



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

## Guía Docente

Curso 2011-2012

Titulación

Ingeniería Química

### DATOS DE LA ASIGNATURA\*

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

<b>Nombre:</b>			
Catalizadores Industriales			
<b>Denominación en inglés<sup>1</sup>:</b>			
Catalysts in Industry			
<b>Código:</b>	<b>Año del Plan de Estudios:</b>	<b>Tipo:</b>	
440099031	Publicación BOE: 25-06-1999	<input type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/> Optativa	
<b>Créditos:</b>			
	<b>Totales:</b>	<b>Teóricos:</b>	<b>Prácticos:</b>
Créditos L.R.U.	6,00	6,00	0,00
Créditos E.C.T.S.	5,2	5,2	0,0
<b>Departamento:</b>			
Química y Ciencia de los Materiales			
<b>Área de Conocimiento:</b>			
Química Inorgánica			
<b>Curso:</b>	<b>Cuatrimestre:</b>	<b>Ciclo:</b>	
Tercero	2º Cuatrimestre	Primero	
<b>Web de la asignatura:</b>			
En caso de tenerla, insertar la dirección web de la asignatura			

<sup>1</sup> Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

### DATOS DE LOS PROFESORES

<b>Nombre:</b>	<b>e-mail:</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>Despacho:</b>
Ana Caballero Bevia	ana.caballero@dqcm.uhu.es	959219952	P4-N5-06

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>1.1. Descriptores de la asignatura:</b>
Los catalizadores en el laboratorio y en la industria. Preparación y caracterización de catalizadores. Aplicaciones.
<b>1.2. Descriptores de la asignatura (en inglés)<sup>2</sup>:</b>
Catalysts in the laboratory and in industry. Synthesis and characterization of catalysts. Applications.
<sup>2</sup> Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título
<b>2. Situación de la asignatura.</b>
<b>2.1. Prerrequisitos:</b>
No precisa obligatoriamente de ningún prerrequisito.
<b>2.2. Contexto dentro de la titulación:</b>
Esta asignatura proporciona al alumno un conocimiento más amplio sobre los principios generales de la catálisis y sobre los mecanismos de las reacciones catalíticas en fase homogénea y heterogénea, subrayando la importancia del conocimiento de la estructura y naturaleza del catalizador como base para mejorar las características del proceso catalítico. Dado el papel que actualmente juega la catálisis en el desarrollo de procesos industriales más limpios y respetuosos con el medioambiente, esta asignatura constituye un complemento importante de la formación del futuro ingeniero químico.
<b>2.3. Recomendaciones:</b>
Sería recomendable que el alumno tuviera una base sólida de química inorgánica y formación básica en química orgánica.

### 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 checked="" type="checkbox"/> Alto	<input 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 checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Toma de decisiones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en equipo.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un contexto internacional.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidades en las relaciones interpersonales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" 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 checked="" type="checkbox"/> Alto	<input 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 checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Creatividad.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Liderazgo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Iniciativa y espíritu emprendedor.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input 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):

-Conocer los principios básicos de la catálisis  
-Comprensión de los fundamentos de la catálisis homogénea y de la catálisis heterogénea y su aplicación a procesos industriales de relevancia

##### 3.2.2. Competencias procedimentales e instrumentales (saber hacer):

-Resolución de problemas  
-Exponer un tema con claridad  
-Trabajar en equipo

##### 3.2.2. Competencias actitudinales (ser):

-Espíritu crítico  
-Iniciativa  
-Conducta ética

<b>4. Objetivos:</b>
El principal objetivo de la asignatura es familiarizar al alumno con los principios básicos de la catálisis. Para ello se presentan los aspectos más importantes de la catálisis homogénea y de la heterogénea. Para demostrar la importancia de la catálisis en la industria química (mas del 90% de los procesos químicos industriales utilizan un catalizador) se presentan los procesos catalíticos de mayor importancia industrial, haciéndose especial énfasis en los conceptos estudiados.

