

PROGRAMA

CINÉTICA QUÍMICA

1.- Carreras:

Ingeniería Química con orientaciones: Petroquímica, Mineralurgia y Medio Ambiente

2.- Año de Vigencia: 2017

3. Carga Horaria: 105 horas

4.- Equipo de cátedra:

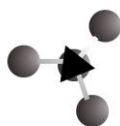
Profesor Titular: Laura Elizabeth Najar
Ingeniera en Petroquímica y Mineralurgia
Especialista en Ingeniería Ambiental

Jefe de Trabajos Prácticos: Adriana Beatriz Guajardo
Ingeniera en Petroquímica y Mineralurgia.
Magíster en Gestión Ambiental

Ayudante de Trabajos Prácticos: Alejandra Lovaglio
Ingeniera Química

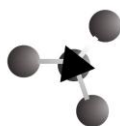
5.- Objetivos generales:

- Interpretar conceptos cinéticos y mecanismos en reacciones homogéneas y heterogéneas.
- Adquirir destreza para el desarrollo de modelos cinéticos.
- Desarrollar habilidades y conocimientos para comprender las técnicas de tratamiento de datos y realizar los cálculos pertinentes para reacciones químicas.
- Comprender la secuencia de etapas de transporte y reacción en procesos heterogéneos no catalíticos y la formulación de sus ecuaciones de velocidad.
- Determinar ecuaciones cinéticas específicas de los procesos industriales.
- Adquirir habilidades en el diseño, adaptación y optimización de reactores de procesos

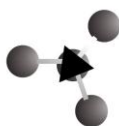


6.- Contenidos a desarrollar en el Espacio Curricular

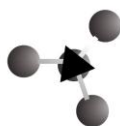
UNIDAD TEMÁTICA	Bibliografía
<p>Nº 1 - <u>Cinética de Sistemas Homogéneos, Generalidades</u></p> <p>1.1 Definición absoluta de velocidad de reacción. Definición fisicoquímica de velocidad de reacción: variables que la afectan. Otras expresiones particulares.</p> <p>1.2 Molecularidad y orden de reacción. Variables usadas para describir la composición de un sistema. Reacciones elementales y no elementales. Investigación de un mecanismo.</p> <p>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.</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra CINETICA QUIMICA – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Publicaciones técnicas: Hidrocarbon Processing ; Chemical Enginnering; • WALAS.S.N. Cinética de las reacciones químicas. Aguilar 1965 • HILLAR,S.;CASTRO, A.; RAUSEI,D.; Procesos Unitarios. Dpto. Impresiones y Publicaciones F.I.Q., UNL. 1983 • HOUGEN Y WATSON. Principio de los procesos químicos.-Tomo III, Cinética y catálisis. Ed. Géminis 1977. • GUERASIMOV, YA. Y OTROS, Curso de Química Física. Ed.MIR 1977
<p>Nº 2 - <u>Cinética de Sistemas Homogéneos, Interpretación de Datos Cinéticos</u></p> <p>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</p> <p>2.2 Reacciones Múltiples. Tiempo de vida medio. y Método Integral y método diferencial, Sistemas a volumen variable.</p> <p>2.3 Métodos de análisis parcial de la ecuación cinética: desmenuzamiento, de las velocidades iniciales, de los mínimos cuadrados</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra CINETICA QUIMICA – 2012, FCAI, UNCUYO • Smith,J.M. Ingeniería de la cinética química. Cecsca. 1986.- <p>Complementaria:</p>



