



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA  
EN INGENIERÍA QUÍMICA**



<b>PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE:</b>				
<b>REACTORES QUÍMICOS HOMOGÉNEOS</b>				
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA</b>				
<b>MODALIDAD:</b>	Curso			
<b>TIPO DE ASIGNATURA:</b>	Teórica			
<b>SEMESTRE EN QUE SE IMPARTE:</b>	Séptimo			
<b>CARÁCTER DE LA ASIGNATURA:</b>	Obligatoria			
<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	8			
<b>HORAS A LA SEMANA:</b>	4	<b>Teóricas:</b> 4	<b>Prácticas:</b> 0	<b>Semanas de clase:</b> 16
				<b>TOTAL DE HORAS:</b> 64
<b>SERIACIÓN:</b>	Si ( <input checked="" type="checkbox"/> )	No ( <input type="checkbox"/> )	Obligatoria ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Indicativa ( <input type="checkbox"/> )
<b>SERIACIÓN ANTECEDENTE:</b>	Cinética Química y Catálisis Seriación por bloques. Haber aprobado por lo menos el 80% de las asignaturas de los 6 primeros semestres			
<b>SERIACIÓN SUBSECUENTE:</b>	Reactores Químicos Heterogéneos			

**OBJETIVO GENERAL**

Al finalizar el curso el alumno deberá ser capaz de:

Aplicar los modelos matemáticos de la cinética química y los balances infinitesimales de materia y energía para el diseño y especificación de las condiciones de operación de reactores por lotes (batch) y de reactores ideales de flujo en pistón y mezcla completa.

**ÍNDICE TEMÁTICO**

<b>UNIDAD</b>	<b>TEMAS</b>	<b>Horas Teóricas</b>	<b>Horas prácticas</b>
1	Fundamentos de Diseño de Reactores Ideales.	8	0
2	Diseño de Sistemas de Reactores Ideales para Reacciones Elementales en Régimen Isotérmico.	12	0
3	Diseño de Sistemas de Reactores Ideales para Reacciones Múltiples en Régimen Isotérmico.	12	0
4	Diseño de Reactores Ideales para Operaciones en Régimen no Isotérmico	10	0
5	Reactores no Ideales. No Idealidades Hidrodinámicas y Modelos de Contacto	10	0

6	Reactores Químicos Homogéneos con Flujo en Régimen Laminar	6	0
7	Rapidez de Mezclado, Segregación y Distribución de Tiempos de Residencia para Reactores	6	0
	<b>TOTAL DE HORAS TEÓRICAS</b>	<b>64</b>	<b>0</b>
	<b>TOTAL DE HORAS PRÁCTICAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	<b>TOTAL DE HORAS</b>	<b>64</b>	

## CONTENIDO TEMÁTICO

---

### 1. FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE REACTORES IDEALES.

- 1.1. Introducción.
- 1.2. Interpretación de los datos cinéticos experimentales obtenidos de un reactor continuo
  - 1.2.1. Reactores continuos de volumen constante.
  - 1.2.2. Reactores continuos de volumen variable.
  - 1.2.3. Método integral de análisis de datos.
  - 1.2.4. Método diferencial de análisis de datos.
- 1.3. Fundamentos de diseño de reactores ideales. Balances de materia y energía.
- 1.4. Clasificación de los reactores químicos ideales.
  - 1.4.1. Reactores de procesamiento por lotes.
  - 1.4.2. Reactores de flujo continuo de tanque perfectamente agitado.
  - 1.4.3. Reactores de flujo continuo de flujo en pistón.
- 1.5. Ecuaciones de diseño para régimen isotérmico de reactores ideales.
  - 1.5.1. Reactores de procesamiento por lotes.
  - 1.5.2. Reactores ideales de mezcla completa.
  - 1.5.3. Reactores ideales de flujo en pistón.
- 1.6. Ejercicios

### 2. DISEÑO DE SISTEMAS DE REACTORES IDEALES PARA REACCIONES ELEMENTALES EN RÉGIMEN ISOTÉRMICO.

- 2.1. Comparación de tamaño entre reactores de flujo continuo, CSTR y PFR
- 2.2. Optimización del tamaño de un reactor.
- 2.3. Optimización de la conversión y la producción.
- 2.4. Sistemas de reactores múltiples.
  - 2.4.1. PFR's conectados en serie y/o paralelo.
  - 2.4.2. CSTR's conectados en serie y/o paralelo.
  - 2.4.3. PFR's y CSTR's conectados en serie.
- 2.5. Reactores con recirculación.
- 2.6. Ejercicios.

### 3. DISEÑO DE SISTEMAS DE REACTORES IDEALES PARA REACCIONES MÚLTIPLES EN RÉGIMEN ISOTÉRMICO.

- 3.1. Estudio de la cinética de las reacciones múltiples en un reactor discontinuo de volumen constante.
  - 3.1.1. Reacciones en paralelo.
  - 3.1.2. Reacciones en serie.
  - 3.1.3. Reacciones en serie-paralelo.
- 3.2. Diseño de reactores para reacciones en serie.
  - 3.2.1. Estudio cualitativo acerca de la distribución del producto.
  - 3.2.2. Estudio cuantitativo a cerca de la distribución del producto y el tamaño del reactor.
- 3.3. Diseño de reactores para reacciones en paralelo.
  - 3.3.1. Estudio cualitativo acerca de la distribución del producto.
  - 3.3.2. Estudio cuantitativo a cerca de la distribución del producto y el tamaño del reactor. Selectividad.
- 3.4. Diseño de reactores para reacciones en serie-paralelo.
- 3.5. Ejercicios.

