

## 1. IDENTIFICACION

**Materia:** **INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS HETEROGENEOS**

**Códigos:** **SIRE: 6067 EIQ: IQ-ET03**

**Prelación:** **IQ-5027, IQ-5017**

**Ubicación:** **Electiva**

**TPLU:** **2-2-1-3**

**Condición:** **Electiva**

**Departamento:** **Operaciones Unitarias y Proyectos**

## 2. JUSTIFICACION

*Los reactores heterogéneos se han usado ampliamente en muchos procesos industriales. Estos procesos son: la Industria Química, Petrolera, Farmacéutica, Biológica, de Polimerización y en el despojamiento de gases y líquidos contaminados, muy comúnmente aplicado a la protección del medio ambiente. La catálisis que es el fenómeno que gobierna las reacciones heterogéneas ha tenido gran influencia en el desarrollo de la industria de contacto. A principios del siglo pasado el Químico Oswald profetizó “El conocimiento científico y el control de fenómenos catalíticos llevarán a resultados incalculables en el desarrollo de procesos tecnológicos”- De hecho, hoy en día no hay proceso químico donde no intervenga la catálisis y por ende relacionanda al dimensionamiento y funcionamiento del reactor. Si el área de trabajo es la industria donde interviene un proceso reactivo heterogéneo, el ingeniero químico debe tener el conocimiento y habilidad de manejar y analizar los problemas presentes y así, lograr obtener la mejor eficiencia del reactor con resultados económicos favorables. Se desea que el estudiante se familiarice con los conceptos relativos a la catálisis, dimensionamiento y funcionamiento de reactores heterogéneos. Estos conceptos sólo se presentan al estudiante durante su carrera en esta materia. Debido a la gran versatilidad en cuanto al campo de trabajo del ingeniero químico, esta herramienta auxiliar lo ayudará a destacarse de otros en su campo profesional.*

## 3. REQUERIMIENTOS

*Conocimientos de cinética química, termodinámica, análisis numérico y catálisis.*

## 4. OBJETIVOS

### **GENERALES**

*Dimensionar el reactor en el cual ocurre una reacción química en fase heterogénea.*

## **ESPECIFICOS**

- *Conocer las características, composición, preparación y caracterización de los catalizadores sólidos.*
- *Describir las etapas por las cuales sucede una reacción química y definir su etapa limitante.*
- *Identificar las formas de desactivación de un catalizador.*
- *Establecer los parámetros más importantes que influyen en el comportamiento fluidodinámico del reactor.*
- *Dimensionar el reactor heterogéneo.*

## **5. CONTENIDO PROGRAMATICO**

### **CAPITULO 1. CONCEPTOS.**

*Definición de Catalizador: Catálisis Homogénea, Catálisis Heterogénea. Relación entre catálisis y cinética. Termodinámica de reactores. Variables que afectan la velocidad de reacción: Temperatura, concentración y presión.*

### **CAPITULO 2. EL CATALIZADOR**

*Clasificación: Metales, óxidos metálicos, sales metálica. Características: Actividad, selectividad, estabilidad, morfología, resistencia mecánica, características térmicas y regenerabilidad. Composición: El agente activo, soporte y promotores. Preparación y caracterización de catalizadores: catalizadores másicos, métodos de preparación, criterios para la selección y métodos de análisis de un catalizador*

### **CAPITULO 3. ETAPAS DE UNA REACCION QUIMICA.**

*Fundamentos: Adsorción, desorción y reacción química. Desarrollo de ecuación de velocidad: Mecanismos y etapas limitantes. Desactivación de catalizadores: Envejecimiento, sinterización y envenenamiento. Efectos de difusión externa: Definiciones, Ley de Fick, resistencia externa a la transferencia de masa, reacciones limitadas por transferencia de masa y correlaciones. Efectos de difusión interna y reacción: Ecuaciones que rigen la difusión y reacción. Módulo de Thiele, factor de efectividad interna, factor de efectividad global, criterios para detectar que etapa limita la velocidad.*

### **CAPITULO 4. REACTORES MULTIFASICOS.**

*Clasificación. Características más importantes. Aplicaciones. Selección del tipo de reactor.*

