



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Guía Docente

Curso 2012-13

Titulación Ingeniería Química

DATOS DE LA ASIGNATURA*

* Asignatura en experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS

Nombre:			
Reactores Químicos			
Denominación en inglés¹:			
Chemical Reactors			
Código:	Año del Plan de Estudios:	Tipo:	
440099037	Publicación BOE: 25-06-1999	<input checked="" type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Optativa	
Créditos:			
	Totales:	Teóricos:	Prácticos:
Créditos L.R.U.	7,50	0,00	7,50
Créditos E.C.T.S.	6,6	0,0	6,6
Departamento:			
Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica			
Área de Conocimiento:			
Ingeniería Química			
Curso:	Cuatrimestre:	Ciclo:	
Cuarto	2º Cuatrimestre	Segundo	
Web de la asignatura:			

¹ Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

DATOS DE LOS PROFESORES

Nombre:	e-mail:	Teléfono:	Despacho:
Francisco Javier Navarro Domínguez M ^a Carmen Sánchez Carrillo	frando@uhu.es mcarmen@uhu.es	959218205 959218203	EX-P3-N6-8 EXP3-N6-9

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

1.1. Descriptores de la asignatura:

Fenomenología de las reacciones químicas. Reactores ideales y reales. Reactores homogéneos y heterogéneos. Estabilidad.

1.2. Descriptores de la asignatura (en inglés)²:

Chemical reactions phenomenology. Ideal and real reactors. Homogenous and heterogeneous reactors.

²Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

2. Situación de la asignatura.

2.1. Prerrequisitos:

El Plan actual no establece asignaturas llaves

2.2. Contexto dentro de la titulación:

Es una asignatura de cuarto curso en la que el alumno, después de superar el primer ciclo de la titulación debe haber adquirido los conocimientos básicos necesarios. Se trata de una asignatura fundamental para la formación de los futuros Ingenieros Químicos, que necesita de sólidos conocimientos de otras materias como matemáticas, física, termodinámica, cinética química, fenómenos de transporte, mecánica de fluidos, transmisión de calor, etc.

2.3. Recomendaciones:

Para una buena comprensión de los fenómenos experimentales y asimilación de contenidos, es recomendable que el alumno haya superado las asignaturas: "Termodinámica y Cinética Química Aplicadas" y "Mecánica de Fluidos y Transmisión de Calor"

3. Competencias a adquirir por los estudiantes.			
3.1. Competencias transversales o genéricas.			
3.1.1. Competencias instrumentales:			
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de análisis y síntesis.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de organización y planificación.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de una lengua extranjera.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de gestión de la información.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Resolución de problemas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Toma de decisiones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de informática en el ámbito de estudio.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
3.1.2. Competencias personales:			
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en equipo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un contexto internacional.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Habilidades en las relaciones interpersonales.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Razonamiento crítico.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Compromiso ético.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
3.1.3. Competencias sistémicas:			
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Aprendizaje autónomo.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Adaptación a nuevas situaciones.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidad para trabajar de forma autónoma.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Creatividad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Liderazgo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Iniciativa y espíritu emprendedor.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Motivación por la calidad.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Sensibilidad hacia temas medioambientales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
3.2. Competencias específicas.			
3.2.1. Competencias cognitivas (saber):			
Dominio del diseño básico de reactores homogéneos y heterogéneos. Analizar sistemas utilizando balances de materia y energía. Comparar y seleccionar alternativas técnicas en el campo de los reactores químicos. Simular procesos y operaciones con reactores químicos.			
3.2.2. Competencias procedimentales e instrumentales (saber hacer):			
Capacitación para lograr soluciones mediante las simplificaciones adecuadas y la coordinación de métodos y conocimientos de distinta procedencia.			
3.2.2. Competencias actitudinales (ser):			
Asunción del carácter aplicado de la disciplina Confianza, decisión e iniciativa			

4. Objetivos:
El objetivo general de esta materia es, en primer lugar, que los alumnos comprendan los diferentes fenómenos que tienen lugar en el interior de los reactores químicos a escala industrial, así como de los modelos y ecuaciones utilizados en su diseño. En sentido amplio, esto significa la selección del modo de operación y del tipo, forma y tamaño del reactor, con vistas a optimizar su funcionamiento desde el punto de vista técnico y económico.

