Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Departamento: Ingenieria de Procesos
Area: Procesos Químicos

(Programa del año 2025)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 13/03/2025 10:44:46)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Ingeniería de las Reacciones Químicas 1	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD Nº 21/2022	2025	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BELZUNCE, PABLO SANTIAGO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
TONELLI, FRANCO	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
BRUSASCA, FABIANA ALEJANDRA	Auxiliar de Práctico	A.1ra Exc	40 Hs
HERRERO, ALFREDO RICARDO	Auxiliar de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
5 Hs	Hs	Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2025	24/06/2025	15	90

IV - Fundamentación

Este curso se orienta al estudio de la cinética de reacciones homogéneas y diseño de reactores químicos en fase homogénea. El diseño de Reactores es un ejercicio de integración de conocimientos que requiere la aplicación combinada de conceptos de química, estequiometria, termodinámica, cinética química y fenómenos de transporte, el planteamiento de balances de masa, energía y cantidad de movimiento, así como la utilización de métodos matemáticos, herramientas computacionales e ingenio. Por consiguiente, el diseño de reactores es uno de los campos de mayor nivel de exigencia y reconocimiento en el ejercicio profesional del ingeniero químico. La Ingeniería de las Reacciones químicas constituyen un núcleo de conocimientos muy particular y marcan una de las diferencias más notables entre la formación del Ingeniero Químico y la de profesionales de otras ramas de la ingeniería. De allí la importancia que reviste su inclusión en el Plan de Estudios

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Objetivos Generales:

Comprender los conceptos de la ingeniería de las reacciones químicas, la descripción, diseño y modelado de reactores químicos en fase homogénea y el funcionamiento de los principales tipos de reactores empleados en la industria química.
Analizar el diseño y comportamiento de reactores isotérmicos y no-isotérmicos, aplicando los balances de energía en conjunto a los balances de materia para establecer el modo de operación con base en los requerimientos de calor.
De especial relevancia es que los alumnos puedan emplear los conocimientos específicos en Cinética y Diseño de Reactores, para calcular las dimensiones de los reactores y seleccionar las diferentes operaciones de trabajo con la finalidad de optimizar el proceso según las distintas alternativas. Con lo cual deben utilizar las diferentes ecuaciones de diseño para la especificar del tamaño, el flujo de entrada o la conversión del reactor.
Aplicar los principios para diseñar reactores, en fase homogénea, para reacciones simples y múltiples.

Resultados de aprendizaje

RA1: Plantear balances de materia y de energía en diferentes tipos de reactores, para determinar las ecuaciones de diseño.
RA2: Modelar y simular reactores en fase homogénea.
RA3: Diseñar Reactores en fase Homogénea, controlados por la transferencia simultánea de materia y calor.
RA4: Aplicar los principios para diseñar reactores, en fase homogénea, y contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos.
RA5: Diagnosticar el funcionamiento de un reactor en fase homogénea.
RA6: Comunicarse efectivamente de manera escrita gráfica y oral sobre temas relacionados al diseño de reactores homogéneos.

VI - Contenidos

TEMA I. BALANCES MOLARES EN SISTEMA DE REACCIÓN.
Balances molares. La velocidad de reacción. Ecuación general de balance molar. Reactores intermitentes. Reactores de flujo continuo: reactor tanque agitado continuo, reactor tubular. Conversión y tamaño del reactor. Definición de conversión. Ecuaciones de diseño para reactores intermitentes. Ecuaciones de diseño para reactores de flujo: Reactor tanque agitado continuo; Reactor tubular con flujo pistón. Reactores en serie: Reactores tanques agitados continuos en serie; Reactores tubulares con flujo pistón en serie. Combinaciones de tanques agitados continuos y reactores tubulares en serie. Comparación de volúmenes de tanques agitados continuos y tubulares y sus combinaciones. Definiciones adicionales. Tiempo espacial. Velocidad espacial.