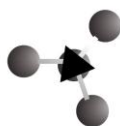
	<ul style="list-style-type: none"> • WALAS.S.N. Cinética de las reacciones químicas. Aguilar 1965 • HILLAR,S.;CASTRO, A.; RAUSEI,D.; Procesos Unitarios. Dpto. Impresiones y Publicaciones F.I.Q., UNL. 1983 • HOUGEN Y WATSON. Principio de los procesos químicos.-Tomo III, Cinética y catálisis. Ed. Géminis 1977. • GUERASIMOV, YA. Y OTROS, Curso de Química Física. Ed.MIR 1977 • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos de Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978
<p><u>Nº 3: <i>Diseño de Reactores Homogeneos. Fundamentos. Modelo Ideal Mezcla Perfecta</i></u></p> <p>3.1. Fundamentos del Diseño. Balance de masa y energía. Reactores ideales. Condiciones de idealidad para modelos: mezcla perfecta y flujo pistón.</p> <p>3.2. Reactor Tanque Continuo. Diseño isotérmico, adiabático y con intercambio. Estabilidad de reactores tanque continuo. Estados estacionarios y ciclo de histéresis.</p> <p>3.3. Reactor Tanque Discontinuo. Diseño isotérmico, adiabático, no isotérmico con intercambio. Programa óptimo de temperatura para reacciones exotérmicas. Determinación de parámetros cinéticos.</p> <p>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.-</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974. • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • WALAS.S.N. Cinética de las reacciones químicas. Aguilar 1965 • HOUGEN Y WATSON. Principio de los procesos químicos.-Tomo III, Cinética y catálisis. Ed. Géminis 1977. • GUERASIMOV, YA. Y OTROS, Curso de Química Física. Ed.MIR 1977 • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos del Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978 • CARBERRY,J. Cinética de la Reac. Qcas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963 • HILLAR,S.;CASTRO, A.; RAUSEI,D.; Procesos Unitarios. Dpto. Impresiones y Publicaciones F.I.Q., UNL. 1983 • FARINA, FERRETI Y BARRETO. Introducción al diseño de reactores químicos. Eudeba 1986.- • Publicaciones técnicas: Hidrocarbon Processing ; Chemical Enginnering; Ingeniería Quimica
<p><u>Nº 4: <i>-Diseño de Reactores Homogeneos. Modelo Ideal. Flujo Piston</i></u></p> <p>4.1. Reactores Tubulares. Diseño isotérmico, adiabático, no isotérmico, no adiabático. Diseño</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974.



<p>con intercambio.</p> <p>Reactores autotérmicos y sus características operativas. Reactores refrigerados a través de la pared, Sensibilidad paramétrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO • LEVENSPIEL O. El omnilibro de los reactores químicos. Ed.Reverté 1986.- <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos del Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978 • FARINA, FERRETI Y BARRETO. Introducción al diseño de reactores químicos. Eudeba 1986.- • 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 • Publicaciones técnicas: Hidrocarbon Processing ; Chemical Enginnering; Ingeniería Quimica
<p>Nº 5. <u>Diseño de Reactores Homogeneos. Sistemas Múltiples.</u></p> <p>5.1 Sistemas Múltiples. Reactores tanques en serie. Cascada isotérmica, adiabática y con intercambio. Secuencia óptima de temperatura.</p> <p>5.2 Sistemas Múltiples. Reactores Tubulares en serie. Secuencia óptima de temperatura.</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974. • Levenspiel O. El omnilibro de los reactores químicos. Ed.Reverté 1986.- • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos de Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978 • CARBERRY,J. Cinética de la Reac. Qcas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963 • 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 • Publicaciones técnicas: Hidrocarbon Processing ; Chemical Enginnering; Ingeniería Quimica



<p>Nº 6. <u>-Diseño de Reactores Homogeneos. Flujo No Ideal.</u></p> <p>6.1 Reactores Reales. Flujo No Ideal. Distribución de tiempos de residencia. Curvas características. Empleo de información.</p> <p>6.2 Modelos para flujo no ideal. Modelo de dispersión. Comparación de tamaño ideal y real. Uso de soluciones gráficas.</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974. • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.; Fundamentos de Diseño de Reactores. Tomo I y II. EUDEBA. 1978 • LEVENSPIEL, O. El Omnilibro de los reactores químicos. Ed Reveté 1986 •
<p>Nº 7. <u>Cinética de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Fundamentos</u></p> <p>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.</p> <p>7.2 Difusión en medios porosos. Difusión de Knudsen.-</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • HINES Y MADDOX. Transferencia de masa - Fundamentos y aplicaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana 1987.- • SHERWOOD, T.; PIGFORD, R.; WILKE, CH.; Transferencia de Masa. Ed. Géminis. 1979. • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAN, R.E.; LOMBARDI, L.; Fundamentos de Diseño de Reactores. Tomo I y II. EUDEBA. 1978 • CARBERRY, J. Cinética de la Reac. Qcas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963 • 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 • Publicaciones técnicas: Hidrocarbon Processing ; Chemical Engineering; Ingeniería Química
<p>Nº 8. <u>Cinética y Diseño de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Reacciones fluido-sólido</u></p> <p>8.1 Reacciones fluido-sólido. Modelos de núcleo no reaccionado y de conversión</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974.



