

Plan 216 Ing.Tec.Ind. Esp en Química Ind.

Asignatura 16240 INGENIERIA DE LA REACCION QUIMICA

Grupo 1

### Presentación

Cinetica química aplicada. Catálisis. Reactores ideales y reales. Estabilidad. Optimización.

### Programa Básico

### Objetivos

- Calcular los parámetros básicos de diseño de reactores. Analizar el comportamiento de los reactores químicos.

Al finalizar el estudio de esta asignatura el alumno debe ser capaz de:

1. Seleccionar el tipo de reactor, modo de operación, condiciones de operación y características del alimento que mejor se adaptan a los objetivos buscados.
2. Plantear y resolver los algoritmos utilizados habitualmente para el diseño de los diferentes tipos de reactores.

Para poder abordar con éxito este segundo apartado el alumno debe estar familiarizado con conceptos tales como: a) Balances de materia y energía, b) Leyes cinéticas y c) Relaciones estequiométricas. Así mismo, debe tener los conocimientos necesarios para la resolución de los sistemas de ecuaciones algebraicas (o diferenciales) que resultan de la aplicación de a), b) y c).

- Además del aprendizaje de los contenidos científico/técnicos y los métodos de trabajo propios de la asignatura, se pretende que el alumno desarrolle ciertas habilidades tales como el trabajo en equipo.

### Programa de Teoría

#### TEMA 1. INTRODUCCION

Velocidad de reacción. Dependencia de la velocidad de reacción con la concentración: orden de reacción.

Dependencia de la velocidad de reacción con la temperatura: reacciones irreversibles, reversibles endotérmicas y reversibles exotérmicas. Tipos de reactores. Ecuaciones de conservación de materia y energía.

#### Tema 2. FUNCIONAMIENTO ESTACIONARIO DE REACTORES IDEALES ISOTERMOS (REACCIONES SIMPLES).

Reactor discontinuo de tanque agitado (RDTA): tiempo de reacción. Cálculo del tiempo óptimo de reacción. Reactor continuo de tanque agitado (RCTA): volumen y tiempo espacial. RCTA en serie. Optimización de RCTA en serie. Reactor de flujo de pistón (RFP): volumen y tiempo espacial.

#### TEMA 3. FUNCIONAMIENTO ESTACIONARIO DE REACTORES IDEALES ISOTERMOS (REACCIONES MULTIPLES)

Reacciones en serie, en paralelo y en serie-paralelo. Selectividad instantánea. Selectividad total: RCTA, RCTA en serie, RDTA y RFP. Rendimiento. Tiempo espacial óptimo para reacciones en serie en RCTA y RFP. Tiempo óptimo de reacción en RDTA. Comparación de RCTA y RFP. Selección del tipo de reactor y condiciones de la alimentación para reacciones en paralelo: reacciones con uno o varios reactivos.

#### TEMA 4. FUNCIONAMIENTO ESTACIONARIO DE REACTORES IDEALES NO ISOTERMOS

Balance de energía en RCTA: reactores adiabáticos y reactores ni isotermos ni adiabáticos. Métodos de Levenspiel y de Aris: unicidad o multiplicidad de estados estacionarios para reacciones simples (endotérmicas y exotérmicas) y múltiples. Sensibilidad paramétrica. Optimización de RCTA. Optimización de RCTA en serie. Balance de energía en RDTA: reactores adiabáticos y reactores ni isotermos ni adiabáticos. Balance de energía en RFP: reactores adiabáticos y reactores ni isotermos ni adiabáticos. Optimización de RFP.

---

## TEMA 5. FUNCIONAMIENTO NO ESTACIONARIO DE REACTORES IDEALES

Estudio simplificado de la etapa de arranque de RCTA: llenado y aproximación al estado estacionario. Estabilidad de RCTA ante pequeñas perturbaciones de los parámetros de operación. Estudio general de la estabilidad de RCTA: construcción del plano de fases xA-T. Sensibilidad paramétrica de RFP.

## TEMA 6. FLUJO NO IDEAL

Funciones de distribución de tiempo de residencia (DTR). Determinación de las funciones DTR mediante el uso de técnicas estímulo-respuesta. Señales de entrada en impulso y escalón: funciones E(t) y F(t), y  $\bar{t}$ . Las funciones E(t) y F(t) en RCTA y RFP. Modelos físico-matemáticos para flujo no ideal: modelos de un parámetro y modelos combinados. Modelo de tanques en serie. Flujo con dispersión axial Flujo con dispersión radial. Tanques agitados con cortocircuito. Tanques agitados con volumen muerto. Combinación de RCTA con intercambio. Otros modelos.

## TEMA 7. REACTORES CATALITICOS HETEROGENEOS I

Velocidad de reacción. Efecto de la transferencia de materia sobre la velocidad de reacción: ecuación cinética global. Transporte externo de materia: coeficiente individual de transferencia de materia. Transporte interno de materia: factor isoterma de utilización. Transporte externo de materia y energía. Transporte interno de materia y energía.

## TEMA 8. REACTORES CATALITICOS HETEROGENEOS II

Reactores de lecho fijo. Modelo básico unidimensional. Modelo unidimensional con dispersión axial. Modelo bidimensional. Reactores de lecho fluidizado: modelo de Kunii y Levenspiel. Reactores trifásicos Reactores de lecho percolador (Trickle bed) y de lecho suspendido (Slurry).

## TEMA 9. REACTORES FLUIDO SÓLIDO NO CATALITICOS

Tipos de reactores. Cinética de reacciones fluido sólido no catalíticas. Determinación del mecanismo controlante. Diseño de reactores con sólidos de tamaño constante: modelo de núcleo sin reaccionar. Diseño de reactores con sólidos de varios tamaños. Diseño de reactores con arrastre de sólidos.

## TEMA 10 REACTORES GAS-LIQUIDO

Tipos de reactores. Transferencia de materia con reacción química. Elección del tipo de reactor. Diseño de reactores gas-líquido.

---

### Programa Práctico

Esta asignatura no tiene asignados créditos prácticos de laboratorio. No obstante, algunos de sus contenidos se trabajan en las asignaturas "Experimentación en Ingeniería Química I y II"

---

### Evaluación

Como ya se ha indicado, se empleará un método de evaluación continua que incluye las siguientes actividades:

- A) Exámenes parciales, a realizar en horario de clase
- B) Trabajos, a realizar en grupo
- C) Un examen final

Las actividades incluidas en el apartado A aportan el 20% de la calificación final, las del apartado B el 30% y las del C el 50% restante. Quienes lo prefieran podrán realizar únicamente el examen final; en este caso se calificará sobre 10. Eso sí, quienes inicialmente opten por el método de evaluación continuada no podrán pasarse posteriormente al otro.

---

### Bibliografía

H. S. Fogler. Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. Tercera Edición, 2001. Prentice Hall

---