<b>5. Metodología (en horas de trabajo del estudiante):</b>		
	Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre
	Presenciales	
Clases de teoría	0,0	42,0
Clases de problemas	0,0	6,0
Clases prácticas	0,0	0,0
Actividades académicas dirigidas	0,0	12,0
	Exámenes	
	0,0	4,0
	No presenciales	
Estudio de clases teóricas (factor de trabajo: 1,00)	0,0	42,0
Estudio de clases de problemas y prácticas (factor de trabajo: 1,00)	0,0	6,0
Preparación de actividades académicamente dirigidas y otras actividades	0,0	94,0
<b>Total:</b>	<b>0,0</b>	<b>206,0</b>
<b>Trabajo total del estudiante: 140,9 horas.</b>		
<b>Horas presenciales:</b>	<b>60,0</b>	<b>Horas no presenciales: 142,0</b>
		<b>Exámenes: 4,0</b>

<b>6. Técnicas docentes.</b>
<b>6.1. Técnicas docentes utilizadas:</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de teoría <input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de problemas <input type="checkbox"/> Sesiones prácticas en laboratorio <input checked="" 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
<b>6.2. Desarrollo y justificación:</b>
<p>-Sesiones expositivas en el aula en las que el profesor desarrollará los conceptos teóricos y experimentales de la asignatura. Se emplearán presentaciones por ordenador o transparencias, con el uso de pizarra cuando sea necesario. El material docente será proporcionado al alumno con anterioridad al desarrollo de las clases (42 sesiones)</p> <p>-Seminarios de resolución de problemas, entregados previamente al alumno. La resolución, por parte del alumno formará parte de la evaluación. (6 sesiones)</p> <p>-Seminarios para grupos reducidos en los que se resolverán problemas más complejos o se presentarán y discutirán artículos científicos seleccionados por el profesor. La participación será fundamental para la evaluación (12 sesiones)</p> <p>-Realización de ejercicios de evaluación</p>

<b>7. Bloques temáticos:</b>
I. Introducción a la Catálisis.

1. Catálisis: conceptos básicos y definiciones.
- II. Catálisis Homogénea.
  2. Compuestos Organometálicos.
  3. Hidrogenación homogénea.
  4. Polimerización de olefinas.
  5. Procesos de carbonilación.
  6. Oxidaciones en fase homogénea.
- III. Catálisis heterogénea
  7. Catalizadores heterogéneos
  8. Cinética y termodinámica de las reacciones catalíticas en fase heterogénea.
  9. Reacciones catalizadas por las superficies ácidas.
  10. Procesos industriales basados en catalizadores sólidos.

## 8. Temario desarrollado:

1. Catálisis: conceptos básicos y definiciones. 1.1 Aspectos energéticos de una reacción. 1.2. Ciclos catalíticos. 1.3. Propiedades de los catalizadores. 1.4. Selectividad de una reacción. 1.5. Clasificación de los catalizadores. 1.6. Catálisis homogénea y catálisis heterogénea. 1.7. La catálisis y la industria química. 1.8. Economía atómica y selectividad atómica.
2. Compuestos Organometálicos. 2.1. Definiciones. 2.2. Formación de complejos. 2.3. Tipos de ligandos. 2.4. Regla del número atómico efectivo. 2.5. Estados de oxidación. 2.6. Reacciones fundamentales de los compuestos organometálicos.
3. Hidrogenación homogénea. 3.1. Activación de hidrógeno molecular. 3.2. Mecanismos de la hidrogenación homogénea. 3.3. Catalizadores de hidrogenación. 3.4. Reacciones de transferencia de hidrógeno. 3.5. Catálisis asimétrica. 3.6. Ligandos quirales. 3.7. Hidrogenación asimétrica de olefinas.
4. Polimerización de olefinas. 4.1. Propiedades de un polímero. 4.2. Peso molecular de un polímero. 4.3. Catalizadores de Ziegler-Natta. 4.4. Catalizador de Phillips. 4.5. Catalizadores homogéneos. 4.6. Metalocenos del grupo 4. 4.7. Copolimerización de etileno y  $\alpha$ -olefinas. 4.8. Catalizadores de Ni y Pd. 4.9. Catalizadores de Fe y Co.
5. Procesos de carbonilación. 5.1. Monóxido de carbono. 5.2. Homologación. 5.3. Carbonilación del metanol: el proceso Monsanto. 5.4. Carbonilación de alcoholes: síntesis del ibuprofeno. 5.5. Carbonilación del acetato de metilo. 5.6. Hidroformilación. 5.7. Copolímeros de olefinas y CO.
6. Oxidaciones en fase homogénea. 6.1. El proceso Wacker. 6.2. Epoxidación de olefinas. 6.3. Epoxidación asimétrica de Sharpless. 6.4. Síntesis de dioles. 6.5. Oxidación de hidrocarburos a ácido acético.
7. Catalizadores heterogéneos. 7.1. Naturaleza de los catalizadores heterogéneos. 7.2. Catalizadores multifásicos. 7.3. Fase activa. 7.4. Soporte. 7.5. Promotores. 7.6. Procesos de desactivación del catalizador. 7.7. Preparación de catalizadores soportados. 7.8. Técnicas de caracterización de las superficies.
8. Cinética y termodinámica de las reacciones catalíticas en fase heterogénea. 8.1. Pasos elementales de una reacción catalítica. 8.2. Fisisorción y quimisorción. 8.3. Isotermas de adsorción. 8.4. Leyes de la adsorción. 8.5. Mecanismos de la adsorción. 8.6. Tendencias en la adsorción sobre metales. 8.7. Quimisorción asociativa y disociativa.
9. Reacciones catalizadas por las superficies ácidas. 9.1. Posiciones ácidas y básicas sobre las superficies. 9.2. Isomerización de olefinas. 9.3. Craqueo y polimerización. 9.4. Zeolitas. 9.5. Procesos catalizados por zeolitas.
10. Procesos industriales basados en catalizadores sólidos. Reacciones catalizadas por metales de transición. Reacciones catalizadas por óxidos metálicos. Procesos catalíticos heterogéneos en la industria. Hidrogenación de aceites vegetales. Síntesis de  $\text{NH}_3$  y  $\text{HNO}_3$ . Síntesis de  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Oxidación selectiva de etileno. Síntesis de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Polimerización de etileno.