TEMA II. LEYES DE VELOCIDAD Y ESTEQUIOMETRÍA.
Leyes de velocidad. Definiciones básicas. Velocidad de reacción relativa. El orden de reacción y la ley de velocidad. Modelos de ley de la potencia y leyes de velocidad elementales. Leyes de velocidad no elementales. Reacciones reversibles. La constante de velocidad de reacción. Estequiometria. Sistemas intermitentes. Ecuaciones para concentraciones en reactores intermitentes. Sistemas de reacción intermitente a volumen constante. Sistemas de flujo. Ecuaciones para concentraciones en sistemas de flujo. Concentraciones en fase líquida. Cambio en el número de moles totales de una reacción en fase gas. Reactores intermitentes de volumen variable. Reactores de flujo con velocidad de flujo volumétrico variable.

TEMA III. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE VELOCIDAD.
Datos del reactor intermitente. Método diferencial de análisis. Técnicas de diferenciación de datos: Método Gráfico; Método Numérico; Ajuste de Polinomios. Método integral. Regresión lineal y no lineal. Método de las velocidades iniciales. Método de las vidas medias.

TEMA IV. DISEÑO DE REACTORES ISOTÉRMICOS.
Balances molares en términos de conversión.
Estructura de diseño para reactores isotérmicos. Diseño de un reactor intermitente. Diseño de reactores tanques agitados continuos: Un Tanque; Tanques en serie; Tanques en Paralelo. Diseño de reactores tubulares con flujo pistón.
Balances molares en términos de Concentración y Flujos Molares.
Balances molares para Reactores Tanque Agitados Continuos, Reactores Tubulares con Flujo Pistón y Reactores Intermitentes. Fase líquida. Fase gaseosa.

TEMA V. REACCIONES MÚLTIPLES.
Definiciones. Tipos de reacciones. Selectividad. Rendimiento.
Reacciones en paralelo. Maximización del producto deseado para un reactivo. Elección de reactores y condiciones de operación.
Reacciones en serie. Maximización del producto deseado.
Reacciones en serie-paralelo. Balances molares. Velocidades netas de reacción.

TEMA VI. DISEÑO DE REACTORES NO ISOTÉRMICOS EN ESTADO ESTACIONARIO.
El balance de energía. Primera ley de la Termodinámica. Evaluación del término de Trabajo. Disección de los flujos molares en estado estacionario para obtener el calor de reacción. Disección de las entalpías. Relación entre calor de reacción, calor de reacción estándar y capacidad calorífica.
Operación adiabática. Balance de energía adiabático. Reactor tubular con flujo pistón adiabático.
Reactor tubular con flujo pistón con intercambio de calor. Balance de energía para el reactor. Balance de energía para el fluido enfriador en la transferencia de calor.
Conversión en el equilibrio. Temperatura adiabática y conversión en el equilibrio. Reacciones exotérmica. Reacciones endotérmica. Temperatura óptima de alimentación.

TEMA VII. DISEÑO DE REACTORES NO ISOTÉRMICOS EN ESTADO ESTACIONARIO Y NO ESTACIONARIO
Reactor tanque agitado continuo con efectos caloríficos en estado estacionario. Calor agregado al reactor. Múltiples estados estacionarios. Término de calor removido, R(T). Término de calor generado, G(T). Curva de ignición-extinción.
Balance de energía en estado no estacionario. Balance de energía para reactores intermitentes. Operación adiabática de un reactor intermitente.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los alumnos resolverán problemas prácticos relacionados con reactores homogéneos, abordando su selección, comportamiento y cálculo de operación isotérmica y no isotérmica. Estos desafíos fomentarán la comprensión básica de estos conceptos y se basarán en situaciones reales de procesamiento. Se aplicarán conocimientos teóricos en la resolución de problemas, con apoyo de software según sea necesario. Algunos problemas son del tipo de discusión cualitativa: sirven para ampliar la comprensión del estudiante de los conceptos básicos e incrementar la capacidad de interpretar y analizar nuevas situaciones con éxito. Antes de cada sesión práctica, los estudiantes realizarán un cuestionario de autoevaluación para prepararse adecuadamente.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE INGENIERÍA

Práctico 1. Balances molares. Conversión y tamaño del reactor.
Práctico 2. Leyes de velocidad. Estequiometria. Sistemas intermitentes y de flujo.
Práctico 3. Análisis de datos de velocidad.
Práctico 4. Diseño de reactores isotérmicos. Balances molares en términos de conversión. Balances molares en términos de concentración y flujos molares.
Práctico 5. Diseño para reacciones múltiples.
Práctico 6. Diseño de reactores no isotérmicos en estado estacionario.
Práctico 7. Diseño de reactores no isotérmicos en estado estacionario y no estacionario.

