

**PROGRAMA DE ESTUDIO**

Nombre de la asignatura: CATÁLISIS Y REACTORES HETEROGÉNEOS						
Clave:PRC01		Ciclo Formativo: Básico () Profesional () Especializado (X)				
Fecha de elaboración: MARZO DE 2015						
Horas Semestre	Horas semana	Horas de Teoría	Horas de Práctica	Créditos	Tipo	Modalidad
64	4	4	0	8	Teórica (X) Teórica-práctica () Práctica ()	Presencial (X) Híbrida ()
Semestre recomendado: A PARTIR DE SÉPTIMO SEMESTRE					Requisitos curriculares: Ninguno	
Programas académicos en los que se imparte: I.Q.						
Conocimientos y habilidades previos: El alumno deberá tener los conocimientos fundamentales de Termodinámica Química, Cinética Química y Catálisis. Asimismo, deberá ser capaz de resolver problemas de balance de masa y energía que involucren reacciones químicas, y ser capaz de aplicar los métodos numéricos para la solución de problemas de ingeniería.						

1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA:

La asignatura presenta los conceptos básicos de la catálisis y reactores heterogéneos, puesto que más del 90% de los procesos químicos industriales utilizan un catalizador y un reactor. Sobre la base de conceptos de Química Inorgánica (los catalizadores heterogéneos son materiales inorgánicos), se prepara al alumno para comprender la relación entre ciencia y tecnología. La asignatura describe los principios generales de la catálisis heterogénea y aplicaciones industriales más importantes.

2. CONTRIBUCIÓN DE LA ASIGNATURA AL PERFIL DE EGRESO

Proporciona los conocimientos necesarios para expresar la velocidad de una reacción, determinando expresiones cinéticas tanto en condiciones estáticas como en flujo en términos de variables de proceso: precisión, temperatura y composición. Además la velocidad de reacción permite no sólo obtener información del sistema reaccionante, sino también sobre el efecto de las variables de operación en el comportamiento, selección y diseño de reactores heterogéneos catalíticos

3. CONTROL DE ACTUALIZACIONES

Fecha	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
MARZO 2015	M.C. Miguel Aguilar Cortes Dr. Roberto Flores Velázquez	Emisión del documento



4. OBJETIVO GENERAL

Familiarizar al alumno con las técnicas y metodologías necesarias para que analice y desarrolle las interrelaciones que existen entre los principios de conservación de masa y energía, la termodinámica química, y la cinética química para establecer un modelo de reactor de acuerdo a las características y condiciones de operación del mismo, así como de las necesidades de una planta química.

5. COMPETENCIAS GENÉRICAS y/o TRANSVERSALES AL MODELO UNIVERSITARIO

Generación y aplicación de conocimiento	Aplicables en contexto
<p>Aprende de forma autónoma por medio de la construcción y análisis de simulación de procesos.</p> <p>Piensa de manera crítica y reflexiva los procesos a simular.</p> <p>Abstrae y analiza líneas de espera, procesos químicos por medio de la simulación.</p> <p>Investiga los sistemas y/o procesos a simular.</p> <p>Usa tecnologías de la información para la simulación.</p> <p>Busca, procesa y analiza la información de los sistemas de líneas de espera y de las operaciones unitarias y procesos químicos para su simulación</p>	<p>Desarrolla la habilidad para el trabajo en equipo de acuerdo a las características de los problemas planteados en el curso.</p> <p>Aplica los conocimientos previos de las áreas de matemáticas, programación, operaciones unitarias, balance de materia y energía, diseño de equipo, de reactores para su modelado y simulación.</p> <p>Formula modelos matemáticos para su simulación.</p> <p>Identifica y plantea algoritmos de los modelos matemáticos para su simulación.</p> <p>Toma decisiones de acuerdo a la respuesta de la simulación.</p>
Sociales	Éticas
<p>Organiza y planifica el tiempo para el desarrollo de las prácticas y proyectos.</p> <p>Aprende a trabajar en equipo durante el desarrollo de proyectos</p>	<p>Plantea soluciones por medio de la simulación para la preservación del medio ambiente.</p> <p>Realiza experimentos que ayuden a mejorar la calidad de los procesos químicos y soluciones éticas por medio de la simulación de procesos.</p>

6. CONTENIDO TEMÁTICO

UNIDAD	TEMA	SUBTEMA
1	Catalizadores sólidos	<p>1.1 Teorías de la catálisis heterogénea</p> <p>1.2 Clasificación de los catalizadores</p> <p>1.3 Preparación de los catalizadores</p> <p>1.4 Caracterización de los catalizadores</p>
2	Ecuaciones de velocidad para reacciones catalíticas fluido-sólido	<p>2.1 Velocidades de adsorción, desorción, y reacción superficial</p> <p>2.2 Isotermas de adsorción</p> <p>2.3 Análisis cualitativo y cuantitativo de</p>



		ecuaciones de velocidad 2.4 Interpretación cuantitativa de los datos cinéticos
3	Procesos de transporte en reacciones heterogéneas con catalizadores porosos	3.1 Coeficientes de transferencia de masa: fluido-partícula, burbuja gaseosa-líquido, líquido-partícula 3.2 Transferencia inter-granular de masa 3.3 Transferencia de masa durante la reacción 3.4 Efecto del transporte interno sobre la selectividad y el envenenamiento.
4	Diseño de reactores catalíticos heterogéneos	4.1 Reactores de lecho fijo 4.2 Reactores de lecho fluidificado 4.3 Reactores de suspensión 4.4 Reactores de lecho percolador