<b>9. Bibliografía.</b>
<b>9.1. Bibliografía general:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-G. W. Parshall, S. D. Ittel, "Homogeneous Catalysis", Second Edition, Wiley &amp; Sons, 1992.</li> <li>-B. G. Gates, "Catalytic Chemistry" Wiley &amp; Sons, 1992.</li> <li>-P. Powell, "Principles of Organometallic Chemistry", Second Edition, Chapman &amp; Hall, 1988.</li> <li>-R. H. Crabtree "The Organometallic Chemistry of the Transition Metals", Second Edition, Wiley &amp; Sons, 1994.</li> <li>- G. Attard, C. Barnes "Surfaces" Oxford University Press (1998)</li> </ul>
<b>9.2. Bibliografía específica:</b>
En caso de considerarlo necesario, especificar la bibliografía por temas o bloques temáticos.

<b>10. Técnicas de evaluación.</b>
<b>10.1. Técnicas de evaluación utilizadas:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Examen teórico-práctico</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Trabajos desarrollados durante el curso</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Participación activa en las sesiones académicas</li> <li><input type="checkbox"/> Controles periódicos de adquisición de conocimientos</li> <li><input type="checkbox"/> Examen práctico en aula de informática</li> <li><input type="checkbox"/> Otras: Especificar</li> <li><input type="checkbox"/> Otras: Especificar</li> </ul>
<b>10.2. Criterios de evaluación y calificación:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Participación activa en clase y seminarios.</li> <li>-Trabajo realizado individualmente por los alumnos (ejercicios y discusión de artículos científicos) o en grupo (actividades académicas dirigidas).</li> <li>-Exposición del trabajo.</li> <li>-Examen teórico-práctico (si el número de alumnos de la asignatura fuera adecuado, este examen se podría sustituir por un seguimiento personalizado del trabajo del alumno durante el curso)</li> </ul>

## 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	
<b>Totales</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

### 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	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	3,0	1,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0	1ª Actividad Dirigida	4,0	0,0	
7ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	3,0	1,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	0,0	2ª Actividad Dirigida	4,0	0,0	
11ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
12ª	2,0	2,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	4,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0	3ª Actividad Dirigida	4,0	0,0	
Periodo de exámenes						4,0	
<b>Totales</b>	<b>42,0</b>	<b>6,0</b>	<b>0,0</b>		<b>12,0</b>	<b>4,0</b>	

## 12. Mecanismos de control y seguimiento:

A rellenar por cada profesor: mecanismos que cada profesor propone para el seguimiento de este proceso.