




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



## Guía docente de la asignatura

# Ingeniería de la Reacción Química

**Titulación: Grado en Ingeniería Química Industrial**

CSV:	bZQddgSCrQ85VMgpwJjPTX9cY		Fecha:	16/01/2019 13:11:00	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/bZQddgSCrQ85VMgpwJjPTX9cY		Página:	1/15	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Ingeniería de la reacción química				
<b>Materia*</b>	Ingeniería de la reacción química				
<b>Módulo*</b>	Materias Específicas de Especialidad				
<b>Código</b>	509103001				
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Química Industrial				
<b>Plan de estudios</b>	Decreto nº 269/2009 de 31 de Julio, de la CARM (BORM 4 de agosto de 2009)				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>		<b>Cuatrimestre</b>	1	<b>Curso</b>	3
<b>Idioma</b>	Español				
<b>ECTS</b>	7.5	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	225

\* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Beatriz Miguel Hernández		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Química		
<b>Ubicación del despacho</b>	Edificio ETSINO, 1ª Planta, Despacho 30		
<b>Teléfono</b>	968325547	<b>Fax</b>	968 32 55 55
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:Beatriz.miguel@upct.es">Beatriz.miguel@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://moodle.upct.es">http://moodle.upct.es</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes de 12:00 a 14:00 y viernes de 10:00 a 14:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Edificio ETSINO, 1ª Planta. Despacho 35		

<b>Profesor responsable</b>	Gerardo León Albert		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Química		
<b>Ubicación del despacho</b>	Edificio ETSINO, 1ª Planta		
<b>Teléfono</b>	868 07 10 02	<b>Fax</b>	968 32 55 55
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:gerardo.leon@upct.es">gerardo.leon@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://moodle.upct.es">http://moodle.upct.es</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>			
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Edificio ETSINO, 1ª Planta. Despacho 35		

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La Ingeniería de la Reacción Química (IRQ) tiene por objeto el análisis cinético de las reacciones químicas y el diseño de los reactores donde se han de llevar a cabo.

La asignatura está organizada en dos partes claramente diferenciadas, una de Cinética Química Aplicada y otra de Diseño de Reactores.

La Cinética Química Aplicada comprende el estudio de la evolución de las reacciones químicas con el tiempo, lo que implica la formulación de las correspondientes ecuaciones de velocidad de reacción en función de las magnitudes de las que depende. En esta primera parte se abordan aspectos relacionados con los fundamentos estequiométricos y termodinámicos de las reacciones de las reacciones químicas, su estudio cinético en procesos catalíticos y no catalíticos, homogéneos y heterogéneos, y los métodos de análisis de datos cinéticos.

El Diseño de Reactores supone el conocimiento de los tipos de reactores químicos, de su modo de operación en la industria química y de las bases y cálculos necesarios para que éstos cumplan con su objetivo de proporcionar un producto dado a partir de reactantes conocidos, con una velocidad y selectividad determinadas y mediante un proceso seguro y respetuoso con el medio ambiente.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El conocimiento de la Ingeniería de la Reacción Química resulta imprescindible para llevar a cabo la implementación, a escala industrial, de una determinada reacción química, mediante la adecuada selección y el correcto diseño del reactor químico en el que llevarla a cabo con las suficientes garantías a nivel de rendimiento, seguridad, respeto medio ambiental y optimización económica.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Las prácticas experimentales vinculadas a la obtención de datos cinéticos y al análisis y operación de reactores químicos se realizan en las asignaturas Experimentación en Ingeniería Química I y Experimentación en Ingeniería Química II.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable que el alumno haya superado las asignaturas Química General, Química Inorgánica, Química Orgánica, Químico Física, Química Analítica y Fundamentos de la Ingeniería Química.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

En caso de alumnos con necesidades educativas especiales se solicitará ayuda a los organismos competentes.

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería química Industrial.

CG5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CE4 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.

CE19 - Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CE21 - Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación

aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

CE24 - Aplicar los conceptos de equilibrio químico, ácido-base, proceso redox y producto de solubilidad para comprender las bases del diseño de los procesos químicos industriales y los métodos analíticos empleados.

CE25 - Aplicar las leyes de la termodinámica a los procesos con reacción química. Conocer métodos de estimación de propiedades físico-químicas y de equilibrio de fases. Comprender los fundamentos de la electroquímica y sus aplicaciones. Conocer los principios básicos de química de superficies.

#### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT1 - Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz.

CT2 - Trabajar en equipo.

CT3 - Aprender de forma autónoma.

CT5 - Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Se incluyen en este apartado las competencias de la asignatura (CIRQ) que estarán sometidas a evaluación. Su adquisición debe contribuir al logro de las competencias básicas, generales, específicas y transversales relacionadas con la asignatura que se indican en los apartados anteriores.

CIRQ1. Capacidad para comprender, aprender y aplicar los contenidos que la asignatura Ingeniería de la Reacción Química incluye, al objeto de aplicarlos al diseño de reactores químicos, para su construcción, reforma, reparación, o conservación.

CIRQ2. Capacidad para definir, describir, explicar, analizar, relacionar y aplicar, correctamente, los conceptos, leyes, teorías y modelos que se incluyen los distintos contenidos de la asignatura.

CIRQ3. Capacidad para utilizar el lenguaje científico y técnico de la Ingeniería Química.

CIRQ4. Capacidad para resolver, correctamente y de manera razonada, cuestiones relacionadas con los distintos contenidos que la asignatura incluye.

CIRQ5. Capacidad para plantear y resolver, correctamente y de manera razonada (mediante la realización de los cálculos y valoraciones pertinentes), ejercicios y problemas relacionados con los distintos contenidos de la asignatura.

CIRQ6. Capacidad, para analizar y aprovechar, correctamente, la información contenida en tablas, gráficas y diagramas, para utilizar adecuadamente datos teóricos o experimentales, para interpretar hechos experimentales y para diseñar y/o reformar procesos químico-industriales, trabajando tanto individualmente como en equipo.

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Cinética de reacciones químicas. Obtención de datos cinéticos. Tipos de reactores químicos. Modos de operación en la industria química. Ecuaciones básicas de diseño. Reactores reales. Eficacia. Optimización de reactores. Estabilidad de reactores.

### 5.2. Programa de teoría

#### Tema 1. Introducción a la Ingeniería de la Reacción Química

- 1.1. Transformaciones en la Industria Química
- 1.2. Concepto de Ingeniería de la Reacción Química
- 1.3. Cinética Química Aplicada
- 1.4. El reactor químico. Tipos de reactores
- 1.5. El diseño de reactores.

#### Tema 2. La reacción química

- 2.1. Estequiometría
- 2.2. Termoquímica
- 2.3. Equilibrio Químico

#### Tema 3. Conceptos básicos de Cinética Química

- 3.1. Velocidad de reacción
- 3.2. Cinética Química y equilibrio
- 3.3. La ecuación cinética.
- 3.4. Velocidad de reacción y temperatura
- 3.5. Factores que afectan a la velocidad de reacción

#### Tema 4. Ecuaciones cinéticas

- 4.1. Ecuación cinética
- 4.2. Ecuaciones cinéticas de reacciones elementales
- 4.3. Ecuaciones cinéticas en reacciones no elementales. Etapa controlante.
- 4.4. Estrategias para la determinación de la ecuación cinética de una reacción no elemental.
- 4.5. Ecuación cinética de reacciones en paralelo.
- 4.6. Ecuación cinética de reacciones en serie.
- 4.7. Ecuación cinética de reacciones autocatalíticas.

#### Tema 5. Obtención y análisis de datos cinéticos

- 5.1. Métodos de obtención de datos cinéticos
- 5.2. Métodos de análisis de datos cinéticos.
  - 5.2.1. Métodos integrales de análisis de datos cinéticos
  - 5.2.2. Métodos diferenciales de análisis de datos cinéticos
- 5.3. Aplicación a distintos tipos de reactores

#### Tema 6. Cinética de las reacciones catalíticas homogéneas y heterogéneas

- 6.1. Introducción
  - 6.1.1. Reacciones catalíticas.
  - 6.1.2. Catalizadores
  - 6.1.3. Tipos de reacciones catalíticas. Análisis comparativo
- 6.2. Mecanismo y ecuaciones cinéticas de las reacciones catalíticas homogéneas.
  - 6.2.1. Catálisis ácido base
  - 6.2.2. Catálisis enzimática