5. Metodología (en horas de trabajo del estudiante):		
	Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre
	Presenciales	
Clases de teoría	0,0	48,0
Clases de problemas	0,0	15,0
Clases prácticas	0,0	0,0
Actividades académicas dirigidas	0,0	12,0
	Exámenes	
	0,0	10,7
	No presenciales	
Estudio de clases teóricas (factor de trabajo: 1,00)	0,0	48,0
Estudio de clases de problemas y prácticas (factor de trabajo: 1,50)	0,0	22,5
Preparación de actividades académicamente dirigidas y otras actividades	0,0	20,0
Total:	0,0	176,2
Trabajo total del estudiante: 176,2 horas.		
Horas presenciales:	75,0	Horas no presenciales: 90,5
		Exámenes: 10,7

6. Técnicas docentes.
6.1. Técnicas docentes utilizadas:
<input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de teoría <input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de problemas <input type="checkbox"/> Sesiones prácticas en laboratorio <input type="checkbox"/> Seminarios, exposiciones y debates <input checked="" type="checkbox"/> Trabajo en grupos reducidos <input checked="" type="checkbox"/> Resolución y entrega de problemas/prácticas <input checked="" type="checkbox"/> Realización de pruebas parciales evaluables <input type="checkbox"/> Otras: Especificar <input type="checkbox"/> Otras: Especificar
6.2. Desarrollo y justificación:
<p>En las clases teóricas consisten en sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos de cada tema y su importancia en el contexto de la materia. La clase teórica se planteará como algo abierto y participativo.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Se propondrán de igual forma, otra serie de actividades como búsqueda en la bibliografía de aplicaciones, así como datos y propiedades necesarios para la resolución de problemas reales.</p> <p>Se realizarán también dos exámenes parciales eliminatorios además de las convocatorias oficiales de junio y septiembre.</p>

7. Bloques temáticos:

Bloque 1. Reactores homogéneos.
Bloque 2. Reactores Reales.
Bloque 3. Reactores Heterogéneos.

8. Temario desarrollado:

BLOQUE 1: REACTORES HOMOGÉNEOS

1. FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE REACTORES.
 - 1.1. Introducción
 - 1.2. Velocidad de Reacción
 - 1.3. Ecuación generalizada del balance de materia en reactores
 - 1.4. Tipos de reactores
 - 1.5. Modelos de flujo
 - 1.6. Ecuaciones de diseño en reactores ideales
2. DISEÑO DE REACTORES IDEALES EN CONDICIONES ISOTÉRMICAS PARA REACCIONES SIMPLÉS.
 - 2.1. Introducción
 - 2.2. Diseño de un reactor discontinuo
 - 2.3. Diseño de un reactor continuo
 - 2.4. Comparación de tamaños en sistemas de un solo reactor
 - 2.5. Reactores múltiples
 - 2.6. Reactores con recirculación
 - 2.7. Reactores para reacciones autocatalíticas
 - 2.8. Reactores no estacionarios
3. DISEÑO DE REACTORES IDEALES EN CONDICIONES ISOTÉRMICAS PARA REACCIONES MÚLTIPLES.
 - 3.1. Introducción
 - 3.2. Reacciones en paralelo
 - 3.3. Reacciones en serio
 - 3.4. Reacciones en serie paralelo
4. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN REACTORES HOMOGÉNEOS.
 - 4.1. Introducción
 - 4.2. Estrategias de operación óptima
 - 4.3. Efectos térmicos en reactores mezcla completa continuos
 - 4.4. Estabilidad en reactores mezcla completa continuos
 - 4.5. Efectos térmicos en reactores flujo pistón
 - 4.6. Efectos térmicos en reactores discontinuos
 - 4.7. Efectos térmicos para reacciones múltiples

BLOQUE 2: FLUJO REAL EN REACTORES

5. DESVIACIÓN DEL FLUJO RESPECTO DE LOS MODELOS IDEALES.
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Análisis de flujo no ideal por experimentación
 - 5.3. Distribución de tiempos de residencia (DTR) en reactores ideales
 - 5.4. Determinación de flujo defectuoso en reactores
 - 5.5. Modelización de reactores no ideales

BLOQUE 3: REACTORES HETEROGÉNEOS

6. GENERALIDADES SOBRE REACCIONES REACTORES HETEROGÉNEOS.
 - 6.1. Tipos de reactores y reacciones heterogéneas
 - 6.2. Ecuación de velocidad para reacciones heterogéneas
 - 6.3. Ecuaciones de diseño de reactores industriales.
7. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS FLUIDO-FLUIDO.
 - 7.1. Introducción
 - 7.2. Reacciones fluido-fluido: Pasos y resistencias.
 - 7.3. Ecuaciones de velocidad

- 7.4. Diseño de reactores para sistemas fluido-fluido
- 7.5. Factores a considerar en la selección del reactor.
- 7.6. Diseño de reactores para sistemas fluido-fluido.

8. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS SÓLIDO-FLUIDO NO CATALÍTICOS.

- 8.1. Reacciones gas-sólido no catalíticas
- 8.2. Elección del reactor y planteamiento general de diseño
- 8.3. Diseño de reactores para sistemas sólido-fluido no catalíticos.

9. DISEÑO DE REACTORES PARA SISTEMAS SÓLIDO-FLUIDO CATALÍTICOS.

- 9.1. Introducción: catalizadores.
- 9.2. Geometría y propiedades geométricas del sólido.
- 9.3. Resistencias en reacciones S-F catalíticas
- 9.4. El transporte interno
- 9.5. La transformación catalítica: adsorción, reacción y desorción
- 9.6. Difusión y reacción en catalizadores porosos
- 9.7. La velocidad global
- 9.8. Elección del reactor
- 9.9. Diseño de reactores para reacciones catalíticas
- 9.10. Desactivación de catalizadores

10. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA BIOQUÍMICA.