Las guías de trabajo práctico se avaluaran tomando como base dos exámenes parciales. El primer examen parcial se evalúan los prácticos 1, 2, 3 y 4. En una segunda evaluación parcial los 5, 6 y 7.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Práctico 0. Seguridad en el laboratorio.
Práctico 1. Reactor tanque agitado discontinuo.

Práctico 2. Reactor tanque agitado continuo.
Práctico 3. Reactor tubular.

Las guías de trabajo práctico de laboratorio se avaluaran cada práctico individual. Después de realizar los prácticos presenciales los alumnos deben presentar un informe individual de las actividades realizadas en el laboratorio

VIII - Regimen de Aprobación

A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:
La asignatura ingeniería de las Reacciones Químicas 1, se subdivide en el dictado de clases Teóricas, clases con Trabajos prácticos y clases con Trabajos prácticos de laboratorio.
En las clases teóricas se desarrollan los contenidos fundamentales de cada Unidad. La metodología del dictado consiste en clases expositivas en forma de seminarios. Con el desarrollo de las clases teóricas se pretende también que el alumno pueda comprender a la lectura de distintos textos específicos de cinética y diseño de reactores.
En las clases de trabajo práctico se ponen en efecto los Práctico de cada Unidad. La metodología de trabajo consiste en la resolución de problemas de ingeniería utilizando los conceptos teóricos. Con el desarrollo de las clases se pretende que el alumno elabore de modo personal los prácticos de aula.
En las clases de trabajo práctico de laboratorio se aplica los contenidos conceptuales adquiridos en las clases teóricas-practicas, los mismos serán de carácter obligatorio. Los Prácticos de laboratorio tienen gran importancia para ayudar a fijar conceptos teóricos que responde a una interpretación de fenómenos físicos químicos. Los datos obtenidos en los trabajos prácticos serán procesados y utilizados para simulación en programas específicos en clases especiales dedicadas al efecto.
B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
- Aprobar las guías de trabajo práctico.
- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio.
- Aprobar dos exámenes parciales o sus correspondientes recuperaciones, con un mínimo de 7 (siete) puntos
Ambas evaluaciones requieren aprobar un examen escrito, de carácter eliminatorio, consiste en la resolución de problemas (teóricos-prácticos).
C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL
- Aprobar examen oral individual sobre la totalidad de los contenidos de la asignatura.
D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
Se deben reunir los requisitos para ser alumno regular y adicionalmente:
- Aprobar las guías de trabajo práctico.
- Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio.
- Aprobar ambos parciales, o sus correspondientes recuperaciones, con un mínimo de 8 (ocho) puntos.
- Aprobar dos evaluaciones sobre conceptos teóricos de la asignatura. Las evaluaciones se tomarán en fechas a convenir con los alumnos, durante el transcurso del cuatrimestre, luego de superadas las evaluaciones parciales.
- Asistir como mínimo al 80% de las clases teórico-prácticas.
E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES
Se requiere:
1. Aprobar el Práctico de laboratorio 0, Seguridad en el Laboratorio.
2. Realizar y aprobar con el correspondiente informe, como mínimo, un trabajo práctico de laboratorio a sortear (Prácticos 1 a 3).
3. Aprobar un examen escrito, que consistirá en la resolución de problemas basado en los trabajos prácticos.
4. Aprobar un examen oral de los temas teóricos del curso.
Cada instancia tiene carácter eliminatorio.

