



PROGRAMA CATÁLISIS

1.- **Carreras:** Ingeniería Química con orientaciones: Petroquímica y/o Mineralurgia

2.- **Año de Vigencia:** 2008

3.- **Carga Horaria:** 90 horas

4.- **Equipo de cátedra:**

Profesor Titular: Laura Elizabeth Najar

Ingeniera en Petroquímica y Mineralurgia
Especialista en Ingeniería Ambiental

Jefe de Trabajos Prácticos: Adriana Beatriz Guajardo

Ingeniera en Petroquímica y Mineralurgia
MSc en Gestión Ambiental

5.- OBJETIVOS GENERALES:

- Identificar el fenómeno catalítico, tanto a nivel microscópico como macroscópico.
- Establecer la importancia de los conceptos de Catálisis homogénea y heterogénea, en la industria química actual.
- Desarrollar los conceptos básicos de cinética química y fenómenos de transporte que conforman la cinética de las reacciones catalíticas heterogéneas.
- Definir las ecuaciones de diseño de un reactor catalítico en los procesos específicos

6.-CONTENIDOS

Unidad Temática Nº 1 - REACCIONES CATALÍTICAS – CATÁLISIS HOMOGÉNEA

- 1.1 Fundamentos de catálisis. Catalizadores. Naturaleza y mecanismos.
- 1.2 Catálisis homogénea. Catálisis en fase gaseosa.
- 1.3 Catálisis en fase líquida: Esterificación e hidrólisis de ésteres..
- 1.4 Catálisis ácido – base: Generalidades. Esterificación de ácidos y alcoholes. Halogenación en grupos carbonilos. Saponificación de ésteres..
- 1.5 Polimerización de olefinas. Inversión de azúcares. Mutarrotación de la glucosa. Disociación del peróxido de hidrógeno.
- 1.6 Catálisis enzimática: Generalidades. Catálisis enzimática. Inhibidores de enzimas



Unidad Temática Nº 2 - REACCIONES CATALÍTICAS – CATÁLISIS HETEROGÉNEA

- 2.1 Cinética de catálisis fluído-sólido. Etapas físico-químicas en una reacción catalítica heterogénea. Adsorción en superficies sólidas: Fisorción y Quimisorción.
- 2.2 Isotermas de adsorción Tipos de adsorción: el modelo de Langmuir. Modelo de adsorción física. Tipos de isotermas de fisorción.
- 2.3 Teoría de la adsorción en multicapas: Teoría de B.E.T. Otras Isotermas. Relevancia de la quimisorción en catálisis. Cinética y equilibrio de la quimisorción

Unidad Temática Nº 3: CATALIZADORES: PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN

- 3.1 Propiedades físicas de los catalizadores y de los lechos catalíticos. Determinación del área superficial. Volumen de huecos y densidad de sólidos. Distribución del volumen de poros. Método de penetración de mercurio. Método de desorción del nitrógeno.
- 3.2 Clasificación de catalizadores. Preparación. Promotores. inhibidores. Regeneración. Pérdida de actividad.

Unidad Temática 4: CINÉTICA DE REACCIONES CATALÍTICAS

- 4.1 Modelos cinéticos de reacciones catalíticas tipos de controles. Modelo de Huogen y Watson. Otros modelos.
- 4.2 Reacciones catalizadas por sólidos. Ecuación cinética:
- 4.3 Interpretación de datos cinéticos Etapas físicas y etapas químicas. Análisis cualitativo de ecuaciones y datos cinéticos. Transferencia ínterpartícula. Módulo de Thiele. Números adimensionales característicos.

Unidad Temática 5. REACTORES CATALÍTICOS - TRANSPORTE EXTERNO E INTERNO DE CALOR Y MASA

- 5.1 Transporte interno y externo de calor y masa en catalizadores porosos. Efectos de los procesos físicos sobre las velocidades de reacción globales. Correlaciones de transferencia de calor y masa. Cálculo de la diferencias de concentración - temperatura. Factor de efectividad.
- 5.2 Control difusional y velocidad de reacción. Caso isotérmico. Factor de efectividad en casos no isotérmicos.
- 5.3 Control difusional y selectividad. Reacciones independientes, paralelas y consecutivas.
- 5.4 Transporte de masa y calor en el exterior de catalizadores sólidos. Factores de efectividad externos.