### **CAPITULO 5. REACTORES "SLURRY". COLUMNA DE BURBUJA.**

*Fundamentos. Regímenes de flujo. Suspensión de partículas del catalizador. Retención del gas (Hold up). Tamaño de burbuja. Transferencia de masa gas-líquido.*

*Transferencia de masa líquido-sólido. Difusión interna y reacción. Etapa limitante. Dispersión axial. Transferencia de calor. Dimensionamiento del reactor.*

#### **CAPITULO 6. REACTOR TRIFÁSICO DE LECHO FLUIDIZADO.**

*Fundamentos. Lecho fluidizado líquido-sólido. Regímenes de flujo. Contracción del lecho. Retención del gas y el líquido. Diámetro de burbuja. Arrastre de partículas. Transferencia de masa gas-líquido. Transferencia de masa líquido-sólido. Dispersión axial. Transferencia de calor. Dimensionamiento.*

#### **CAPITULO 7. REACTOR DE GOTERA (TRICKLE BED).**

*Fundamentos. Regímenes de flujo. Caída de presión. Retención de líquido. Etapas de reacción. Transporte de masa del gas a la interface G-L. Transferencia de masa gas-líquido en corriente y contracorriente. Equilibrio en la interfase. Transferencia de masa líquido-sólido. Difusión y reacción dentro del sólido. Etapa limitante. Dispersión axial. Mojabilidad parcial. Transferencia de calor. Dimensionamiento.*

#### **CAPITULO 8. REACTOR DE LECHO FIJO CON FLUJO COCORRIENTE ASCENDENTE.**

*Fundamentos. Regímenes de flujo Caída de presión. Retención gas-líquido. Transferencia de masa gas-líquido y líquido-sólido. Mezclado axial. Transferencia de calor. Dimensionamiento.*

#### **CAPITULO 9. REACTOR SLURRY AGITADO MECÁNICAMENTE.**

*Fundamentos. Suspensión de partículas. Consumo de potencia. Retención de gas. Diámetro de burbujas. Transferencia de masa gas-líquido y líquido-sólido. Dimensionamiento.*

#### **CAPITULO 10. REACTORES BIOLÓGICOS.**

*Introducción. Clasificación. Parámetros de diseño: Balance de masa y energía, datos termodinámicos, cinética de reacción, modos de operación. Modelado: Modelos cinéticos, modelos de reacción, acoplamientos entre el modelo cinético y modelo de reactor. Aplicaciones.*

## **6. METODOLOGIA.**

*Clases magistrales a razón de 2 horas teóricas, 2 de práctica y una de laboratorio semanal.*

*Elaboración de trabajos y/o prácticas de laboratorio.*

*Seminarios y charlas por parte de estudiantes o invitados.*

**7. RECURSOS.**

*Uso de transparencias, diapositivas, prácticas de laboratorio e información de internet..*

*Uso de software (TK Solver, Excel, Math-Lab) para el diseño del reactor.*

**8. EVALUACION**

*3 parciales prácticos (75%)*

*Un trabajo especial que consiste en el diseño de un reactor señalado (25%).*

**9. BIBLIOGRAFIA.**

*Bayley, E.J. & Ollas, D.F. "Biochemical Engineering Fundamentals". Mc Graw Hill, 1977.*

*Blanco L y Linarte R. "Catálisis: Fundamentos y Aplicaciones Industriales". Ed. Trillas.*

*Denbigh, K.G. & Turner, J.C.N. "Introducción a la Teoría de los Reactores Químicos". Limusa, 1990.*

*Rose, L.M. "Chemical Reactor Design in Practice". Ed. Elsevier.*

*Nauman, E.B. "Chemical Reactor Design". Drieger Publishing Company.*

*Smith, J.M. "Chemical Engineering Kineticle". Mc Graw Hill. 1970.*

*"Scale-Up Metholology for Chemical Process". Euzen, J.P. y Trambouze, P. Editions Technip, 1993.*

*Ramachandran, P.A. y Chaudhari, R.U. "Three-phase Catalytic Reactor". Gordon and Beach Science Publishers.*

**10. VIGENCIA**

*Desde: Semestre B - 2001*