IX - Bibliografía Básica

[1] “Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas”. H. Scott Fogler. Cuarta edición. PEARSON EDUCACIÓN, México, 2008 - (Libro impreso y digital disponibilidad en la cátedra y Biblioteca VM)
[2] “Elements of Chemical Reaction Engineering”. H. Scott Fogler. 4a Edición. Prentice Hall. (2008) - (Libro impreso y digital disponibilidad en la cátedra y Biblioteca VM)
[3] “Ingeniería de las Reacciones Químicas”. Octave Levenspiel. 3a. Edición. Limusa Wiley, México, 2004 (Libro impreso y

digital disponibilidad en la cátedra y Biblioteca VM)
[4] “Ingeniería de la Cinética Química”. J.M. Smith. Ed. CECSA.6. (1999) (Libro impreso y digital disponibilidad en la cátedra)

X - Bibliografia Complementaria

[1] “Chemical Reactor Analysis and Design”. Froment & Bischoff. 2nd. Edition. J Wiley & Sons. NY. (1968) - (Libro impreso y digital disponibilidad en la cátedra y Biblioteca SSL)
[2] “Modelling of Chemical Kinetics and Reactor Design”. A. Kayode Coker. 2nd. edition. Gulf Professional Publishing. (2001) - (Libro impreso disponibilidad en la catedra)
[3] “Chemical Reactor Design, Optimization and Scale up”. E. Bruce Naumann. Mc Graw Hill. (2001). - (Libro impreso disponibilidad en la cátedra)

XI - Resumen de Objetivos

Conseguir que el alumno logre: comprender los diferentes métodos cinéticos de obtención de las velocidades de las reacciones. Aplicar los balances de materia y energía que permitan el diseño de los diferentes modelos de reactores en fase homogénea. Analizar y establecer las condiciones necesarias a los efectos de optimizar el diseño de los reactores.

XII - Resumen del Programa

BALANCES MOLARES EN SISTEMA DE REACCIÓN
LEYES DE VELOCIDAD Y ESTEQUIOMETRÍA
COLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE VELOCIDAD
DISEÑO DE REACTORES ISOTÉRMICOS
REACCIONES MÚLTIPLES
DISEÑO DE REACTORES NO ISOTÉRMICOS EN ESTADO ESTACIONARIO
DISEÑO DE REACTORES NO ISOTÉRMICOS EN ESTADO ESTACIONARIO Y NO ESTACIONARIO

XIII - Imprevistos

Ante imprevistos, el curso está preparado para ser dictado en modalidad virtual

XIV - Otros

Aprendizajes Previos:

Comprender los fenómenos de transferencia de materia y energía
Identificar las propiedades termodinámicas del sistema.
Plantear balance de masa y energía para obtener las ecuaciones de diseño.
Resolver sistema de ecuaciones algebraicas.
Resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas de ecuaciones diferenciales parciales.
Utilizar eficientemente los métodos numéricos con softwares.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica:

Cantidad de horas de Teoría: 35 h
Cantidad de horas de Práctico Aula: 5 h (Resolución de prácticos en carpeta)
Cantidad de horas de Resolución de problemas de ingeniería: 10h
Cantidad de horas de Resolución de problemas de ingeniería con software específico: 20h
Cantidad de horas de Diseño: 10h
Cantidad de horas de Formación Experimental: 10 h

Aportes del curso al perfil de egreso:

1.1. Identificar, formular y resolver problemas. (Nivel 2)
1.2. Concebir, diseñar, calcular, analizar y desarrollar proyectos (Nivel 2).

1.5. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado (Nivel 2)
2.1. Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación (Nivel 2)
2.2. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas (Nivel 2).
2.3. Considerar y actuar de acuerdo con disposiciones legales y normas de calidad. (Nivel 2)
2.4. Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas (Nivel 2)
2.5. Planificar y realizar ensayos y/o experimentos y analizar e interpretar resultados (Nivel 2)
2.6. Evaluar críticamente órdenes de magnitud y significación de resultados numéricos (Nivel 2)
3.1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios. (Nivel 3)
3.2. Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica (Nivel 2).
3.3. Manejar el idioma inglés con suficiencia para la comunicación técnica (Nivel 2).
3.4. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. (Nivel 2)
3.5. Aprender en forma continua y autónoma. (Nivel 2)
3.6. Actuar con espíritu emprendedor y enfrentar la exigencia y responsabilidad propia del liderazgo. (Nivel 1)

ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA	
	Profesor Responsable
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	