### 6.3. Mecanismo y ecuaciones cinéticas de las reacciones catalíticas heterogéneas.

#### 6.3.1. Etapas en el mecanismo de la reacción catalítica heterogénea

#### 6.3.2. Ecuaciones cinéticas

### Tema 7. Diseño de reactores isotérmicos en estado estacionario

- 7.1. Introducción
- 7.2. Balance de materia
- 7.3. Modelos de flujo
- 7.4. Reactor discontinuo de mezcla completa
- 7.5. Reactor continuo de mezcla completa
- 7.6. Reactor de flujo pistón
- 7.7. Técnicas gráficas para el diseño
- 7.8. Asociación de reactores en serie
- 7.9. Asociación de reactores en paralelo
- 7.10. Reactores con recirculación

### Tema 8. Reactores para reacciones múltiples

- 8.1. Introducción y definiciones
- 8.2. Selectividad en reacciones en paralelo
- 8.3. Selectividad en reacciones en serie
- 8.4. Resolución de reacciones complejas

### Tema 9. Reactores no isotérmicos en estado estacionario

- 9.1. Introducción
- 9.1. Operación no isotérmica
- 9.3. Balance de materia
- 9.4. Conversión de equilibrio
- 9.5. Reactor adiabático
- 9.6. Reactores discontinuos no isotérmicos
- 9.7. Reactores continuos no isotérmicos
- 9.8. Múltiples estados estacionarios
- 9.9. Múltiples reacciones químicas no isothermas

### Tema 10. Distribución de tiempos de residencia (DTR)

- 10.1. Función de DTR
- 10.2. Determinación experimental de DTR
- 10.3. Características de la DTR
- 10.4. DTR en reactores ideales
- 10.5. Modelado de reactores mediante DTR

## 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

PI1. Simulación de reactor isotérmico o adiabático para la descomposición de di-t-butilperóxido

PI2. Simulación de reactor tubular isoterma para la deshidrogenación del etano

PI3. Simulación de reactor tanque discontinuo de mezcla completa para la saponificación del acetato de etilo.



## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

### 5.4. Programa resumido de teoría en inglés

1. Introduction to chemical reaction engineering. Basic concepts.
2. The chemical reaction
3. Basic concepts on chemical kinetics.
4. Kinetic equations.
5. Recovery and analysis of kinetic data.
6. Kinetic of the homogeneous and heterogeneous catalytic reactions.
7. Isothermal reactors design in stationary state.
8. Reactors for multiple reactions.
9. Steady-state non-isothermal reactor design.
10. Residence time distribution (RTD)

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Tema	CQO					
	1	2	3	4	5	6
Tema 1. Introducción a la Ingeniería de la Reacción Química. Conceptos básicos.	X	X	X	X	X	X
Tema 2. La reacción química	X	X	X	X	X	X
Tema 3. Conceptos básicos de cinética química.	X	X	X	X	X	X
Tema 4. Ecuaciones cinéticas	X	X	X	X	X	X
Tema 5. Obtención y análisis de datos cinéticos.	X	X	X	X	X	X
Tema 6. Cinética de las reacciones catalíticas homogéneas y heterogéneas.	X	X	X	X	X	X
Tema 7. Diseño de reactores isotérmicos en estado estacionario.	X	X	X	X	X	X
Tema 8. Reactores para reacciones múltiples	X	X	X	X	X	X
Tema 9. Reactores no isotérmicos en estado estacionario	X	X	X	X	X	X
Tema 10. Distribución de tiempos de residencia (DTR)	X	X	X	X	X	X
Prácticas Simulación	X	X	X	X	X	X

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
<b>Clase de teoría</b>	Exposición de contenidos mediante presentación y/o explicación por parte del profesor.	<u>Presencial</u> : Asistencia y participación activa.	23.5
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	55.5
<b>Clase de cuestiones y problemas. Resolución de cuestiones y problemas tipo.</b>	Resolución de cuestiones y problemas tipo guiados por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios y problemas. Planteamiento de dudas.	37.5
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de cuestiones y problemas propuestos por el profesor.	63.0
<b>Clase de Prácticas. Aula de informática.</b>	Actividades relacionadas con la materia, desarrolladas en el aula de informática bajo la supervisión del profesor.	<u>Presencial</u> : Realización de las actividades en el aula de informática.	6.0
		<u>No presencial</u> : Estudio y realización de actividades propuestas por el profesor.	18.0
<b>Actividades de evaluación formativa</b>	Valoración de otras actividades de enseñanza-aprendizaje. Valoración de las prácticas de aula de informática. Valoración de los cuestionarios y problemas, preguntas en clase, etc.)	<u>Presencial</u> : Realización de actividades de evaluación formativa.	4.0
		<u>No presencial</u> : Valoración de otras actividades de enseñanza-aprendizaje. Valoración de los cuestionarios.	13.5
<b>Prueba escrita final individual</b>	Prueba escrita final individual	<u>Presencial</u> : Realización de la prueba final escrita	4.0
			<b>225</b>

