



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

GUIA DOCENTE



CURSO 2015/2016

Máster Oficial en Ingeniería Química

DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre:

Análisis y Diseño Avanzado de Reactores Químicos

Denominación en inglés:

Analysis and Advanced Design of Chemical Reactors

Código:

1140102

Carácter:

Obligatorio

Horas:

	Totales	Presenciales	No presenciales
Trabajo estimado:	150	60	90

Créditos:

Grupos reducidos				
Grupos grandes	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4	1	1	0	0

Departamentos:**Áreas de Conocimiento:**

Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica	Ingeniería Química
---	--------------------

Curso:**Cuatrimestre:**

1º - Primero	Primer cuatrimestre
--------------	---------------------

DATOS DE LOS PROFESORES

Nombre:**E-Mail:****Teléfono:****Despacho:**

*Francisco Javier Navarro Domínguez	frando@uhu.es	959218205	P3N616
-------------------------------------	---------------	-----------	--------

*Profesor coordinador de la asignatura

[Consultar los horarios de la asignatura](#)

1. Descripción de contenidos

1.1. Breve descripción (en castellano):

Diseño de reactores para reacciones complejas de diversa naturaleza.
Reactores multifásicos. Reactores catalíticos.
Reacciones enzimáticas y microbianas y bioprocesos.
Procesos y reactores de polimerización, sonoquímicos y fotoquímicos.

1.2. Breve descripción (en inglés):

Design of chemical reactors for complex reactions.
Multiphase reactors. Catalytic reactors.
Enzymatic and microbial reactions. Bioprocess.
Reactors for polymerization processes. Photochemical and sonochemical reactors.

2. Situación de la asignatura

2.1. Contexto dentro de la titulación:

La asignatura se enmarca en el primer cuatrimestre del plan de estudios.
Por otra parte, ésta es una asignatura de vital importancia en la formación de los Ingenieros Químicos. En este sentido el diseño y optimización de reactores químicos y bioquímicos es una competencia exclusiva de los Ingenieros Químicos de tal forma que los diferencia del resto de las ramas de la ingeniería.

2.2. Recomendaciones:

Al tratarse de "diseño avanzado" de reactores químicos y bioquímicos, resulta imprescindible haber cursado asignaturas de diseño básico de reactores y de cinética de las reacciones homogéneas y heterogéneas.
Se recomienda, también tener un conocimiento suficiente de termodinámica aplicada, cálculo integral e infinitesimal, fenómenos de transporte, flujo de fluidos y transferencia de materia y calor.

3. Objetivos (Expresados como resultados del aprendizaje):

- Conocer y saber aplicar la metodología de estudio de sistemas de reacciones químicas complejas de diversa naturaleza.
- Conocer el diseño reactores químicos, para reacciones complejas, la configuración y tamaño más adecuado y la sensibilidad de su funcionamiento a los parámetros de operación.
- Conocer los criterios de selección del tipo de reactor químico más adecuado y las condiciones óptimas de funcionamiento, control y estabilidad para un proceso químico complejo.
- Ser capaz de obtener datos experimentales de transformaciones químicas complejas, formular modelos cinéticos y aplicarlos al diseño de reactores a escala industrial

4. Competencias a adquirir por los estudiantes

4.1. Competencias específicas:

- **CEPP1:** 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 teóricos
- **CEPP2:** Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la organización 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
- **CEPP3:** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas
- **CEPP4:** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos o que tengan especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño

4.2. Competencias básicas, generales o transversales:

- **CB6:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el 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
- **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
- **CG01:** Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental
- **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
- **CG10:** Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor
- **CG11:** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión
- **CT3:** Capacidades asociadas al trabajo en equipo: cooperación, liderazgo, responsabilidad
- **CT5:** Capacidad de razonamiento crítico y creatividad
- **CT7:** Motivación por la calidad y a la mejora continua
- **CT9:** Capacidad de análisis y de síntesis

5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

5.1. Actividades formativas:

- Sesiones de Teoría sobre los contenidos del Programa.
- Sesiones de Resolución de Problemas.
- Sesiones Prácticas en Laboratorios Especializados o en Aulas de Informática.
- Actividades Académicamente Dirigidas por el Profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación.

5.2. Metodologías docentes:

- Clase Magistral Participativa.
- Desarrollo de Prácticas en Laboratorios Especializados o Aulas de Informática en grupos reducidos.
- Resolución de Problemas y Ejercicios Prácticos.
- Tutorías Individuales o Colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes.
- Planteamiento, Realización, Tutorización y Presentación de Trabajos.
- Conferencias y Seminarios.
- Evaluaciones y Exámenes.