5.5 interacción entre el transporte interno de calor y masa. Factor de efectividad. Caso isotérmico y no isotérmico.

5.6-.Factores de efectividad. Selectividad y envenenamiento de los catalizadores.

Unidad Temática 6. DISEÑO DE REACTORES CATALITICOS

6.1 - Transferencia intrapartícula.

6.2. Pérdida de actividad en catalizadores. Factores de efectividad. Selectividad y envenenamiento de los catalizadores. Regeneración del Catalizador

6.3. Reactores de laboratorio: homogéneos y heterogéneos. Interpretación de datos cinéticos. Ecuación cinética

6.4 Reactores de lecho fijo, fluidizado, de suspensión y percolador. Correlaciones de transporte de calor y masa. Construcción y operación. Modelos. Diseño.

7.-BIBLIOGRAFÍA

- LOGAN, S.R. Fundamentos de Cinética Química. Ed. Addison Wesley. 2000.
- GUERASIMOV, YA. Y OTROS, Curso de Química Física. Ed.MIR 1977
- AVERY, H.E, Cinética Química Básica y Mecanismos de Reacción. Ed. Reverté. 1997
- BREWSTER, R. Q; McEWEN, W.E., Química Orgánica, Ed. Prentice Hall, 1996.
- MORRISON, R. T.; BOYD, R. N.. "Química Orgánica". Ed: Addison – Wesley.
- WALAS.S.N. Cinética de las reacciones químicas. Aguilar 1965
- SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986.
- LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974.
- HOUGEN Y WATSON. Principio de los procesos químicos.-Tomo III, Cinética y catálisis. Ed. Géminis 1977.
- LEVENSPIEL, O. El Omnilibro de los reactores químicos. Ed Reveté 1986
- FROMENT,G. BISCHOFF,K. Chemical reactor analysis and design. Wiley Series in Chemical Engineering.
- RASE, H. Chemical reactor design for Process plants. Vol. 1 y 2. Ed. Wiley. 1977.
- SHERWOOD,T.; PIGFORD,R.;WILKE,CH.; Transferencia de Masa. Ed.Géminis. 1979.
- HINES, A; MADDOX, R.; Transferencia de masa, Fundamento y aplicaciones , Ed Prentice Hall.
- CARBERRY,J. Cinética de la Reacciones Químicas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963
- HILLAR,S.;CASTRO, A.; RAUSEI,D.; Procesos Unitarios. Dpto. Impresiones y Publicaciones F.I.Q., UNL. 1983
- CUNNINGHAM, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos de; Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978
- GONZALEZ VELASCO, J.R.; GONZALEZ MARCOS, J.A.; GONZALEZ MARCOS, M.P. ; GUTIERREZ ORTIZ. J.I. ; GUTIERREZ ORTIZ, M.A. ; Cinética Química Aplicada. Editorial Síntesis.1999
- SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001.
- Publicaciones técnicas: Hydrocarbon Processing ; Chemical Engineering; Ingeniería Química



8.- Actividades Teóricas:

- Clases teóricas expositivas-participativas. con utilización de materiales y recursos como tiza y pizarrón, transparencias, catálogos de equipos y revistas de divulgación científica.
- Aplicación de Investigación bibliográfica con temáticas específicas.
- Resolución de problemas abiertos. Con temas individuales de investigación y cronologías de presentación.

9.- Actividades Prácticas

Prácticos de Aula:

- Prácticos de Aula con explicación de las situaciones problemáticas y aplicaciones propuestas para el alumno, resolución con utilización de planillas de calculo (Micr. Excel)
- Aplicación de Investigación bibliográfica con temáticas específicas.
- Simulación de reacciones químicas y procesos, con análisis de respuestas a cambios de parámetros de diseño.
- Total de horas asignadas para el desarrollo de actividades prácticas: 40 horas cátedras.

