



PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Química

CARRERA: Ingeniería Química

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: INGENIERÍA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Año Académico: 2023

Área: Especialidad

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Nivel: 4

Tipo: Obligatoria

Modalidad: Cuatrimestral

Cargas horarias totales:

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
120	160	10

FUNDAMENTACIÓN

Según el Instituto Americano de Ingenieros Químicos (A.I.Ch.E.), la Ingeniería Química es la profesión en la cual los conocimientos de matemática, química y otras ciencias naturales, adquiridos por el estudio, son aplicados con criterio para desarrollar vías económicas para el uso de materiales y energía en beneficio de la humanidad.

En este contexto, el desarrollo del proceso para un nuevo material o producto depende de la integración exitosa de las etapas de recepción y tratamiento de materias primas, su transformación química, y la separación y refinación de los productos resultantes. Esta asignatura, en particular, tiene como objetivo el diseño básico de los reactores químicos, para lo cual se requiere un análisis de los procesos tanto físicos como químicos que ocurren en su interior, ya que los principios que gobiernan las transferencias de masa y energía son tan importantes como los que rigen a la cinética química.

Por lo tanto, siendo una de las características distintivas de la ingeniería química la combinación de las operaciones físicas y químicas, el diseño de los reactores químicos es una actividad específica de los ingenieros químicos.



COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Alta	Media	Baja	
CE1 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 1) Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.	X			
CE2 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 2) Diseñar, calcular y proyectar productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando estrategias conceptuales y metodológicas asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulación para valorar y optimizar, con ética, sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
CE3 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 3) Planificar y supervisar la construcción, operación y mantenimiento de procesos,			X	



sistemas, instalaciones y elementos complementarios donde se llevan a cabo la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas utilizando de manera efectiva los recursos físicos, humanos, tecnológicos y económicos; a través del desarrollo de criterios de selección de materiales, equipos, accesorios, sistemas de medición y la aplicación de normas y reglamentaciones pertinentes, atendiendo los requerimientos profesionales prácticos.				
CE4 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 4) Verificar el funcionamiento, condición de uso, estado y aptitud de equipos, instalaciones y sistemas involucrados en la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y en el control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas aplicando procedimientos, técnicas y herramientas teniendo en cuenta la legislación, estándares y normas de funcionamiento, de calidad, de ambiente y seguridad e higiene.		X		

COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Alta	Media	Baja
CT1 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 1) Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.	X		
CT2 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 2) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.			X



CT3 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 3) Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.			X
CT4 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 4) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la ingeniería.		X	
CS8 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 8) Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.			X
CS9 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 9) Aprender en forma continua y autónoma.			X

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Evaluar la cinética de reacción necesaria para el diseño de los diferentes tipos de reactores.
- Calcular equipos de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos para su verificación óptima y eficiente.
- Diseñar sistemas de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos para su selección óptima y eficiente.
- Integrar conceptos y capacidades adquiridas en otras asignaturas anteriores y en asignaturas del mismo nivel, para poder aplicarlos en el campo laboral, en el desarrollo de nuevas tecnologías y en la aplicación eficiente de las existentes.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos



- Diseño, simulación e intensificación de equipos de operación continua y discontinua con reacción química, isotérmicos y no isotérmicos.
- Cinética homogénea y heterogénea.
- Reactores reales.
- Mantenimiento de estas operaciones.

Contenidos analíticos

PARTE 1: Sistemas Homogéneos

Unidad Temática 1: Cinética de las reacciones homogéneas

Objeto de la cinética química. Clasificación de las reacciones químicas homogéneas. Reacciones simple y múltiple, elemental y no elemental, reversible y autocatalítico. Expresión de velocidad de reacción: dependencia de la velocidad con la concentración. Subórdenes de reacción. Dependencia de la velocidad con la temperatura. Constante de velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius. Métodos experimentales para la determinación de los parámetros cinéticos en reactores discontinuos a volumen constante y variable (subórdenes de reacción, factor pre-exponencial, energía de activación). Análisis de los datos experimentales. Método integral. Método diferencial. Método de la aislación. Método de las velocidades iniciales.