#### **4. DISEÑO DE REACTORES IDEALES PARA OPERACIONES EN RÉGIMEN NO ISOTÉRMICO.**

- 4.1. Reacciones simples.
  - 4.1.1. Construcción de gráficas de velocidad-conversión-temperatura a partir de los datos cinéticos.
  - 4.1.2. Trayectoria térmica óptima.
  - 4.1.3. Operaciones adiabáticas.
  - 4.1.4. Diseño óptimo de reactores por etapas.
- 4.2. Reacciones múltiples.
- 4.3. Variación de la distribución del producto y tamaño del reactor con la temperatura.
- 4.4. Ejercicios.

#### **5. REACTORES NO IDEALES. NO IDEALIDADES HIDRODINÁMICAS Y MODELOS DE CONTACTO.**

- 5.1. Fundamentos de flujo no ideal.
  - 5.1.1. Distribución de tiempos de residencia.
  - 5.1.2. Cálculo de la conversión mediante la distribución de tiempos de residencia.
- 5.2. Modelos multicompartimentales.
- 5.3. Modelo de dispersión.
  - 5.3.1. Dispersión axial.
  - 5.3.2. Correlaciones para la dispersión axial.
  - 5.3.3. Reacción química y dispersión.
- 5.4. Modelo de tanques en serie.
  - 5.4.1. Experimentos de respuesta de pulso y distribución de tiempos de residencia.
  - 5.4.2. Cálculo de la conversión mediante el modelo de tanques en serie
- 5.5. Método de Montecarlo.
- 5.6. Ejercicios.

## 6. REACTORES QUÍMICOS HOMOGÉNEOS CON FLUJO EN RÉGIMEN LAMINAR.

- 6.1. El modelo de reacción-difusión-convección.
- 6.2. Distribución de tiempos de residencia en reactores de flujo laminar.
- 6.3. Conversión en reactores de flujo en régimen laminar.
- 6.4. Ejercicios.

## 7. RAPIDEZ DE MEZCLADO, SEGREGACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE RESIDENCIA PARA REACTORES.

- 7.1. Mezcla de un solo fluido.
- 7.2. Mezcla de dos fluidos miscibles.
- 7.3. Aplicación de los modelos de segregación y mezclado.
- 7.4. Ejercicios.

## BIBLIOGRAFÍA

---

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Belfiore, L. A. Transport phenomena for chemical reactor design. J. Wiley. New York. 2003.
- Fogler, S. Elementos de Ingeniería de las reacciones químicas. 3ª ed. Prentice Hall. México. 2000.
- Harriott, P. Chemical reactor design, CRC Press. New York. 2002.
- Levenspiel, O. Ingeniería de las reacciones químicas. John Wiley & Sons. Nueva York. 2008.
- Levenspiel, O. El Omnilibro de los Reactores Químicos. Reverté. 2008.
- Ranade, V. V. Computational flow modeling for chemical reactor engineering. San Diego: Academic. San Diego. 2002.
- Couper, J. Chemical process equipment: Selection and design. 2<sup>nd</sup> ed. Gulf Professional Publishing. 2009.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Logan, S. R. Fundamentos de cinética química. Pearson Education, México, 2000
- Nauman, E. B. Chemical Reactor Design, Optimization and Scaleup. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley-AIChE. 2008.

### CIBERGRAFÍA:

- <http://ocw.uc3m.es/ciencia-e-oin/quimica-de-los-materiales/Material%20de%20clase/tema-5.-cinetica-quimica-termodinamica-y-equilibrio-iii>
- <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/12703/1/APUNTS%20DE%20REACTORS%20QU%C3%8DMICS.pdf>

- [http://depa.pquim.unam.mx/amyd/archivero/sistemasdereactores\\_9349.pdf](http://depa.pquim.unam.mx/amyd/archivero/sistemasdereactores_9349.pdf)
- [http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/10-37-chemical-and-biological-reaction-engineering-spring-2007/lecture-notes/lec05\\_02212007\\_g.pdf](http://ocw.mit.edu/courses/chemical-engineering/10-37-chemical-and-biological-reaction-engineering-spring-2007/lecture-notes/lec05_02212007_g.pdf)
- <http://www.fing.edu.uy/iq/maestrias/DisenioReactores/materiales/notas1.pdf>
- <http://www.fing.edu.uy/iq/reactores/cursos/irq2/materiales/noisot.pdf>

### **SUGERENCIAS DIDACTICAS RECOMENDADAS PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA**

<b>SUGERENCIAS DIDACTICAS</b>	<b>UTILIZACIÓN EN EL CURSO</b>
Exposición oral	X
Exposición audiovisual	X
Actividades prácticas dentro de clase	
Ejercicios fuera del aula	X
Seminarios	
Lecturas obligatorias	X
Trabajo de investigación	X
Prácticas de Taller	
Formulación de algoritmos computacionales	X
Otras:	

### **MECANISMOS DE EVALUACIÓN.**

<b>ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EVALUAR EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE</b>	<b>UTILIZACIÓN EN EL CURSO</b>
Exámenes parciales	X
Examen final	X
Trabajos y tareas fuera del aula	X
Exposición de seminarios por los alumnos.	
Participación en clase	X
Asistencia	

<b>PERFIL PROFESIOGRÁFICO REQUERIDO PARA IMPARTIR LA ASIGNATURA</b>			
LICENCIATURA	POSGRADO	ÁREA INDISPENSABLE	ÁREA DESEABLE
Ingeniería Química			Ingeniería de Reactores
Con experiencia docente			