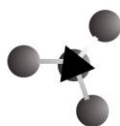
<p>progresiva. Etapas controlantes. Determinación de la ecuación cinética. Balances de materia. Resistencias. Tiempo de conversión completa. Gráficas conversión-tiempo. Etapas controlantes y avance de la reacción.</p> <p>8.2 Diseño de reactores fluido-sólido. Análisis para distintos tamaños de partículas. Caracterización de los flujos Composición de los fluidos. Equipos diversos..Lecho fluido. Lecho semifijo. Columnas en contracorriente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • HINES Y MADDOX. Transferencia de masa - Fundamentos y aplicaciones. Prentice-Hall Hispanoamericana 1987.- • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAM, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos de Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978 • CARBERRY,J. Cinética de la Reac. Qcas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963 • LEVENSPIEL, O. El Omnilibro de los reactores químicos. Ed Reveté 1986 • Ingeniería Química
<p><u>Nº 9. Cinética y Diseño de Sistemas Heterogéneos No Catalíticos. Reacciones fluido-fluido</u></p> <p>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</p> <p>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.-</p>	<p>Obligatoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCOTT FOGLER, H. Elementos de Ingeniería de la Reacciones Químicas, Ed. Prentice Hall , 2001 • LEVENSPIEL, O. .Ingeniería de la reacciones químicas-Ed. Reverté 1974. • SMITH J..M. Ingeniería de la cinética química CECSA, 1986. • NAJAR, LAURA, Recopilación apuntes de Cátedra Catálisis – 2012, FCAI, UNCUYO <p>Complementaria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CUNNINGHAM, R.E.; LOMBARDI, L.;Fundamentos de Diseño de Reactores.Tomo I y II. EUDEBA.1978 • CARBERRY,J. Cinética de la Reac. Qcas y Catalíticas. Ed. Géminis. 1963 • LEVENSPIEL, O. El Omnilibro de los reactores químicos. Ed Reveté 1986 •

7. Descripción de Actividades de aprendizaje.

Clases teóricas expositivas-participativas. con utilización de materiales y recursos como pizarrón, transparencias, proyecciones de imágenes, catálogos de equipos y revistas de divulgación científica. Aplicación de Investigación bibliográfica con temáticas específicas. Resolución de problemas abiertos.

8. Descripción de Actividades de Investigación de la Cátedra

NOMBRE LA ACTIVIDAD	DURACIÓN	REQUISITOS PARA LA PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDIANTES
1) Experiencia en reactor a escala Piloto	2016-2017	Alumnos avanzados
2)Determinaciones experimentales en laboratorio	1 clase práctica de 3hs	



9. Procesos de intervención pedagógica.

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 tres Especializaciones: en Petroquímica, Mineralurgia y Medio Ambiente. Se bien el cursado es común a las especializaciones las actividades prácticas y la resolución del Problemas 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, Fisicoquímica y Tecnología del Calor; y aprobada: Termodinámica. Para rendir tiene que tener aprobadas: Balance y Fenómenos de Transporte, Fisicoquímica y Tecnología del Calor.

Actividades Teóricas:

Clases teóricas expositivas-participativas. con utilización de materiales y recursos como pizarrón, transparencias, proyecciones de imágenes, catálogos de equipos y revistas de divulgación científica. Aplicación de Investigación bibliográfica con temáticas específicas. Resolución de problemas abiertos.

Actividades Prácticas:

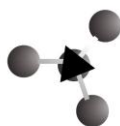
Prácticos de Aula con explicación de las situaciones problemáticas y aplicaciones propuestas para el alumno, resolución con utilización de planillas de calculo (MS Excel). Simulación de reacciones químicas y procesos, con análisis de respuestas a cambios de parámetros de diseño.

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

10. Condiciones de regularización:

- Asistencia al 75 % de las actividades teóricas.
- Asistencia 90.% de las actividades prácticas.



- Aprobación de las presentaciones de investigación teórico-prácticas

11. Evaluación

Para regularizar se evalúa al alumno teniendo en cuenta:

Proceso de Evaluación continúa de: participación, disposición e integración a trabajos propuestos.

Aprobación de dos Exámenes Parciales Teóricos (EPTR) y dos Exámenes Parciales Prácticos (EPPR) para alumnos regulares con el correspondiente recuperatorio.

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 90% a la parte práctica del cursado)

Para aprobar la asignatura el alumno debe rendir: Una Evaluación Final globalizadora constituida por una primera parte práctica eliminatoria 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 N° 1 a la N° 5 inclusive.

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

Aprobación de dos Exámenes Parciales Teóricos y los dos Exámenes Parciales Prácticos de Promocionalidad (EPTP y EPPP) con una calificación del 80% o más).

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% (clases teóricas)

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 eliminatoria de resolución de problemas y una final teórica oral o escrita.

12. Distribución de la carga horaria.

Actividades	Horas
1. Teóricas	55
2. Apoyo teórico (incluye trabajos prácticos de aula)	30
3. Trabajo investigación	5
4. Experimentales (Laboratorio)	12
5. Resolución de Problemas de Ingeniería (sólo incluye Problemas Abiertos)	3
Total de Horas de la Actividad Curricular	105