Unidad Temática 2: Reactores ideales homogéneos (isotérmicos – no isotérmicos)

Reactores ideales isotérmicos: definición y clasificación de los reactores químicos (reactores tipo tanque, tubulares y columnas, continuos y discontinuos). Modelos de flujo ideal: mezclado ideal y mezclado nulo. Reactor tanque discontinuo idealmente agitado: TDIA (a volumen constante y presión variable o volumen variable y presión constante). Reactores de flujo continuo. Comparación del comportamiento de los reactores ideales para reacciones simples de distintos órdenes.

Sistemas de reactores múltiples: reactores FPI en serie y/o en paralelo. Reactores TCIA de iguales tamaños conectados en serie, para reacciones de primer y segundo orden.



Reactores TCIA de diferentes tamaños conectados en serie. Reactores de diferentes tipos en serie, disposición más adecuada de un sistema de reactores ideales.

Reactores ideales no isotérmicos: sistemas de reacción no isotérmicos. Análisis de las expresiones de velocidad de reacción ($x_A = f(T)$) para reacciones irreversibles y reversibles. Progresión de temperatura óptima. Diseño de reactores no isotérmicos: planteo de la ecuación de balance de energía. Ecuaciones de diseño para los reactores ideales adiabáticos (TCIA, TDIA y FPI). Condiciones óptimas de operación de los reactores ideales adiabáticos. Ecuaciones de diseño para reactores ideales no isotérmicos-no adiabáticos. Estabilidad del TCIA. Estabilidad del FPI. "Hot-Spot". Reactor FPI con recirculación. Ecuación de diseño. Análisis de su comportamiento. Aplicación a reacciones autocatalíticas y exotérmicas. Mantenimiento de los equipos.

Unidad Temática 3: Reacciones múltiples

Reacciones en paralelo. Distribución de productos. Estudio cualitativo y cuantitativo. Rendimiento fraccional instantáneo y global. Determinación del volumen del reactor. Condiciones de operación más adecuadas para reacciones en paralelo. Reacciones en serie. Estudio cualitativo sobre la distribución de los productos. Estudio cuantitativo para reactores FPI y discontinuos. Estudio cuantitativo para el reactor TCIA. Reacciones en serie-paralelo. Estudio cuantitativo para reactores FPI y TDIA. Estudio cuantitativo para reactores TCIA. Aplicaciones.

Unidad Temática 4: Desviaciones a la hipótesis de flujo ideal

Modelos no ideales. Distribución de tiempos de residencia. Curvas E, F y C. Relaciones. Modelo de flujo segregado. Modelo de flujo pistón disperso. Modelo de tanques en serie. Modelos combinados (estudio cualitativo). Determinación de flujos defectuosos en equipos de proceso (estudio cualitativo).



PARTE 2: Sistemas Heterogéneos

Unidad Temática 5: Cinética de las reacciones sólido-fluido catalíticas

Adsorción en superficies sólidas. Adsorción física y química. Isotermas de Langmuir. Isotermas de BET. Propiedades físicas de los catalizadores. Área superficial, volumen de poros, densidad del catalizador, distribución del volumen de poros. Clasificación y preparación de catalizadores. Promotores e inhibidores. Venenos. Etapas presentes en una reacción catalítica homogénea. Etapa controlante. Expresiones de velocidad de reacción. Reacción y difusión dentro de los catalizadores porosos. Mecanismo de transporte interno de materia. Concepto de difusividad efectiva. Cálculo de difusividad efectiva (modelo de poros en paralelo, modelo de poros al azar). Mecanismo de transporte interno de calor. Conductividad térmica efectiva. Ecuación cinética utilizada para la transferencia de masa con reacción química. Factor de efectividad en sistemas isotérmicos y no isotérmicos. Enmascaramiento de parámetros debido a la difusión interna. Procesos de transporte externo en reacciones heterogéneas. Ecuaciones cinéticas. Enmascaramiento de datos debido al transporte externo. Factor de efectividad global.

