Fenómenos fundamentales en reactores de tres fases. Modelos cinéticos en reactores de tres fases.
- 6.3. Reactores de lechada o slurry. Hidrodinámica. Patrones de flujo y mezclado. Modelado de operaciones semi-batch
- 6.4. Reactores de escurrido o trickle bed. Hidrodinámica. Modelado de la operación continua

## BIBLIOGRAFÍA

- O. Levenspiel. Ingeniería de las reacciones químicas. Editorial Reverté S.A. (1976).
- O. Levenspiel .The Chemical Reactor Omnibook. OSU Bookstores Inc. (1993).
- J.M. Smith. Ingeniería de la cinética química. Segunda Edición. CECSA. (1977)
- G. Froment and K. Bischoff. Chemical Reactor: Analysis and Design. John Wiley & sons. (1979)
- Gianetto and P.L. Silveston. Multiphase Chemical Reactors: Analysis & Design. H. Scott Fogler. Elements of Chemical Reaction Engineering. Prentice Hall International Editions (1992)
- K.R. Westerterp and W.P.M. van Swaaij and A.A.C.M. Beenackers in Chemical Reactor Design and Operation. John Wiley & sons. (1993)
- C.N. Satterfield in Heterogeneous Catalysis in practice. McGraw-Hill Book Company. (1980)