



PROGRAMA CINÉTICA QUÍMICA

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

2.- **Año de Vigencia:** 2008

3. **Carga Horaria:** 105 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.
Magíster en Gestión Ambiental

5.- **Objetivos generales:**

- Interpretar conceptos cinéticos y mecanismos en reacciones homogéneas y heterogéneas.
- Determinar ecuaciones cinéticas específicas de los procesos industriales.
- Adquirir habilidades en el diseño, adaptación y optimización de reactores de procesos

6.- **Contenidos:**

Unidad Temática Nº 1 - Cinética de Sistemas Homogéneos, Generalidades

- 1.1 Definición absoluta de velocidad de reacción. Definición fisicoquímica de velocidad de reacción: variables que la afectan. Otras expresiones particulares.
- 1.2 Molecularidad y orden de reacción. Variables usadas para describir la composición de un sistema. Reacciones elementales y no elementales. Investigación de un mecanismo.
- 1.3 Formación de la ecuación cinética. Factor dependiente de la temperatura según las teorías de Arrhenius, de las colisiones y del estado de transición. Comparación entre ellas. Estrategia de resolución.

Unidad Temática Nº 2-Cinética de Sistemas Homogéneos, Interpretación de Datos Cinéticos

- 2.1 Factor dependiente de la composición. Interpretación de los datos obtenidos en un reactor discontinuo. Método Integral y método diferencial. Sistemas a volumen constante
- 2.2 Reacciones Múltiples. Tiempo de vida medio. y Método Integral y método diferencial , Sistemas a volumen variable.



2.3 Métodos de análisis parcial de la ecuación cinética: desmenuzamiento, de las velocidades iniciales, de los mínimos cuadrados

Unidad Temática N°3 .- Diseño de Reactores Homogeneos. Fundamentos. Modelo Ideal Mezcla Perfecta

- 3.1. Fundamentos del Diseño. Balance de masa y energía. Reactores ideales. Condiciones de idealidad para modelos: mezcla perfecta y flujo pistón.
- 3.2. Reactor Tanque Continuo. Diseño isotérmico, adiabático y con intercambio. Estabilidad de reactores tanque continuo. Estados estacionarios y ciclo de histéresis.
- 3.3. Reactor Tanque Discontinuo. Diseño isotérmico, adiabático, no isotérmico con intercambio. Programa óptimo de temperatura para reacciones exotérmicas. Determinación de parámetros cinéticos.
- 3.4. Reactor Tanque Semicontínuo. Puesta en marcha de reactor tanque continuo. Agregado de reactivos. Eliminación de productos. Diseño isotérmico, adiabático, no isotérmico ni adiabático.-

Unidad Temática N°4 .- Diseño de Reactores Homogeneos. Modelo Ideal. Flujo Piston

- 4.1. Reactores Tubulares. Diseño isotérmico, adiabático, no isotérmico, no adiabático. Diseño con intercambio.
- 4.2. Reactores autotérmicos y sus características operativas. Reactores refrigerados a través de la pared, Sensibilidad paramétrica.

Unidad Temática N° 5.- Diseño de Reactores Homogeneos. Sistemas Múltiples.

- 5.1 Sistemas Múltiples. Reactores tanques en serie. Cascada isotérmica, adiabática y con intercambio. Secuencia óptima de temperatura.
- 5.2 Sistemas Múltiples. Reactores Tubulares en serie. Secuencia óptima de temperatura.

Unidad Temática N° 6.- Diseño de Reactores Homogeneos. Flujo No Ideal.

- 6.1 Reactores Reales. Flujo No Ideal. Distribución de tiempos de residencia. Curvas características. Empleo de información.
- 6.2 Modelos para flujo no ideal. Modelo de dispersión. Comparación de tamaño ideal y real. Uso de soluciones gráficas.



Unidad Temática Nº 7 Cinética de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Fundamentos

- 7.1 Transferencia de masa. Difusión molecular. Leyes de Fick. Difusión turbulenta. Transferencia de masa en el límite de una interfase. Teoría de las dos películas. Coeficientes individuales y coeficientes globales de transferencia de masa.
- 7.2 Difusión en medios porosos. Difusión de Knudsen.-

Unidad Temática Nº 8 Cinética y Diseño de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Reacciones fluido-sólido

- 8.1 Reacciones fluido-sólido. Modelos de núcleo no reaccionado y de conversión progresiva. Etapas controlantes. Determinación de la ecuación cinética. Balances de materia. Resistencias. Tiempo de conversión completa. Gráficas conversión-tiempo. Etapas controlantes y avance de la reacción.
- 8.2 Diseño de reactores fluido-sólido. Análisis para distintos tamaños de partículas. Caracterización de los flujos Composición de los fluidos. Equipos diversos..Lecho fluido. Lecho semifijo. Columnas en contracorriente.