Unidad Temática 6: Reactores para reacciones sólido-fluido catalíticas

Reactores de lecho fijo. Porosidad del lecho. Esquema pseudo homogéneo de diseño. Variación de la presión. Transferencia de calor. Modelo Unidimensional. Otros modelos: bidimensional, lecho fluidizado (estudio cualitativo).

Unidad Temática 7: Cinética de las reacciones fluido-fluido

Teoría de la transferencia de masa con reacción química. Modelo de la película. Factor de reacción. Reacciones de primer y pseudo primer orden. Reacciones de segundo orden. Gráfico de van Krevelen y Hoftijzer. Análisis de la etapa controlante en cada caso.

Unidad Temática 8: Reactores para reacciones fluido-fluido



Criterio de selección y diseño de equipos. Diseño de columnas rellenas. Diseño de recipientes agitados y burbujeo.

Unidad Temática 9: Cinéticas de las reacciones sólido reactivo-fluido

Selección de un modelo. Modelo homogéneo. Modelo de frente móvil. Velocidad de reacción para partículas que no cambian de tamaño (control en película externa, en cenizas y químico). Velocidad de reacción para partículas que cambian de tamaño (control en película externa y químico). Combinación de resistencias. Determinación de la etapa controlante.

Unidad Temática 10: Reactores para reacciones sólido-fluido

Diseño para sistemas con flujo en pistón de sólidos y composición uniforme del gas. Partículas de un solo tamaño. Partículas de tamaño diferente. Diseño para sistemas con flujo de mezcla completa de sólidos y composición uniforme del gas. Partículas de un solo tamaño. Partículas de tamaño diferente.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	73	0	73
Formación práctica	47	0	47

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	8	0	Laboratorio de Química Orgánica – Laboratorio de Simulación de Procesos
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	0	0	
Proyecto y diseño	10	0	Aula



Problemas de aplicación	29	0	Aula
Práctica supervisada	0	0	
Total de horas	47	0	47

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

El desarrollo de la materia requiere la utilización de diversas técnicas y metodologías de enseñanza, preferentemente aquellas que hagan participar activamente al alumno.

La comunicación y el material necesario para las clases se harán mediante el aula virtual de la facultad (plataforma moodle). Los alumnos tendrán acceso desde el primer día de clases al aula virtual dónde encontrarán: el cronograma de la materia, el material para cada clase, el material de ejercitación y el material para las prácticas de laboratorio. Además tendrán ejercitación para resolver en programas de computadora (Mathcad, polymath, octave según disponibilidad de las licencias correspondientes), los ejercicios resueltos para consulta, recomendaciones sobre la bibliografía para cada tema, gráficos generales sobre los que pueda practicar para los exámenes parciales, ejemplos de resolución de integrales numéricas utilizando el método de trapecios y el método de Simpson, ejemplos de resolución de ecuaciones diferenciales utilizando el método de Euler, Euler modificado y Runge Kutta de 4^º orden, y evaluaciones de ejemplo tomados en ciclos lectivos anteriores.

Para el dictado de la materia (contribución competencias CE1, CE2, CE3, CE4, CS8) se propone la combinación de la exposición dialogada con la utilización de diapositivas electrónicas (power point) y recursos audiovisuales previamente distribuidos a los alumnos mediante el empleo del aula virtual. Estas mismas contarán con una secuencia de los temas a desarrollar y ejemplos prácticos. Las diapositivas se distribuyen en dos formatos, una similar a la presentada en las clases (formato .pdf en lugar de .ppt) y otra más resumida de tal modo que cada hoja contenga tres diapositivas reducidas con renglones intercalados a la derecha de cada diapositiva, para que el alumno pueda realizar sus anotaciones.



En cada clase se desarrollará en la primera parte la teoría según el tema que corresponda, dejando la segunda parte del día para la realización de los ejercicios. De este modo, en cada clase el alumno puede advertir un ejemplo directo de los conceptos que se desarrollan a medida que son dictados.