Prácticos de Laboratorio:

Se realiza un Práctico experimental intercátedra de Catálisis homogénea con docentes del área de Microbiología sobre el tema específico de enzimas: estableciendo experiencias de:

- Enzimas estudiada: Amilasa
- Variación de la actividad enzimática con el pH.
- Variación de la actividad enzimática con el tiempo.
- Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática

10.- Metodología de Enseñanza:

Esta asignatura corresponde al Bloque de Tecnologías Aplicadas y se dicta en el segundo semestre de Cuarto año de la carrera de Ingeniería Química de las Especialización: en Petroquímica.

Las actividades de aprendizaje se organizan tomando en cuenta los contenidos de las correspondientes unidades y las sugerencias del equipo de cátedra y las expresadas por los alumnos en relación a los diferentes contenidos.

Estas actividades consistieron en: clases teóricas participativas, prácticas de aula, prácticos de laboratorio, investigaciones bibliográficas y en internet, entre otras.

Se analizan datos y se emiten conclusiones respecto a situaciones problemáticas prácticas presentadas en guías de trabajos prácticos, luego el alumno confecciona un informe del trabajo práctico realizado.

Se distribuyen temas de investigación y en forma individual se trabaja en la elaboración del documento correspondiente.

Con bibliografía específica se trabaja en la elaboración de un Esquema conceptual de definición de Cinéticas Catalíticas, llegando a desarrollo de una representación por grupo.

Se definen temas individuales de investigación de un proceso catalítico heterogéneo específico, caracterizando el catalizador y su forma de actuación. Cada alumno y mediante un



cronograma previamente definido, completa con tareas de avance que le permiten extraer conclusiones. Con lo investigado y sus conclusiones se produce un informe específico.

Se realiza el acompañamiento de los alumnos durante la etapa de análisis de documentación y exposición de tema de investigación de: a) Catálisis homogénea y b) Catálisis heterogénea.

Se utilizan los siguientes materiales y recursos para la realización de prácticos: guía de trabajo, tiza y pizarrón, libros de texto, software de aplicación para la resolución de problemas.

Otra tarea importante de la cátedra es la de asistir a los alumnos semanalmente en las consultas, instancias en las que los docentes les aclaran dudas acerca de los contenidos teóricos y de prácticos de aula y laboratorio.

11.- Evaluación:

La evaluación corresponde a procesos que tienen en cuenta las actividades planificadas durante el cursado y la instancia de examen final, por lo que la calificación final se emitirá con base en una evaluación continua en la que se tienen en cuenta los siguientes ítem:

- Actividades en las clases participativas.
- Resultados de exámenes parciales.
- Presentación escrita de informes de investigación y de prácticos de aula, en tiempo y en forma.
- Discusión y análisis de las investigaciones realizadas.
- Evaluación teórico - práctica a través de un parcial (con el correspondiente recuperatorio) y una segunda instancia parcial basada en un trabajo individual.
- La segunda instancia parcial evaluada en función de la investigación de temáticas específicas de catálisis heterogénea en la que se trabajó por grupo y con temáticas específicas en forma individual; estas se volcaron en una clase expositiva y un informe. Se recopilaron y corrigieron dichos informes que se compaginaron en un documento general de estudio.
- La regularidad se completa con el 75% de asistencia, carpeta de trabajos prácticos aprobada y aprobado el correspondiente parcial.
- Para aprobar la asignatura el alumno debe rendir: Una Evaluación Final globalizadora constituida por una primera parte práctica eliminatória de resolución de problemas y una final teórica oral o escrita.

12.- Distribución de la Carga Horaria:

Actividades	Horas
1. Teóricas	54
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	20
3. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	6
4. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	10
Total de Horas de la Actividad Curricular	90