Unidad Temática Nº 9 Cinética y Diseño de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Reacciones fluido-fluido

- 9.1 Reacciones fluido-fluido. Transferencia de masa con reacción química. Perfiles de concentración. Ecuaciones de velocidad. Solución ecuación de balance de masa. Reacción de pseudo primer orden. Módulo de Hatta. Relación de volúmenes. Casos especiales. Soluciones gráficas. Gráfico de van Kevelens y Hoftijzer. Equipos
- 9.2 Diseño reactores fluido-fluido. Aplicación. Factores a considerar en la selección de un aparato de contacto. Descripción de columnas rellenas, torres de pared mojada, burbujeadores.-

7.- Bibliografía:

- Levenspiel O. Ingeniería de las reacciones químicas. Ed. Reverté 1974.-
- Levenspiel O. El omnilibro de los reactores químicos. Ed.Reverté 1986.-
- Scott Fogler, H. Elementos de ingeniería de la reacciones químicas,Ed. Prentice Hall, 2001.
- Froment, G. Y Blschoff, K.- Chemical reactor analysis and desígn. Wiley 1979/1990
- Rase Howard. Chemical reactor design for proceso planta (Vol. 1 Y li). Wiley 1977.
- Smith,J.M. Ingeniería de la cinética química. Cecsca. 1986.-
- Hougen Y Watson. Principios de los procesos químicos cinética y catálisis. Ed. Géminis 1977.- (Tomo III)



- Walas.S.N. Cinética de las reacciones químicas. Aguilar 1965.-
- Carberry,J. Cinética de las reacciones química y catalíticas. Ed. Géminis 1963.-
- Farina, Ferreti Y Barreto. Introducción al diseño de reactores químicos. Eudeba 1986.-
- Hines Y Maddox. Transferencia de masa - Fundamentos y aplicaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana 1987.-
- 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
- Hillar S., Castro A., Rausei D. Procesos Unitarios. Dpto. Impresiones Y Publicaciones F.I.Q. - U.N.L. 1976 (Reimp. 1983).-
- Publicaciones Técnicas: Hidrocarbon 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.

9.- Actividades Prácticas:

Prácticos de Aula con explicación de las situaciones problemáticas y aplicaciones propuestas para el alumno, resolución con utilización de planillas de calculo (MS Excel). 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.

Trabajos Prácticos de Aula:

Práctico N°1: Cinética de las Reacciones Homogéneas

Práctico N°2: Interpretación de datos Cinéticos

Práctico N°3: Reactores Ideales. Reactores Tanque Continuo

Práctico N°4: Reactores Ideales. Reactores Tanque Discontinuo

Práctico N°5: Reactores Ideales. Reactores Tubulares

Práctico N°6: Reactores Continuos. Sistemas Múltiples

Práctico N°7: Reacciones Fluido- Sólido

Práctico N°8: Reacciones Fluido-Fluido

Trabajos Prácticos de Laboratorio:

Cinética de Reacciones Homogéneas: Determinación experimental de la Ecuación Cinética

La Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria dependiente de la U.N.Cuyo se encuentra certificada bajo Normas ISO 9001:2000.



10.- Metodología de Enseñanza:

Esta asignatura corresponde al Bloque de Tecnologías Aplicadas y con su dictado se pretende que los alumnos logren:

- Aprender estrategias de análisis y de optimización de procesos.
- Interpretar y aplicar las bases cinéticas necesarias para la especificación; operación e introducción al diseño de reactores.
- Comprender, analizar y calcular equipos para llevar a cabo reacciones químicas de generación de productos químicos.

Corresponde al orden N° 22 y se dicta en el primer semestre de Cuarto año de la carrera de Ingeniería Química de las dos Especializaciones: en Petroquímica y Mineralurgia. Se bien el cursado es común a las dos especializaciones las actividades prácticas y la resolución del Problema Abierto se orienta a la especialización de cada alumno.

Según el régimen de correlatividades el alumno para cursarla tiene que tener cursados y regularizados los contenidos de: Balance y Fenómenos de Transporte, Físicoquímica y Tecnología del Calor; y aprobada: Termodinámica. Para rendir tiene que tener aprobadas: Balance y Fenómenos de Transporte, Físicoquímica y Tecnología del Calor.

11.- Evaluación:

Para regularizar se evalúa al alumno respecto a:

Proceso de Evaluación continúa de: participación, disposición e integración a trabajos propuestos. Aprobación de dos Exámenes Parciales teórico-práctico para alumnos regulares (EPR) con el correspondiente recuperatorio.

Aprobación de la resolución de Problema abierto particular.

Presentación y aprobación de carpetas de Trabajo Prácticos.

El porcentaje mínimo de asistencia para regularizar la asignatura no podrá ser inferior al 75% (correspondiendo un porcentaje límite mínimo de 80% a la parte práctica del cursado)

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.

Promocionalidad parcial:

La opción de promocionalidad se establece para los contenidos de las unidades temáticas 1 y 2 completas y la Unidad Temática 5 inclusive.

Para promocionar en forma parcial los contenidos de la asignatura los alumnos regulares deberán cumplimentar:

Aprobación de dos Exámenes Parciales teórico-práctico de promocionalidad (EPP) con una calificación de 7 o más. Teniendo aprobado el primer parcial, si no logra la calificación de 7 y su



calificación es superior a 4 en esta evaluación, el alumno tendrá la posibilidad de una instancia de recuperación del segundo parcial para poder participar del régimen de promocionalidad Aprobación de la resolución de Problema abierto particular.

Presentación y aprobación de carpetas de Trabajo Prácticos con todos los problemas resueltos.

El porcentaje mínimo de asistencia para promocionar la asignatura no podrá ser inferior al 80%

Se requiere para optar por la promocionalidad que los alumnos tengan aprobadas las correlativas a la fecha correspondiente a la última mesa del turno julio-agosto del año en curso.

Para aprobar la asignatura el alumno debe rendir:

Una Evaluación Final con los contenidos de las Unidades Temáticas restantes constituido 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	61
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	37
3. Experimentales (laboratorio, planta piloto, taller, etc.)	3
4. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	4
Total de Horas de la Actividad Curricular	105