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 2026)
(Programa en trámite de aprobación)
(Presentado el 11/08/2026 09:58:20)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
Ingeniería de las Reacciones Químicas 2	INGENIERÍA QUÍMICA	OCD Nº 21/2022	2026	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

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

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
8 Hs	Hs	Hs	Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
03/08/2026	13/11/2026	15	120

IV - Fundamentación

La asignatura Ingeniería de las Reacciones Químicas II constituye la continuidad y profundización de los contenidos desarrollados en Ingeniería de las Reacciones Químicas I, orientándose al estudio de sistemas reaccionantes heterogéneos y al diseño de reactores catalíticos de interés industrial. Integra conocimientos de Termodinámica, Fisicoquímica, Fenómenos de Transporte y Métodos Numéricos para analizar la interacción entre la cinética química, la transferencia de materia y energía y las desviaciones del comportamiento ideal de los reactores. Asimismo, proporciona herramientas de modelado, simulación y análisis para el diseño y optimización de procesos químicos, contribuyendo a la formación del Ingeniero Químico en la resolución de problemas complejos de la práctica profesional y de la investigación aplicada.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Brindar al estudiante los fundamentos teóricos y metodológicos necesarios para el análisis, modelado y diseño de reactores catalíticos heterogéneos, integrando la cinética química, los fenómenos de transporte y las herramientas de simulación aplicadas a procesos químicos industriales.

Objetivos Específicos
Al finalizar la asignatura, el estudiante deberá ser capaz de:
1. Analizar los fenómenos físicos y químicos que intervienen en las reacciones catalíticas heterogéneas.
2. Formular expresiones cinéticas y determinar parámetros de reacción a partir de datos experimentales.
3. Evaluar la influencia de las transferencias de materia y energía sobre el comportamiento de los reactores catalíticos.
4. Diseñar y simular reactores heterogéneos considerando condiciones de operación ideales y no ideales.
5. Aplicar herramientas matemáticas y computacionales en la resolución de problemas de ingeniería de reactores y en la optimización de procesos químicos.

VI - Contenidos

TEMA 1: REACCIONES HETEROGÉNEAS - CATALISIS HETEROGENEA

Reacciones heterogéneas. Características generales y clasificación. Definición y fundamentos de la catálisis heterogénea. Catalizadores sólidos: propiedades físicas y químicas. Desactivación de catalizadores. Etapas de una reacción catalítica y velocidad global de reacción. Adsorción física y química. Modelo de adsorción de Langmuir. Teoría de adsorción en multicapas (ecuación BET). Caracterización física de catalizadores: superficie específica, porosidad, volumen de poros y densidad del sólido.

TEMA 2: CINETICA HETEROGENEA

Reactores catalíticos heterogéneos de laboratorio. Eliminación de limitaciones físicas. Expresiones de velocidad para reacciones catalíticas heterogéneas. Derivación de ecuaciones cinéticas a partir de mecanismos de reacción. Adsorción, reacción superficial y desorción. Metodologías de análisis cinético. Métodos diferencial e integral. Estimación de parámetros cinéticos mediante regresión lineal y no lineal. Validación e interpretación de parámetros cinéticos.

TEMA 3: PROCESOS DE TRANSPORTE EXTERNO EN REACCIONES HETEROGÉNEAS

Efecto de los procesos de transporte sobre la velocidad observada de reacción. Resistencia a la transferencia externa de materia. Correlaciones de transferencia. Difusión y reacción en la interfase. Factor de efectividad externo isotérmico y no isotérmico. Efectividad en términos de variables observables.

TEMA 4: DIFUSIÓN Y REACCIÓN EN MEDIOS POROSOS

Transferencia de masa intraparticular. Mecanismos de difusión en medios porosos: difusión molecular, de Knudsen y combinada. Difusividad efectiva y modelos estructurales de poros. Interacción entre difusión y reacción. Partículas catalíticas isotérmicas y no isotérmicas. Módulo de Thiele. Factor de efectividad interno y global. Reacciones limitadas por difusión. Criterios de Weisz-Prater y de Mears.

TEMA 5: DISEÑO DE REACTORES HETEROGÉNEOS. REACTORES CATALÍTICOS

Introducción al diseño de reactores catalíticos heterogéneos. Reactores de lecho fijo, lecho móvil, lecho fluidizado, trickle-bed y slurry. Clasificación de modelos de reactores de lecho fijo. Modelos pseudo-homogéneos unidimensionales y bidimensionales. Formulación y resolución de modelos matemáticos. Simulación y análisis de

desempeño de reactores.

TEMA 6 : REACTORES REALES

Técnicas de respuesta a trazadores. Distribuciones de tiempos de residencia. Funciones E(t) y F(t). Tiempo medio de residencia. Desviaciones del comportamiento ideal: estancamiento, canalización y dispersión. Modelos de dispersión, tanques en serie, reciclo y flujo laminar. Determinación de coeficientes de dispersión. Micromezclado, modelos de flujo segregado y de máximo mezclado. Efecto de las no idealidades sobre la conversión y el desempeño de los reactores.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

TRABAJOS PRÁCTICOS DE AULA

Los trabajos prácticos de aula consistirán en la resolución de problemas de ingeniería orientados al análisis, modelado y diseño de reactores catalíticos heterogéneos. La metodología de trabajo comprenderá el desarrollo de ejercicios de aplicación, la formulación y resolución de modelos matemáticos y la utilización de herramientas computacionales para la simulación y análisis de los sistemas estudiados.