La primera parte de la materia consiste en el estudio de los reactores homogéneos y el desarrollo de cada uno de los modelos de reactores ideales tendrán un mismo eje: balance de materia, balance de energía, operación isotérmica, operación adiabática, operación NINA, representación gráfica de la operación en gráficos conversión vs. temperatura e inversa de velocidad vs. conversión. Cada reactor se estudia por separado TDIA, TCIA y FPI para luego establecer las comparaciones con cada uno ellos y las operaciones en las cuales se tengan de sistemas de reacción que contengan más de un reactor, ya sea del mismo tipo o de distinto tipo.

En la segunda parte de la materia se seguirá un esquema similar, para cada modelo de reacción heterogénea se propone comenzar por la cinética, los fenómenos de transferencia, las etapas controlantes, el diseño del reactor, balance de materia y energía para sistemas fluido – sólido catalítico, fluido – fluido, y sólido no catalítico.

También se prevé la utilización de programas de computadora (Mathcad, Polymath, Octave según disponibilidad de las licencias correspondientes) para resolver ecuaciones o sistemas de ecuaciones diferenciales. Además de programas de computadora de simulación de procesos (Hysys o Unisim según disponibilidad de las licencias correspondientes).

Para lograr el objetivo de la metodología de estudio, se prevé la implementación de evaluaciones de opciones múltiples cada dos o tres clases. Estas contarán con diez (10) preguntas con cuatro posibles respuestas. La evaluación durará 10 minutos y será anónima. Luego del plazo se retirarán las evaluaciones y se volverán a repartir de modo que cada alumno reciba una evaluación de un compañero sin saber de quién es. Acto seguido se corregirán los puntos y se pedirá a cada alumno el resultado de la evaluación. Con el total de notas se calculará una nota promedio como diagnóstico del estado del curso.



Todo el material es sustentado por la bibliografía recomendada por la cátedra.

La resolución de los ejercicios (contribución CE1, CE2, CE3, CE4, CT1, CT2, CT4, CS9) será realizada por el auxiliar del curso así como la explicación de las prácticas de laboratorio. Se procederá primero a plantear el ejercicio indicando sus variables y realizando los gráficos correspondientes para implementar los temas desarrollados en la teoría. Se plantean los balances necesarios para resolver el sistema, y luego de una breve discusión se hará una predicción basada en los conceptos adquiridos durante el curso sobre el resultado que se espera obtener y se procederá a realizar las operatorias necesarias para establecer relaciones matemáticas hasta el cálculo final.

Con respecto a las prácticas de laboratorio (contribución CE1, CE2, CT1, CT2, CT4, CS9), se propone la realización de prácticas demostrativas para la determinación o verificación de parámetros cinéticos y prácticas de caracterización de la fluidodinámica de un reactor de laboratorio. Dichas prácticas se realizan en el laboratorio de química orgánica debido al espacio disponible, ya que al ser habitualmente cursos numerosos existe la posibilidad de tener que dividir el curso en más de un grupo para poder realizar las prácticas.

Se prestará atención extrema en la seguridad en el laboratorio, para ello, los alumnos contarán con el asesoramiento correspondiente al comienzo del año y en forma permanente durante el mismo. Así mismo tendrán que cumplir requisitos imprescindibles para el desarrollo de los trabajos prácticos como el uso obligatorio de guardapolvos, gafas de seguridad y eventualmente el uso de guantes.

Durante la cursada se proponen dos prácticas de laboratorio cuyos objetivos son los siguientes:

Cinética:

- Verificar el orden global correspondiente a la reacción de saponificación del acetato de etilo, en fase homogénea.
- Determinar el valor de la constante cinética (k) a la temperatura de operación.



Reactores no ideales:

- Determinar la curva de Distribución de Tiempos de Residencia (DTR) en un reactor tubular.
- Calcular el módulo de dispersión.
- Predecir, utilizando distintos modelos, la conversión para una reacción de primer orden.

