

Guía docente de la asignatura

Análisis y Diseño Avanzado de Reactores QuímicosFecha última actualización: 15/07/2021
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 16/07/2021**Máster**

Máster Universitario en Ingeniería Química

MÓDULO

Ingeniería de Procesos y Productos

RAMA

Ingeniería y Arquitectura

CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO

Escuela Internacional de Posgrado

Semestre

Primero

Créditos

6

Tipo

Obligatorio

Tipo de enseñanza

Presencial

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Tipos de operación de reactores heterogéneos. Reactores fluido-fluido. Reactores fluido-sólido. Reactores polifásicos. Reactores de membrana. Fotorreactores. Reactores de interés industrial. Reactores de gasificación. Reactores de craqueo catalítico. Reactores de polimerización. Reactores enzimáticos. Biorreactores. Fotobiorreactores. Otros reactores de interés industrial.

COMPETENCIAS**COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un



modo claro y sin ambigüedades.

- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG02 - Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.
- CG05 - Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.
- CG07 - Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- CE02 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT02 - Utilizar herramientas y programas informáticos para el tratamiento y difusión de los resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica.
- CT04 - Comunicar conceptos científicos y técnicos utilizando los medios audiovisuales más habituales, desarrollando las habilidades de comunicación oral.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Completar la formación en el cálculo y selección del mejor reactor para un determinado proceso.
- Adquirir conocimientos en reactores heterogéneos fluido-fluido, mecanismos y forma de contacto más adecuados. Aplicar distintos modelos de flujo y parámetros de diseño de los distintos tipos de reactores.
- Adquirir conocimientos de reactores fluido-sólido no catalíticos, fundamentalmente de los reactores para reacciones gas-sólido: combustores, gasificadores etc.
- Entender el contacto entre fases en reactores polifásicos, ser capaz de dimensionar reactores con el sólido en lecho fijo, fluidizado, móvil o en suspensión.
- Adquirir conocimientos de reactores de membrana, sus aplicaciones más importantes y ser capaz de dimensionar equipos para objetivos concretos.
- Entender los mecanismos de reacciones fotoquímicas en fase homogénea y heterogénea y



- aplicar estos conocimientos al dimensionado y diseño de reactores.
- Profundizar en los mecanismos de polimerización, tanto en sistemas homogéneos como heterogéneos, estimar parámetros de diseño de ambos sistemas y optimizar tiempos de residencia.
 - Adquirir conocimientos sobre los distintos tipos de reactores bioquímicos de interés industrial: Reactores con enzimas y reactores con microorganismos. Ser capaz de seleccionar el reactor, dimensionarlo y escoger las mejores condiciones de operación.
 - Adquirir conocimientos sobre otros tipos de reactores de interés industrial como los reactores de CVD, las destilaciones reactivas o los microrreactores y procesos industriales en los que están involucrados.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. PRESENTACIÓN

2. REACTORES FLUIDO-SÓLIDO (BLOQUE I)

2.1. Reactores fluido-sólido catalíticos.

- Reactores de lecho fijo.
 - Configuraciones y catalizadores para reactores de lecho fijo: Tipos y disposición del catalizador. Configuraciones multitubulares y multilecho.
 - Interacción entre transporte de materia y reacción química. Interacción entre la difusión en los poros y la reacción química. Factor de efectividad. Módulo de Thiele. Criterios para determinar la influencia de los fenómenos físicos de transporte.
 - Modelado de los reactores catalíticos de lecho fijo: Modelos pseudo-homogéneos y heterogéneos. Modelos unidimensionales y bidimensionales. Aparición de puntos calientes: estabilidad térmica. Funcionamiento no estacionario.
- Reactores de lecho fluidizado.
 - Reactores de lecho fluidizado. Definición. Aplicaciones. Configuraciones y formas de operación de los reactores catalíticos de lecho fluidizado. Sistemas reactor-regenerador.
 - Modelado de reactores de lecho fluidizado.

2.2. Reactores fluido-sólido no catalíticos.

- Mecanismos de reacciones fluido-sólido no catalíticas. Casos de importancia industrial. Reactores de combustión y gasificación.

2.3. Reactores polifásicos

3. REACTORES GAS-LÍQUIDO (BLOQUE II)

- Interacción entre la transferencia de materia a través de una interfase y la reacción química. Factor de aceleración química. Módulo de Hatta. Regímenes de operación. Comparación del factor de efectividad y el factor de aceleración química.
- Tipos de contactores gas-líquido. Columnas de relleno. Tanques de burbujeo. Columnas de pulverización. Modelado y diseño de contactores.
- Destilación reactiva: usos actuales y perspectivas de uso.