7. UNIDADES DE COMPETENCIAS DISCIPLINARES

Unidad 1: Catalizadores sólidos		
Competencia de la unidad: Conoce las características generales de los reactores catalíticos heterogéneos, así como sus semejanzas y diferencias con respecto a los reactores homogéneos.		
Objetivos de la unidad: Revisar las diversas teorías que establecen cómo se desarrolla una reacción química en un catalizador sólido. Clasificar a los catalizadores de acuerdo a sus propiedades físicas y químicas, así como a sus aplicaciones industriales. Estudiar los métodos de preparación convencionales de catalizadores sólidos, los componentes de un catalizador, y las propiedades que le confiere cada uno de los elementos que lo integran. Conocer las técnicas de caracterización de los catalizadores que proporcionan información acerca de sus propiedades químicas, físicas, estructurales, superficiales y morfológicas		
Elementos de Competencia Disciplinar		
Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Teorías de la catálisis heterogénea, clasificación, preparación y caracterización de los catalizadores	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas• Pensamiento crítico• Capacidad para tomar decisiones	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Emprendedor• Atención al entorno• Emprendedor• Interés
Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, lluvia de ideas		Recursos didácticos: Proyector digital, artículos científico

**Unidad 2: Ecuaciones de velocidad para reacciones catalíticas fluido-sólido**

Competencia de la unidad: Analiza los procesos físicos asociados a los fenómenos de superficie, así como la cinética de reacciones catalíticas

Objetivos de la unidad: Estudiar las etapas en las que se realiza una reacción catalítica heterogénea. Analizar las características de las diferentes isothermas de adsorción: Langmuir, Tempkin. Desarrollar el modelo de la ecuación de velocidad de reacción dependiendo de la etapa controlante del proceso. Identificar la etapa controlante del proceso a partir de los datos cinéticos experimentales

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Velocidades de adsorción, desorción, y reacción superficial. Isothermas de adsorción, análisis cualitativo y cuantitativo de ecuaciones de velocidad. Interpretación cuantitativa de los datos cinéticos.	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas.• Pensamiento crítico.• Solución de problemas.• Toma de decisiones.• Capacidad para tomar decisiones.• Capacidad de identificar y resolver problemas.• Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Proactivo• Respetuoso• Responsabilidad• Honestidad• Emprendedor
Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, lluvia de ideas		Recursos didácticos: Proyector digital, artículos científico

Unidad 3: Procesos de transporte en reacciones heterogéneas con catalizadores porosos

Competencia de la unidad: Analiza los diferentes modelos asociados a las diferentes fases presentes en un reactor catalítico heterogéneo

Objetivos de la unidad: Determinar los coeficientes de transferencia de masa para los procesos de transporte que existen en un reactor heterogéneo. Analizar los distintos procesos de transporte que ocurren en las reacciones heterogéneas que usan catalizadores porosos, y el efecto que éstos tienen sobre la selectividad y longevidad del catalizador

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Coeficientes de transferencia de masa: fluido-partícula, burbuja gaseosa-líquido, líquido-partícula. Transferencia intergranular de masa. Efecto del transporte interno sobre la selectividad y el envenenamiento	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas.• Solución de problemas.• Toma de decisiones.• Capacidad para tomar decisiones.• Capacidad de identificar y resolver problemas.	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Proactivo• Respetuoso• Responsabilidad• Honestidad• Emprendedor



Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, lluvia de ideas	Recursos didácticos: Proyector digital, artículos científico, computadora personal y software
---	--

Unidad 4: Diseño de reactores catalíticos heterogéneos

Competencia de la unidad: Analiza los diferentes reactores catalíticos heterogéneos asociados a las diferentes fases presentes en un reactor y establece las propiedades de operación

Objetivos de la unidad: Establecer las características de operación de los diferentes reactores catalíticos heterogéneos. Diseñar reactores catalíticos heterogéneos en base a sus condiciones de operación y los modelos establecidos en la literatura

Elementos de Competencia Disciplinar

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y Valores
Reactores de lecho fijo, lecho fluidificado, suspensión y de lecho percolador.	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de soluciones y alternativas.• Solución de problemas.• Toma de decisiones.• Capacidad para tomar decisiones.• Capacidad de identificar y resolver problemas•	<ul style="list-style-type: none">• Puntualidad• Proactivo• Respetuoso• Responsabilidad• Honestidad• Emprendedor
Estrategias de enseñanza: Presentación del profesor, lluvia de ideas	Recursos didácticos: Proyector digital, artículos científico, computadora personal y software	

8. EVALUACIÓN.

Documentos de referencia:

Reglamento General de Exámenes de la UAEM

Reglamento de la FCQel:

ARTÍCULO 80. -En las asignaturas teóricas y teórico-prácticas, la calificación que se asentará en el acta de examen ordinario será el promedio ponderado de mínimo 3 evaluaciones parciales y un examen de carácter departamental que incluya los contenidos temáticos de la asignatura. Cada evaluación parcial estará integrada por un examen parcial y las actividades inherentes a cada asignatura.



9. FUENTES DE CONSULTA.

Bibliografía básica:

Smith, J. M. (1993). Ingeniería de la Cinética Química, 3ª Edición, México, Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V.

Levespiel, O. (2004). Ingeniería de las Reacciones Químicas, 3ª Edición, México, Editorial Limusa.

Fogler, H. S. (2001). Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas, 3ª Edición, México, Prentice. Hall.

Bibliografía complementaria:

Missen, R. W.; Mims, C. A.; Saville, B. A. (1998) Chemical Reaction Engineering and Kinetics, USA, John Wiley & Sons, Inc.

Schmidt, L. D. (1998). The Engineering of Chemical Reactions, USA, Oxford University Press.

Hill, C. G. (1977). An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design, USA, John Wiley & Sons.

Tiscareño, L. F. (2008), ABC para Comprender Reactores Químicos con Multirreacción, México, Editorial Reverté.