5.3. Desarrollo y justificación:

Las actividades formativas que se realizarán para fomentar la adquisición de competencias y su evaluación serán sesiones de teoría, de problemas y resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

Las sesiones de teoría: Consiste en sesiones dirigidas a todos los alumnos donde el profesor desarrollará el contenido teórico del tema correspondiente. En el desarrollo se incluyen una introducción y el planteamiento de un esquema y objetivos perseguidos en la misma.

Las clases de problemas consisten en la resolución de uno o más problemas tipo propuestos, que tengan relación con los contenidos teóricos incluidos en la materia. El objetivo es clarificar, asentar y aplicar los conocimientos teóricos. Asimismo, estas clases permiten que los alumnos aprendan a aplicar las herramientas y técnicas que facilitan la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Se realizarán actividades académicas dirigidas basadas en la entrega previa a los alumnos de problemas numéricos, tanto en papel como por aplicación de herramientas informáticas a problemas reales de diseño de Reactores. Se propondrán, de forma puntual, otra serie de actividades como búsqueda en la bibliografía de aplicaciones, así como datos y propiedades necesarios para la resolución de problemas reales.

Prácticas de laboratorio: Consisten en sesiones de trabajo experimental en el laboratorio de plantas piloto de reactores químicos. En ellas se comparan los resultados de diseño teórico con los obtenidos de forma experimental.

6. Temario desarrollado:

1. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO AVANZADO DE REACTORES
 - 1.1.Introducción
 - 1.2.Velocidad de Reacción
 - 1.3.Tipos de reactores
 - 1.4. Balances de materia. Ecuaciones de diseño en reactores ideales
 - 1.5.Balances de energía
2. REACTORES HOMOGÉNEOS NO ESTACIONARIOS
 - 2.1.Balances de materia y energía en estado no estacionario.
 - 2.2.Operación discontinua y operación semicontinua.
 - 2.3.Puesta en marcha de reactores químicos.
 - 2.4.Parada de reactores químicos.
 - 2.5.Transición entre condiciones de operación.
3. DISEÑO AVANZADO DE REACTORES NO ISOTÉRMICOS
 - 3.1.Introducción.
 - 3.2.Estrategias de operación óptima
 - 3.3.Diseño de reactores discontinuos
 - 3.4.Diseño de reactores continuos
 - 3.5. Estabilidad de reactores químicos
- 4.BASES DEL DISEÑO DE REACTORES HETEROGÉNEOS
 - 4.1.Tipos de reactores y reacciones heterogéneas
 - 4.2.Ecuación de velocidad para reacciones heterogéneas
 - 4.3.Cinética de las reacciones heterogéneas.
- 5.DISEÑO DE REACTORES HETEROGÉNEOS
 - 5.1. Reactores de lecho fijo
 - 5.2.Reactores de lecho móvil y de transporte neumático
 - 5.3.Reactores de lecho fluidizado
6. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS FLUIDO-FLUIDO.
 - 6.1.Introducción
 - 6.2.Diseño de reactores para sistemas fluido-fluido
 - 6.3.Factores a considerar en la selección del reactor.
 - 6.4.Diseño de reactores para sistemas fluido-fluido.
7. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS SÓLIDO-FLUIDO NO CATALÍTICOS.
 - 7.1.Reacciones gas-sólido no catalíticas
 - 7.2.Elección del reactor y planteamiento general de diseño
 - 7.3.Diseño de reactores para sistemas sólido-fluido no catalíticos.
8. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS SÓLIDO-FLUIDO CATALÍTICOS
 - 8.1.Introducción.
 - 8.2.Geometría y propiedades geométricas del sólido.
 - 8.3.Resistencias en reacciones S-F catalíticas
 - 8.4.El transporte interno
 - 8.5.La transformación catalítica: adsorción, reacción y desorción
 - 8.6.Difusión y reacción en catalizadores porosos
 - 8.7.La velocidad global
 - 8.8.Elección del reactor
 - 8.9.Diseño de reactores para reacciones catalíticas
 - 8.10. Desactivación de catalizadores
9. DISEÑO DE REACTORES BIOQUÍMICOS.
 - 9.1.Reacciones enzimáticas y microbianas
 - 9.2.Reactores ideales
 - 9.3..Transferencia de materia del reactores bioquímicos
 - 9.4. Diseño de reactores bioquímicos..
10. DISEÑO DE REACTORES DE POLIMERIZACIÓN FOTOQUÍMICOS Y SONOQUÍMICOS
 - 10.1. Introducción
 - 10.2. Hipótesis del pseudoestado estacionario
 - 10.3. Diseño de reactores de polimerización
 - 10.4. Reactores fotoquímicos y sonoquímicos
11. SEGURIDAD EN LOS REACTORES QUÍMICOS.
 - 11.1. Introducción
 - 11.2. Explosiones
 - 11.3. Sobrepresión
 - 11.4. Diseño de reactores más seguros

7. Bibliografía

- 7.1. Bibliografía básica:

- Fogler, H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. (International Edition) 4th Edition -Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., (2005). Traducción al castellano: Elementos de ingeniería de las reacciones químicas 3ª Ed. Pearson Educación, (2001).
- Hill CG. AN. Introduction To Chemical Engineering Kinetics And Reactor Design. John Wiley, Nueva York (1977)
- Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering. 3ª Ed. John Wiley, Nueva York, (1998). Traducción al castellano Ingeniería de las reacciones químicas 3ª Edición Ed. Limusa, (2004).
- Levenspiel, O. The chemical reactor omnibook. Oregon st Univ Bookstores. (1989). Traducción al castellano: El omnilibro de los reactores químicos. Reverté. Barcelona, (1985).
- Missen, R. W., Mims, C. A., Saville, B. A. Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics. Wiley (1999).
- Santamaría, J. M. y col. Ingeniería de reactores, Síntesis, Madrid, (1999).
- Smith, J.M., Chemical Engineering Kinetics, 3ª Ed. McGraw-Hill, New York (1981). Traducción al castellano. Ingeniería de la cinética Química. 3ª. Ed., CECSA, (1986).

7.2. Bibliografía complementaria:

- Bailey J. E. , Ollis DF. Biochemical Engineering Fundamental. McGraw-Hill, Nueva York (1986).
- Butt, J.B., "Reaction Kinetics and Reactor Design", Prentice Hall Englewood Cliffs, (1980)-
- Carberry, J.J., "Ingeniería de las Reacciones Químicas y Catalíticas", Géminis, Bs. As., (1980).
- Casablancas, G. y López-Santín J. Ingeniería Bioquímica. Editorial Síntesis. Madrid. . (1998).
- Coulson, J. M. Richardson, J. F. Sinnott R. K., Backhurst, J. R. Harker, J. H. Peacock, D. G. Chemical Engineering Vol. 3. Chemical and Biochemical Reactors and Process Control. 3ª Ed. Butterworth Heinemann (1994). Traducción al castellano. Ingeniería Química. Tomo III. Diseño de reactores químicos. Ingeniería de la reacción bioquímica. Control y métodos de cálculo con ordenadores. 2ª Ed. Barcelona, Madrid (1984).
- Froment, G. F., Bischoff K. B. Chemical Reactor Analysis and Design, 2ª Ed. Wiley (1990).
- Hougen, O.A., Watson, K.M., "Principios de los Procesos Químicos. Cinética y Catálisis", Géminis, Bs. As., (1977).
- Wallas, S.M., "Reaction Kinetics for Chemical Engineers", McGraw-Hill, N.Y., (1959)
- Westerterp, W.R., Van Swaaij, W.P., Beenackers, A.A., "Chemical Reactor Design and Operations", J. Wiley and Sons Chichester, (1984)

8. Sistemas y criterios de evaluación.

8.1. Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Prácticas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento Individual del Estudiante
- Examen de prácticas

8.2. Criterios de evaluación y calificación:

Examen de teoría y problemas

Los exámenes escritos constarán de parte teórica y parte de problemas. Para superar la asignatura será necesario obtener más de 5 puntos sobre 10. La calificación del examen final representará un 70% de la nota final de la asignatura.

Examen de prácticas:

Se realizará un examen de los aspectos teórico experimentales de las prácticas de laboratorio

Representará un 15% de la nota final de la asignatura.

Actividades académicas dirigidas:

Se realizará un control y seguimiento del trabajo personal del alumno a través de la evaluación de informes y resolución de problemas y actividades. Se valorará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. Representará un 10% de la nota final de la asignatura.

Seguimiento individual.

Se evaluará de forma individualizada el progreso de cada alumno, valorando el grado de participación, actitud y destrezas adquiridas. Representará un 5% de la nota final de la asignatura

9. Organización docente semanal orientativa:

Semanas	Grupos Grandes	Grupos Reducidos	Aula Estándar	Grupos Reducidos	Aula de Informática	Grupos Reducidos	Laboratorio	Grupos Reducidos	prácticas de campo	Pruebas y/o actividades evaluables	Contenido desarrollado
#1	2.67	0.67	0	0	0						
#2	2.67	0.67	0	0	0						
#3	2.67	0.67	0	0	0						
#4	2.67	0.67	0	0	0						
#5	2.67	0.67	0	0	0						
#6	2.67	0.67	0	0	0						
#7	2.67	0.67	0	0	0						
#8	2.67	0.67	0	0	0						
#9	2.67	0.67	0	0	0						
#10	2.67	0.67	0	10	0						
#11	2.67	0.67	0	0	0						
#12	2.67	0.67	0	0	0						
#13	2.67	0.67	0	0	0						
#14	2.67	0.67	0	0	0						
#15	2.62	0.62	0	0	0						
	40	10	0	10	0						