TP 1. Reacciones Heterogéneas – Catálisis Heterogénea.
TP 2. Modelado y Determinación de Parámetros Cinéticos.
TP 3. Procesos de Transporte Externo en Reacciones Heterogéneas.
TP 4. Difusión y Reacción en Medios Porosos.
TP 5. Diseño y Simulación de un Reactor de Lecho Fijo. Aplicación del Modelo Pseudohomogéneo Unidimensional.
TP 6. Reactores Reales.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO

Se realizarán los siguientes trabajos prácticos de laboratorio:
Práctico 1. Determinación de la Distribución de Tiempos de Residencia en un Reactor Tanque Agitado Continuo.
Práctico 2. Determinación de la Distribución de Tiempos de Residencia en un Reactor Tubular de Flujo Pistón.

VIII - Regimen de Aprobación

METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:
El dictado de la asignatura ingeniería de las Reacciones Químicas 2, se subdivide en el dictado de clases Teóricas, clases con Trabajos prácticos de aula 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 de Aula se pone en efecto los Práctico de cada Unidad. La metodología de trabajo consiste en el desarrollo de ejemplos 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.
CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
REGIMEN DE ALUMNOS REGULARES
El dictado de la asignatura se desarrollará mediante clases teórico-prácticas, trabajos prácticos de aula y trabajos prácticos de laboratorio. Las clases teóricas estarán orientadas al desarrollo de los fundamentos conceptuales de cada unidad temática, promoviendo el análisis y la integración de conocimientos. Los trabajos prácticos de aula consistirán en la resolución de problemas de ingeniería, la formulación y resolución de modelos matemáticos y la utilización de herramientas computacionales para la simulación y análisis de reactores catalíticos heterogéneos. Los trabajos prácticos de laboratorio

tendrán carácter obligatorio y estarán destinados a la adquisición, procesamiento e interpretación de datos experimentales relacionados con el comportamiento de reactores reales.

CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO
• Asistir como mínimo al 80 % de las clases teórico-prácticas y al 100 % de los trabajos prácticos de laboratorio.
• Aprobar las los informe de trabajos prácticos de aula con una calificación mínima de 7 (siete) puntos.
• Aprobar los trabajos prácticos de laboratorio y sus respectivos informes.
• Aprobar dos evaluaciones parciales, de carácter teórico-práctico, o sus correspondientes recuperaciones, con una calificación mínima de 7 (siete) puntos.

RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXAMEN FINAL

Los estudiantes que alcancen la condición de regular deberán aprobar un examen final individual, de carácter integrador, sobre la totalidad de los contenidos de la asignatura.

RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL
Podrán promocionar la asignatura los estudiantes que:
• Cumplan con los requisitos de correlatividades establecidos en el plan de estudios.
• Asistan como mínimo al 80 % de las clases teórico-prácticas y al 100 % de los trabajos prácticos de laboratorio.
• Aprueben las evaluaciones parciales y sus correspondientes actividades integradoras con una calificación mínima de 7 (siete) puntos y/o informar un proyecto integrador de la asignatura.
• Aprueben un coloquio integrador final sobre los contenidos de la asignatura.

RÉGIMEN DE ESTUDIANTES LIBRES
Los estudiantes en condición de libre deberán aprobar, en carácter eliminatorio:
1. Un examen escrito basado en la resolución de problemas correspondientes a las guías de trabajos prácticos de aula.
2. Los trabajos prácticos de laboratorio y sus respectivos informes, en las condiciones establecidas por la cátedra.
3. Un examen oral integrador sobre la totalidad de los contenidos de la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

[1] Smith, J. M. Ingeniería de la Cinética Química. Editorial CECSA.
[2] Fogler, H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. 6th Edition. Pearson Education, 2020.
[3] Froment, G. F.; Bischoff, K. B.; De Wilde, J. Chemical Reactor Analysis and Design. 3rd Edition. John Wiley & Sons, 2011.
[4] Levenspiel, O. Ingeniería de las Reacciones Químicas. 3.ª Edición. Editorial Reverté, 2004.
[5] Apuntes y Guías de Trabajos Prácticos elaborados por la Cátedra de Ingeniería de las Reacciones Químicas II.