4. OTROS REACTORES DE INTERÉS INDUSTRIAL. TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN (BLOQUE II)

- Reactores CVD, microrreactores, fotorreactores. Tendencias actuales en la investigación en ingeniería de la reacción química.

5. REACTORES BIOLÓGICOS (BLOQUE III)

- Cinética enzimática. Cinética microbiana.
- Biorreactores ideales. Biocatalizadores inmovilizados.
- Reactores con biocatalizadores inmovilizados.
- Biorreactores aerobios.
- Biorreactores no convencionales.
- Procesos downstream.

PRÁCTICO

Conferencia:

Hidrodesulfuración en el sector del refino.

Impartida por Macarena Cabrera (Ingeniera Química, Jefe de la Planta de Combustibles de la Refinería Gibraltar-San Roque, CEPSA)

Seminarios:

Estudios de casos y simulación a realizar en ordenador mediante lenguajes de programación (MATLAB, Scilab, Python) y/o software para la simulación de procesos (ASPEN Plus).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. Froment, G.F. y Bischoff, K.B. Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Edition, John Wiley (1999). BPOL/66 FRO che
2. Smith, J.M. Chemical Engineering Kinetics, 3rd Edition, McGraw-Hill (1981). BPOL/66 SMI che
3. Levenspiel, O. El Omnilibro del Reactores Químicos, Reverte (1986). FCI/66 LEV omn.
4. Scott Fogler, H. Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice-Hall (1999) 3ª Ed. BPOL/66.02 FOG ele
5. Rase, H.F. Chemical Reactor Design for Process Plants. Vol. 1: Principles & Techniques, Wiley-Interscience (1977).
6. Thoenes, D. Chemical Reactor Development from Laboratory Synthesis to Industrial Production, Kluwer Academic Publishers (1994). FCI/66 THO che
7. Shah, Y.T. Gas-Liquid-Solid Reactor Design, McGraw-Hill (1979).
8. Santamaría, J.M., y Otros. Ingeniería de Reactores, Ed. Síntesis (1999) FCI/66 ING ing
9. González Velasco J.R. y col. Cinética Química Aplicada, Ed. Síntesis (1999) FCI/544 CIN cin
10. Godia y col. Ingeniería Bioquímica. Ed. Síntesis (1998) BPOL/66.02 GOD ING
11. Dunn y col. Biological Reaction Engineering: Principles, Applications with PC Simulation. Ed. VCH (1992) FCI/D 55 132



12. Atkinson. Reactores Bioquímicos. Ed Reverté (1986) FCI/66 ATK REA

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Perry, R.H. y Green, D. Manual del Ingeniero Químico, 7ª Edición, McGraw-Hill (2001)
2. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Recurso Electrónico Biblioteca UGR: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>
3. Mcketta, J.J. Encyclopedia Of Chemical Processing And Design, M. Dekker(1976) FCI/R 66 ENC ENC.

ENLACES RECOMENDADOS

Libros y bases de datos electrónicas disponibles en la Biblioteca de la Universidad de Granada
<http://www.ugr.es/~biblio/>

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio o de ordenador
- MD04 Realización de trabajos

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

La convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

Cada uno de los tres bloques en los que se divide la asignatura se evaluará independientemente, estableciéndose la calificación de cada alumno en base a:

- Actividades propuestas, que podrán ser para su resolución individual o en grupo (50%).
- Prueba final escrita compuesta por cuestiones teórico/prácticas y problemas sobre los contenidos este bloque (50%).

La calificación global de la asignatura será la media aritmética de las obtenida en cada bloque.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no la evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.



Se realizará en un acto único, donde se evaluarán los conocimientos y competencias trabajados en los tres bloques en los que se organiza la asignatura, mediante los instrumentos siguientes:

- **Examen teórico** oral y/o escrito: **60%** de la nota final.
- **Examen práctico** que consistirá en un estudio de caso o ejercicio de simulación de reactores industriales: **40%** de la nota final

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Las pruebas de la evaluación única final constarán de:

- **Un examen teórico** oral y/o escrito, que representa el **60%** de la nota final
- **Un examen práctico** que consistirá en un estudio de caso o ejercicio de simulación de reactores industriales, que representa el **40%** de la nota final