- 10.1. Desarrollo histórico
- 10.2. Características de los materiales biológicos explotables industrialmente.
- 10.3. Fermentaciones enzimáticas y microbianas.
- 10.4. Tipos principales de reactores bioquímicos..

9. Bibliografía.

9.1. Bibliografía general:

- 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).
- Hill CG. AN. Introduction To Chemical Engineering Kinetics And Reactor Design. John Wiley, Nueva York (1977)
- 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).
- Froment, G. F., Bischoff K. B. Chemical Reactor Analysis and Design, 2ª Ed. Wiley (1990).
- Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering. 3ª Ed. John Wiley, Nueva York, (1998). Traducción al castellano Ingeniería de las reacciones químicas 2ª Ed. Reverté, Barcelona, (2002).
- 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).

9.2. Bibliografía específica:

Reactores en general

- Butt, J. B. Reaction Kinetics and Reactor Design, 2ª Ed. Marcel Dekker (2000).
- Harriott, P. Chemical Reactor Design. Marcel Dekker (2002).
- Nauman, B. Handbook of Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup McGraw-Hill, New York (2001).
- Carberry, J. J., Varma, A. Chemical Reaction and Reactor Engineering. Marcel Dekker (1987).
- Westerterp, K. R., Van Swaaij, W. P. M., Beenackers, A.A.C.M. Chemical Reactor Design and Operation. Wiley, (1990)

Reactores heterogéneos

- Doraiswamy, L. K. Sharma, M. M. Heterogeneous Reactions: Analysis. Examples and Reactor Design. Vol. 1. Gas-Liquid-Solid Reactions. J. Wiley & Sons. Chichester, (1982). Vol. 2. Fluid-Fluid-Solid Reactions. J. Wiley & Sons. Chichester, (1982).
- Froment G.F., Waugh K.C. Reaction Kinetics and the Development and Operation of Catalytic Processes. Elsevier (2001).
- Shah, Y.T. Gas-Liquid-Solid Reactor Design, McGraw-Hill (1979).

Reactores Bioquímicos:

- Casablanco, G. y López-Santín J. Ingeniería Bioquímica. Editorial Síntesis. Madrid. . (1998).
- Bailey J. E. , Ollis DF. Biochemical Engineering Fundamental. McGraw-Hill, Nueva York (1986).
- Blanch, H. & Clark, D. Biochemical engineering. Marcel Dekker INC. New York. (1996)

10. Técnicas de evaluación.

10.1. Técnicas de evaluación utilizadas:

- Examen teórico-práctico
- Trabajos desarrollados durante el curso
- Participación activa en las sesiones académicas
- Controles periódicos de adquisición de conocimientos
- Examen práctico en aula de informática
- Otras: Especificar
- Otras: Especificar

10.2. Criterios de evaluación y calificación:

Exámenes
Consistirá en la realización de dos exámenes parciales y/o un examen final. Los exámenes escritos constarán de parte teórica y parte de problemas. Para superar la asignatura será necesario aprobar los parciales o bien el examen final, debiendo obtener más de 5 puntos sobre 10. La calificación del examen final representará un 80% 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 20% de la nota final de la asignatura.

11. Organización docente semanal (en horas presenciales del alumno)							
11.1. Primer cuatrimestre:							
Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
7ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
11ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
12ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Periodo de exámenes						0,0	
Totales	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
11.2. Segundo cuatrimestre:							
Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	5,0	0,0	0,0		0,0	0,0	Tema 1
2ª	3,0	2,0	0,0		0,0	0,0	Tema 2
3ª	3,0	1,0	0,0	A1	1,0	0,0	Tema 2
4ª	3,0	1,0	0,0	A2	1,0	0,0	Tema 3
5ª	3,0	1,0	0,0	A3	1,0	0,0	Tema 4
6ª	3,0	1,0	0,0	A4	1,0	0,0	Tema 4
7ª	3,0	1,0	0,0	A5	1,0	0,0	Tema 5
8ª	3,0	1,0	0,0	A6	1,0	0,0	Tema 6
9ª	3,0	1,0	0,0	A7	1,0	0,0	Tema 7
10ª	3,0	1,0	0,0	A8	1,0	0,0	Tema 7
11ª	3,0	1,0	0,0	A9	1,0	0,0	Tema 8
12ª	3,0	1,0	0,0	A10	1,0	0,0	Tema 8
13ª	3,0	1,0	0,0	A11	1,0	0,0	Tema 9
14ª	3,0	2,0	0,0		0,0	0,0	Tema 9
15ª	4,0	0,0	0,0	A12	1,0	0,0	Tema 10
Periodo de exámenes						10,7	
Totales	48,0	15,0	0,0		12,0	10,7	

12. Mecanismos de control y seguimiento:

- Encuestas semanales/finales a los alumnos, sobre la carga de trabajo y seguimiento de actividades.
- Reuniones de coordinación.