

## **REACTORES**

### **Materia optativa de la Carrera**

**Duración:** 128 horas de clases (8 hs/semana repartidas en clases teóricas, de problemas, seminarios y prácticas de laboratorio, de planta piloto y de simulación)

### **Objetivo:**

Profundizar los conocimientos de los graduados de la Lic. en Ciencias Químicas sobre los temas de diseño de reactores abordados en la materia química industrial; extensión al diseño de reactores heterogéneos, catalíticos y no-catalíticos, y al diseño de biorreactores.

### **Contenidos Básicos:**

Reactores que se emplean en laboratorios y plantas de industrias químicas y relacionadas: profundización de los conceptos abordados en la materia química industrial. Reactores ideales y no ideales. Distribución de tiempos de residencia. Modelos de flujo que representan reactores que se apartan del comportamiento ideal. Procesos heterogéneos catalíticos y no catalíticos (reacciones fluido-fluido y fluido-sólido): factores que afectan la velocidad de la reacción, modelos y expresiones cinéticas, factor de efectividad. Configuraciones de reactores heterogéneos. Biorreactores: discontinuos de volumen constante y alimentados, y de flujo continuo.

### **Programa Analítico:**

#### **Unidad 1**

Introducción - Reactores ideales

Revisión de los conceptos de diseño de reactores ideales: tipos de reactores, clasificación según la forma de operación. Modelos de flujo de reactores ideales, influencia sobre la conversión y la selectividad. Reactores no-isotérmicos: ecuaciones de diseño. Puntos calientes.

#### **Unidad 2**

Reactores no ideales. Macromezclado y micromezclado, segregación. Modelos de flujo para describir desviaciones de la idealidad: modelo de Cholette y Cloutier; modelo de flujo pistón disperso; modelo de tanques en serie. Métodos experimentales para caracterizar las desviaciones de la idealidad: distribución de tiempos de residencia. TP: determinación de curvas de distribución de tiempos de residencia para un reactor escala banco.

#### **Unidad 3**

Reacciones y reactores heterogéneos no catalíticos: Reacciones fluido-fluido. Evaluación de la velocidad de la reacción en distintas condiciones. Reacciones gas-líquido: absorción con reacción química. Factor de incremento (“enhancement factor”) con respecto a la absorción sin reacción. Número de Hatta. Reactores gas-líquido: columnas de burbujeo y reactores de arrastre. TP: observación de regímenes de flujo en una columna de burbujeo.

#### **Unidad 4**

Reacciones y reactores heterogéneos no catalíticos: Reacciones fluido-sólido. Expresiones cinéticas: modelos de frente móvil y del núcleo sin reaccionar. Reactores de lecho fijo y de lecho fluidizado. TP: 1) determinación de la pérdida de carga y de la porosidad de un

lecho fijo. 2) determinación de la velocidad de mínima fluidización en un lecho fluidizado y observación de los distintos regímenes de flujo.

### **Unidad 5**

Reacciones y reactores heterogéneos catalíticos. Estructura y propiedades de un catalizador sólido. Velocidad de la reacción en sistemas catalizados por sólidos. Factor de efectividad. Efectos térmicos. Desactivación. Reactores catalíticos bifásicos y trifásicos de lecho fijo y de lecho en suspensión. TP: determinación del holdup de líquido en un reactor trifásico de lecho fijo y observación de los distintos regímenes de flujo.

### **Unidad 6**

Biorreactores. Cinética de reacciones de procesos biotecnológicos. Reacciones enzimáticas homogéneas y heterogéneas. Cinética y estequiometría para representar el crecimiento de biomasa. Ecuaciones de diseño de biorreactores. Reactores discontinuos de volumen constante y alimentados. Reactores de flujo continuo: factor de dilución, lavado, productividad, reactores múltiples, reciclado. Reactores comúnmente empleados para procesos biotecnológicos.

### **Bibliografía**

General:

- Essentials of Chemical Reaction Engineering, H. S. Fogler, Pearson Education, International Ed. (2011)
- Ingeniería de las Reacciones Químicas (Edición en español), O. Levenspiel, Reverté (2008)
- Chemical Reaction Engineering, O. Levenspiel, John Wiley & Sons, New York, 3rd edition (1999).
- Cinética de las Reacciones Químicas, José F. Izquierdo, F. Cunill, J. Tejero, M. Iborra, C. Fité, Ed. Universidad de Barcelona, España (2004)
- Chemical Reactor Analysis and Design, G. F. Froment, K. B. Bischoff, John Wiley & Sons, Inc., USA, 3ra ed (2011)
- Bioprocess Engineering: Basic Concepts. M. L. Shuller, F. Kargi, Prentice Hall (2002)
- Bioprocess Engineering Principles 2da Ed., P. Doran, Academic Press-Elsevier, Reino Unido (2013)
- Bioreaction Engineering Principles 3ra Ed., J. Villadsen, J. Nielsen, G. Lidén, Springer (2011)

Específica:

- Multiphase chemical reactors: theory, design, scale-up, A. Gianetto, P.L. Silveston, G. Baldi, Hemisphere Pub. Corp. (1986)
- Three-phase catalytic reactors, P.A. Ramachandran, R.V. Chaudhari, Gordon and Breach Science Publishers (1983)
- Gas-liquid-solid fluidization engineering, L.S. Fan, Butterworths (1989)
- Trickle Bed Reactors: Reactor Engineering & Applications, V.V. Ranade, R. Chaudhari, P.R. Gunjal, Elsevier, (2011)
- Multiphase bioreactor design. J. Cabral (ed.); M. Mota (ed.); J. Tramper (ed.), London: Taylor & Francis (2001)

Artículos de revisión y Tesis de Doctorado sobre reactores multifásicos y biorreactores.

**Puntaje propuesto** : 5 puntos

**Correlativas:** Química Industrial (TP)