Se prevé la realización de prácticas en el laboratorio de simulación (contribución CE1, CE2, CE4, CT1, CT2, CT4; CS9) utilizando programas de computadora en los cuales se demuestra la manera de resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales para resolver un sistema de reacción semi continuo con los datos obtenidos de la práctica de cinética desarrollada en el laboratorio. La simulación se realizará utilizando principalmente Mathcad, aunque los programas Polymath y Octave son otras alternativas para su resolución. Además de la simulación en el programa Mathcad se realizará una práctica en el simulador de procesos Hysys o Unisim, la cual consiste en hacer una presentación sobre el uso de los reactores en el simulador, tipos de reacciones en Hysys, tipos de reactores en Hysys y la simulación de un FPI y un TCIA adiabáticos y una simulación de un reactor catalítico heterogéneo.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

La materia contará con 2 (dos) instancias de evaluación parcial, con 2 (dos) instancias de recuperación por cada instancia de evaluación parcial según la normativa vigente.

Cada trabajo práctico de laboratorio tendrá un examen de laboratorio "parcialito" que consta de tres o cuatro preguntas generales sobre la práctica. Cada trabajo práctico de laboratorio se aprueba con el aprobado del parcialito y el aprobado en el informe correspondiente.

Para el examen final de la asignatura, se propone la siguiente metodología:

- Se brindará un tema a desarrollar sobre alguna de las unidades de la asignatura.
- Se otorgará un período (una hora) para que el alumno realice un desarrollo del tema durante.



- Luego de hacer el desarrollo del tema en cuestión se le tomará oral sobre el mismo, haciendo hincapié en los “porqué” de las deducciones que haya realizado.
- Se vinculará el tema desarrollado con otros temas de la asignatura.
- Si el alumno responde satisfactoriamente estará aprobado.

Requisitos de Regularidad

El alumno deberá cumplir la asistencia según lo estipulado en el Reglamento de Estudios vigente.

El alumno deberá aprobar los dos exámenes en alguna de las instancias con una nota igual o mayor a 6 (seis) puntos, el cual corresponderá al 60 % del total del examen correcto.

El alumno que apruebe las evaluaciones parciales, los parcialitos de laboratorio, los informes de laboratorio, y que cumpla con el requisito de asistencia, estará en condiciones de regularizar la materia y podrá presentarse al examen final.

Requisitos de Aprobación

Aprobar el examen final de la asignatura.

Requisitos de Aprobación Directa (Promoción)

Si el alumno aprueba los dos exámenes parciales con nota igual o mayor a 8 (ocho) puntos, el cuál corresponderá al 80 % del total del examen correcto con las justificaciones adecuadas, podrá acceder a la posibilidad de promoción de la materia.

Si el alumno aprueba uno solo de los dos exámenes parciales con nota igual o mayor a 8 (ocho) y el otro examen parcial lo aprueba con menos de 8 puntos (7 o 6) o lo desaprueba, podrá recuperarlo en la primera instancia de recuperación correspondiente y acceder a la posibilidad de promoción de la materia. La nota adquirida en la instancia de recuperación reemplazará indefectiblemente la nota obtenida en el parcial.

El alumno que apruebe las evaluaciones parciales con 8 (ocho) puntos o más, incluso habiendo recuperado uno de los dos exámenes parciales en la primera instancia de



recuperación, los parcialitos de laboratorio, los informes de laboratorio, y que cumpla con el requisito de asistencia, estará en condiciones de promocionar la materia sin necesidad de presentarse al examen final.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Articulación vertical

- Asignatura: Química Orgánica

Temas: mecanismo de reacción, velocidad de reacción.

Núcleo temático (Ing. de las Reacciones Químicas): Cinética de las reacciones homogéneas.

- Asignatura: Físicoquímica

Temas: Equilibrio Químico-Cinética Homogénea

Núcleos Temáticos (Ing. de las Reacciones Químicas): Diseño de Reactores homogéneos isotérmicos y no isotérmicos.

- Asignatura: Termodinámica

Temas: Balance de energía (orientado desde el Primer Principio)

Núcleos Temáticos (Ing. de las Reacciones Químicas): Diseño de Reactores no isotérmicos.