**6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)**

		Resultados del aprendizaje (4.5)				
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X
Clase de cuestiones y problemas. Resolución de cuestiones y problemas tipo.	X	X	X	X	X	X
Clase de Prácticas. Aula de informática.	X	X	X	X	X	X
Actividades de evaluación formativa	X	X	X	X	X	X
Prueba escrita final individual	X	X	X	X	X	X

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
<b>1. Prueba final escrita Individual sobre la parte de Cinética Química Aplicada</b>	X		Valoración del aprendizaje de los aspectos teóricos de la asignatura Cuestiones teóricas, teórico-prácticas y problemas relacionados con los contenidos de la primera parte de la asignatura (Cinética Química Aplicada).	40,00% <sup>(1)</sup>	CIRQ1, CIRQ2, CIRQ3, CIRQ4, CIRQ5, CIRQ6
<b>2. Prueba final escrita Individual sobre la parte Diseño de reactores</b>	X		Valoración de la aplicación de los conocimientos teóricos a la resolución de cuestiones teórico-prácticas y problemas Cuestiones teóricas, teórico-prácticas y problemas relacionados con los contenidos de la segunda parte de la asignatura (Diseño de reactores).	40,00% <sup>(1)</sup>	CIRQ1, CIRQ2, CIRQ3, CIRQ4, CIRQ5, CIRQ6
<b>3. Otras actividades formativas y sumativas.</b>	X		Trabajos individuales y/ o cooperativos, pruebas de teoría y problemas durante las clases, prácticas de aula de informática, etc.	20,00%	CIRQ1, CIRQ2, CIRQ3, CIRQ4, CIRQ5, CIRQ6


**(1) Para la superación de la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima de 3 (sobre 10) en las actividades de evaluación 1 y 2 y alcanzar una puntuación de 5 en el cómputo global de la asignatura.**

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante alguno o algunos de los siguientes mecanismos:

- Valoración de otras actividades de aprendizaje
- Trabajos individuales
- Trabajos cooperativos
- Pruebas de teoría y problemas durante las clases
- etc.
- Valoración de la realización de las sesiones de prácticas de laboratorio y de los conocimientos en ellas adquiridos
- Valoración de la Prueba Final Escrita Individual

CSV:	bZQddgSCrQ85VMgpwJjPTX9cY	Fecha:	16/01/2019 13:11:00	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/bZQddgSCrQ85VMgpwJjPTX9cY	Página:	14/15	

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- 1.- González, J.R., González J.A., Gutiérrez J.I., Gutiérrez M.A., Cinética Química Aplicada. Editorial Síntesis. (1999).
2. Izquierdo, J.F., Cunill, F., Tejero, J., Iborra, M., Fité, C., Cinética de las Reacciones Químicas, Ediciones de la Universidad de Barcelona (2004).
- 3.- Fogler, H.S. Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas. Ed. Pearson Educacion (2008)
- 4.- Levenspiel, O. Ingeniería de las Reacciones Químicas. Editorial Reverté. (1990)

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- 1.- Izquierdo, J.F.; Cunill, F.; Tejero, J.; Iborra, M.; Fité, C. "Problemas resueltos de Cinética de las Reacciones Químicas", Ediciones de la Universidad de Barcelona (2004).
- 2.- Smith, J.M., "Ingeniería de la Cinética Química", Compañía Editorial Continental S.A. Mexico 1992)
- 3.- Santamaría, J.M., Herguido, J., Menéndez, M.A., Monzón, A. Ingeniería de Reactores. Editorial Síntesis (1999).
- 4.- Denbigh, K.G. "Introducción a la Teoría de los Reactores Químicos". Ed.Limusa (1990).
- 5.- F. Beltran. Ejemplos resueltos de reactores químicos, vol. 1 y vol. 2. Publicaciones Universidad de Extermadura. (2009)

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://moodle.upct.es>