X - Bibliografia Complementaria

[1] Himmelblau, D. M.; Riggs, J. B. Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering. 9th Edition. Pearson Education, 2012.
[2] Rawlings, J. B.; Ekerdt, J. G. Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals. 2nd Edition. Nob Hill Publishing, 2012.
[3] Edgar, T. F.; Himmelblau, D. M.; Lasdon, L. S. Optimization of Chemical Processes. 2nd Edition. McGraw-Hill, 2001.
[4] Laidler, K. J. Chemical Kinetics. 3rd Edition. Harper & Row Publishers, 1987.
[5] Aris, R. Introduction to the Analysis of Chemical Reactors. Prentice Hall, 1965.
[6] Boudart, M. Kinetics of Chemical Processes. Prentice Hall, 1985.
[7] Seinfeld, J. H.; Lapidus, L. Process Modeling, Estimation, and Identification. Dover Publications, 2013.
[8] Biblioteca Electrónica de la Universidad Nacional de San Luis y artículos científicos publicados en revistas especializadas de Ingeniería de Reactores, Catálisis y Cinética Química. https://elibro.net/es/lc/unsl

XI - Resumen de Objetivos

Al finalizar la asignatura, el estudiante deberá ser capaz de comprender y analizar los fenómenos físicos y químicos involucrados en las reacciones catalíticas heterogéneas, formular y resolver modelos matemáticos de sistemas reaccionantes

heterogéneos, diseñar y evaluar reactores catalíticos considerando condiciones de operación reales y aplicar herramientas matemáticas y computacionales para la simulación, el análisis y la optimización de procesos químicos industriales.

XII - Resumen del Programa

TEMA 1: REACCIONES HETEROGÉNEAS - CATALISIS HETEROGENEA

Reacciones heterogéneas. Clasificación. Definición general de la catálisis. Catalizadores. Etapas de una reacción catalítica. Velocidad global de reacción. Propiedades físicas de los catalizadores

TEMA 2: CINETICA HETEROGENEA

Expresiones de velocidad para reacciones catalíticas heterogéneas. Derivación de ecuaciones de velocidad. Metodología de análisis cinético.

TEMA 3: PROCESOS DE TRANSPORTE EXTERNO EN REACCIONES HETEROGÉNEAS

Efecto de los procesos físicos sobre la velocidad de reacción observada. Factor de efectividad externo, isotérmico. Efectividad en términos de observables. Efectividad externa no isotérmica generalizada.

TEMA 4: DIFUSIÓN Y REACCIÓN EN MEDIOS POROSOS

Transferencia de masa intragranular. Interacción entre transferencia de masa y reacción. Módulo de Thiele. Factor de efectividad interno. Módulo de Thiele observable. Reacciones limitadas por la difusión. Factor de efectividad. Factor de efectividad global. Eliminación de regímenes limitados por reacción y difusión: criterio de Weisz-Prater, criterio de Mears.

TEMA 5: DISEÑO DE REACTORES HETEROGÉNEOS. REACTORES CATALÍTICOS

Diseño de reactores para reacciones catalíticas heterogéneas. Reactores de lecho fijo. Clasificación de los modelos de reactores de lecho fijo. Modelos pseudo-homogéneos de reactores de lecho fijo. Modelo unidimensional pseudo-homogéneo de reactores de lecho fijo. Modelo bidimensional pseudo-homogéneo de reactores de lecho fijo.

TEMA 6 : REACTORES REALES

Distribuciones de tiempos de residencia. Funciones E(t) y F(t). Modelos de flujo no ideal. Dispersión, tanques en serie y reciclo. Micromezclado y su efecto sobre la conversión y el desempeño de los reactores.

XIII - Imprevistos

Ante situaciones imprevistas que alteren el normal desarrollo de las actividades académicas presenciales, la asignatura implementará estrategias de enseñanza y aprendizaje mediadas por tecnologías digitales, utilizando el entorno virtual institucional y herramientas de comunicación sincrónicas y asincrónicas. Las actividades teóricas, prácticas y de consulta se adecuarán a las condiciones existentes, garantizando la continuidad pedagógica y el cumplimiento de los objetivos de la asignatura.

XIV - Otros

- Analizar las características de los catalizadores y su influencia en la velocidad de reacción, para evaluar su desempeño, a partir de fundamentos teóricos y datos experimentales.
- Formular modelos cinéticos de reacciones catalíticas, para determinar sus parámetros, mediante el análisis de datos experimentales.
- Analizar los fenómenos de transferencia de materia en reacciones catalíticas, para evaluar su influencia en la velocidad de reacción, considerando los procesos de transporte externo e interno.
- Diseñar y simular reactores catalíticos, para evaluar su comportamiento, mediante modelos matemáticos y herramientas computacionales.
- Evaluar el comportamiento de reactores reales, para determinar su impacto en el desempeño del proceso, considerando las desviaciones respecto del comportamiento ideal.

Detalles de horas de la Intensidad de la formación práctica. Cantidad de horas de Teoría: 40 h, Cantidad de horas de Práctico Aula (Resolución Problemas Ingeniería, Diseño o Proyecto de Ingeniería con utilización de software específico y laboratorios): 80 h
Aportes del curso al perfil de egreso:
Identificar, formular y resolver problemas (Nivel 2)
Utilizar y adoptar de manera efectiva las técnicas, instrumentos y herramientas de aplicación (Nivel 1).
Aplicar conocimientos de las ciencias básicas de la ingeniería y de las tecnologías básicas (Nivel 2).
Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo multidisciplinarios (Nivel 2).
Comunicarse con efectividad en forma escrita, oral y gráfica (Nivel 2)

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