- Asignatura: Balances de Masa y Energía

Temas: Balances macroscópicos de masa y energía

Núcleos Temáticos (Ing. de las Reacciones Químicas): Todos los núcleos temáticos de la asignatura.

- Asignatura: Fenómenos de Transporte

Temas: Balances de cantidad de movimiento, energía y masa

Núcleos Temáticos (Ing. de las Reacciones Químicas): Cinética y diseño de reactores homogéneos y heterogéneos.

- Asignatura: Matemática Superior Aplicada



*Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires*

Temas: Método de Euler, Euler modificado, Runge Kutta de 4^º orden para la resolución de ecuaciones diferenciales. Método de trapecios, Simpson para resolución de integrales numéricas.

Núcleo Temático (Ing. de las Reacciones Químicas): Todos los núcleos temáticos de la asignatura.

- Asignatura: Control Automático de Procesos

Temas: Control en cascada para reactores continuos tipo tanque agitado con camisa de refrigeración.

Núcleo Temático (Ing. de las Reacciones Químicas): Diseño de Reactores homogéneos isotérmicos y no isotérmicos.

Articulación horizontal

- Asignatura: Operaciones Unitarias I

Temas: Flujo a través de lechos rellenos

Núcleos temáticos (Ing. de las Reacciones): Cinética y Diseño de reactores para reacciones heterogéneas en particular: Diseño de reactores catalíticos.

- Asignatura: Operaciones Unitarias II

Temas: Transferencia de masa con y sin reacción química

Núcleos temáticos (Ing. de las Reacciones): Cinética y Diseño de reactores para reacciones heterogéneas en particular: Diseño de torres de absorción con reacción química.

- Asignatura: Diseño, Simulación, Optimización y Seguridad de Proceso

Temas: Estimación de volumen de reactor.

Núcleos temáticos (Ing. de las Reacciones): Diseño de reactores homogéneos y heterogéneos.

- Asignatura: Tecnología de la Energía Térmica

Temas: Transferencia de calor entre el reactor y el sistema de intercambio.



Núcleos temáticos (Ing. de las Reacciones): Reactores no isotérmicos homogéneos y heterogéneos.

- Asignatura: Procesos Biotecnológicos

Temas: Reactores Biológicos.

Núcleos temáticos (Ing. de las Reacciones): Reactores no isotérmicos homogéneos y heterogéneos-Catálisis heterogénea.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
1	Unidad I - Introducción – Estequiometría - Teoría.	Presencial
2	Unidad I - Termodinámica – Equilibrio – Teoría y práctica - Guía 1.	Presencial
3	Unidad I - Cinética homogénea – Teoría y práctica – Guía 2-1; 2-2; 2-3	Presencial
4	Unidad I - Cinética homogénea – Teoría y práctica - Guía 2-4; 2-5; 2-6.	Presencial
5	Unidad II - T.D.I.A. - Balance de materia – Teoría y práctica – Guía 3-1; 3-2.	Presencial
6	Unidad II - T.D.I.A. - Isotérmico – Adiabático – Teoría y práctica – Guía 3-3; 3-4.	Presencial
7	Unidad II - T.D.I.A. - N.I.N.A. – Teoría.	Presencial
8	Laboratorio - TP Nº1 – Cinética Química	Presencial
	Unidad II - T.C.I.A. - Balance de materia y energía – Teoría y práctica – Guía 4-1; 4-2.	Presencial
9	Unidad II - T.C.I.A. - Multiplicidad de estados estacionarios – Teoría y práctica – Guía 4-3.	Presencial
10	Unidad II - F.P.I. - Balance de materia y energía – Teoría y práctica – Guía 5-1; 5-2.	Presencial
11	Unidad II - F.P.I. con reciclo – Teoría y práctica – Guía 5-3; 5-4; 5-5.	Presencial



12	Laboratorio de Simulación de Procesos - TP N°2	Presencial
13	Unidad II - Reactores Múltiples – Teoría y práctica – Guía 6-1; 6-2; 6-3.	Presencial
14	Unidad II - Comparación de reactores – Teoría y práctica – Guía 6-4; 6-5.	Presencial
15	Unidad III - Reacciones Múltiples – Paralelo – Teoría y práctica – Guía 7-1; 7-2.	Presencial
16	Unidad III - Reacciones Múltiples – Serie – Teoría y práctica – Guía 7-3; 7-4.	Presencial
17	Laboratorio de Simulación de Procesos - TP N°3	Presencial
18	1º Parcial	Presencial
19	Unidad IV - Modelos no ideales - Flujo segregado – Teoría y práctica – Guía 8-1.	Presencial
20	Unidad IV - Modelos no ideales - Flujo Pistón Disperso – Teoría y práctica – Guía 8-2.	Presencial
21	Unidad IV - Modelos no ideales - Tanques en serie – Teoría y práctica – Guía 8-3; 8-4.	Presencial
22	Laboratorio TP N°4 – Reactores Reales	Presencial
	Unidad IV - Modelos no ideales - Modelos combinados - Teoría.	Presencial
23	Unidad V - Catálisis Heterogénea - cinética de las reacciones catalíticas - Teoría.	Presencial
24	Unidad V - Catálisis Heterogénea - resistencia en superficie - resistencia en pastilla isotérmica – Teoría y práctica – Guía 9-1; 9-2.	Presencial
25	Unidad V - Catálisis Heterogénea - resistencia en pastilla no isotérmica – Teoría y práctica – Guía 9-3; 9-4.	Presencial
26	Unidad V - Catálisis Heterogénea - resistencia en película. Unidad VI - reactores de lecho fijo, móvil y fluidizado – Teoría.	Presencial
27	Unidad VII - Fluido fluido – cinética - Teoría.	Presencial
28	Unidad VIII - Fluido fluido - balance de masa reactor tipo columna – Teoría y práctica – Guía 10-1; 10-2.	Presencial



29	Unidad IX - Sólido reactivo no catalítico – cinética – Teoría y práctica – 11-1.	Presencial
30	Unidad X - Sólido reactivo no catalítico – reactores – Teoría y práctica – Guía 11-2; 11-3.	Presencial
31	Laboratorio de Simulación de Procesos TP Nº5	Presencial
32	2º Parcial	Presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- Farina - Ferretti – Barreto. (1997). *Introducción al diseño de reactores químicos*. T I. Nueva Librería.
- Fogler, H.S. (2020). *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd edition. Prentice-Hall Inc.
- Levenspiel, O. (2004). *Ingeniería de las reacciones químicas*. Limusa-Wiley
- Smith, J. M. (1999). *Ingeniería de la cinética química*. Ed. CECSA.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Aris, R. (1973). *Análisis de Reactores*. Editorial Alhambra.
- Bird, R. (2002). *Transport Phenomena*. John Wiley & Sons.
- Bird, R.B. – Stewart, W.E. - Lightfoot E.N., (2006). *Fenómenos de Transporte*. Ed. Limusa-Wiley.
- Coulson, J – Richardson, J. (1994). *Chemical Engineering* Vol. III. Butterworth – Heinemann.
- Cunningham, R - Lombardi, J (1972). *Fundamento del diseño de reactores*. Ed. EUDEBA.
- Cussler, E (2008). *Diffusion. Mass Transfer in Fluid Systems*. Cambridge University Press.
- Farina, I. H. - Ferretti, O. A. - Barreto, G. F. (1986). *Introducción al Diseño de Reactores Químicos*. EUDEBA.
- Fogler, H. (2008). *Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*. Ed. Pearson Education.
- Fogler, H (1999). *Elements of Chemical Reaction*. Prentice Hall.
- Froment, G - Bischoff, K (1990). *Chemical reactors, Analysis and Design*. Ed. Wiley.
- Logan, S.R. (2000). *Fundamentos de Cinética Química*. Addison Wesley.
- Walas, S. (2005). *Chemical Process. Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann.