



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
Código: 32967  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Química Aplicada  
Nivel: Postgrado  
Tipo: optativo  
Nº de créditos: 4.

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

CATALISIS HOMOGÉNEA Y HETEROGENEA/ HOMOGENEOUS AND HETEROGENEOUS CATALYSIS.

### 1.1. Código / Course number

32967

### 1.2. Materia / Content area

Química Molecular, Química de Materiales, Química Física, Ingeniería Química. / Molecular Chemistry, Materials Chemistry, Physical Chemistry, Chemical Engineering

### 1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

### 1.4. Nivel / Course level

Máster / Master (second cycle)

### 1.5. Curso / Year

1º / 1<sup>st</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

2º / 2<sup>nd</sup> (Spring semester)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / Spanish. English is also extensively used in teaching material

### 1.8. Número de créditos / Credit allotment

4 créditos ECTS / 4 ECTS credits



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
Código: 32967  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Química Aplicada  
Nivel: Postgrado  
Tipo: optativo  
Nº de créditos: 4.

## 1.9. Requisitos previos / Prerequisites

Para cursar adecuadamente la asignatura, el estudiante debe tener nociones básicas de Química Inorgánica, Química Orgánica y Química Física, así como un nivel de conocimiento de inglés suficiente para poder leer y comprender la bibliografía de consulta recomendada para la asignatura

To properly study the subject, the student must have basic knowledge of Inorganic Chemistry, Organic Chemistry and Physical Chemistry, as well as an English knowledge enough to read and understand the recommended bibliography.

## 1.10. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es obligatoria / Attendance is mandatory

## 1.11. Datos del equipo docente / Faculty data

La asignatura es impartida por profesores del Dpto. de Química Inorgánica de la UAM e investigadores del Instituto de Catálisis y Petroquímica (ICP) del CSIC.

**Coordinador:** Vicente Cortés Corberán (ICP-CSIC)

Departamento de Química Física Aplicada / Department of Applied Physical Chemistry

Facultad de Ciencias/ Science Faculty

Despacho - Módulo / Office - Module 102; ICP (Calle Marie Curie 2)

Teléfono / Phone: 915854783

Correo electrónico/Email: vcortes@icp.csic.es

Horario de atención al alumnado/Office hours: En cualquier horario previa petición de hora

**Profesora de contacto en la UAM:** M<sup>a</sup> José Macazaga Porlan

(mjose.macazaga@uam.es). Dpto. de Química Inorgánica, Despacho 607. Tel: 914973870

## 1.12. Objetivos del curso / Course objectives

### 1.12.a. Resultados del aprendizaje

El objetivo de esta asignatura es conseguir, a través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas, que el estudiante, al finalizar el curso sea capaz de:

- Conocer y comprender los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionados con la Catálisis Química tanto en fase homogénea como heterogénea.



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
Código: 32967  
Centro: Ciencias  
Titulación: Máster en Química Aplicada  
Nivel: Postgrado  
Tipo: optativo  
Nº de créditos: 4.

- Discernir las analogías y diferencias entre ambos tipos de procesos, sus ventajas e inconvenientes.
- Conocer los diferentes tipos de catalizadores organometálicos homogéneos, e identificar las reacciones fundamentales en catálisis organometálica así como sus principales aplicaciones.
- Conocer los principales procesos homogéneos catalizados por compuestos de metales de transición y sus mecanismos de reacción.
- Conocer y comprender los aspectos fundamentales, el desarrollo, la estructura y la utilización de los catalizadores heterogéneos.
- Conocer y comprender las especificidades de las reacciones catalíticas heterogéneas, su cinética y su relación con las propiedades del sólido catalizador.
- Conocer las metodologías analíticas, térmicas y espectroscópicas empleadas en la caracterización específica de catalizadores heterogéneos.
- Conocer y utilizar los procesos catalíticos que constituyen la base de la industria química actual en las áreas de refino, petroquímica, eliminación de contaminantes, producción de combustibles limpios y química fina.
- Conocer y diseñar los procesos de fabricación industrial de catalizadores heterogéneos.

### 1.12.b. Competencias.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del curso:

CG1. Ser capaz de reconocer y analizar nuevos problemas químicos y plantear estrategias para solucionarlos.

CG2. Distinguir los principios y procedimientos emergentes de las distintas ramas de la Química y ser capaz de aplicarlos a procesos de transformación química.

CG3. Ser capaz de analizar situaciones complejas, plantear soluciones y emitir valoraciones en algún campo de la Química.

CG5. Reunir información pertinente sobre los últimos avances científicos y las últimas técnicas relacionadas, tanto con su campo concreto de la Química como de campos afines.

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.

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.



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
 Código: 32967  
 Centro: Ciencias  
 Titulación: Máster en Química Aplicada  
 Nivel: Postgrado  
 Tipo: optativo  
 N° de créditos: 4.

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.

CT1. Ser capaz de gestionar el tiempo y ordenar y sintetizar la información

CT2. Conseguir habilidades para relacionar la información experimental con teorías adecuadas.

CT5. Ser capaz de comunicarse de forma efectiva, utilizando las herramientas de presentación adecuadas, tanto en reuniones, como en presentaciones orales o documentación escrita.

CE2. Ser capaz de interpretar los datos procedentes de observaciones y medidas en laboratorios de Química

CE3. Diseñar y planificar la aplicación de procesos y técnicas que permitan la resolución de problemas de índole químico.

CE4. Ser capaz de evaluar las posibilidades de aplicación de los compuestos químicos y materiales, en función de sus propiedades, en distintos campos de la ciencia y de la industria.

CE6. Ser capaz de desarrollar nuevos compuestos, nuevos materiales y nuevas metodologías químicos a través de la investigación, de la integración de conocimientos y del uso de técnicas en el ámbito multidisciplinar químico.

### 1.13. Contenidos del programa / Course contents

#### **Bloque I: Catálisis Organometálica Homogénea**

- Conceptos básicos de catálisis. Conceptos generales. Actividad y selectividad de un catalizador. Implicaciones medioambientales y económicas. Tipos de catalizadores: homogéneos y heterogéneos. Catálisis Homogénea: biocatálisis, catálisis ácido-base, organocatálisis, catálisis organometálica.
- Catálisis organometálica. Modo de acción de los complejos de metales de transición en catálisis. Efecto de los ligandos. Reacciones fundamentales.
- Procesos catalíticos homogéneos. Isomerización de olefinas. Hidrogenación de olefinas. Síntesis con monóxido de carbono. Oligomerización y polimerización de olefinas. Reacciones de acoplamiento cruzado. Metátesis de olefinas.
- Catálisis con nuevos materiales: aplicación de nanopartículas y dendrímeros metálicos en catálisis.

#### **Bloque II: Catálisis Heterogénea**

- Conceptos básicos en catálisis heterogénea. Reacciones y funciones catalíticas.
- Métodos de preparación de catalizadores heterogéneos másicos y soportados. Naturaleza del centro activo. Nanocatálisis.
- Caracterización de catalizadores heterogéneos. Quimisorción. Caracterización textural, térmica y espectroscópica.
- Reactividad catalítica heterogénea. Cinética heterogénea. Reactores catalíticos. Electrocatálisis. Desactivación y regeneración.



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
 Código: 32967  
 Centro: Ciencias  
 Titulación: Máster en Química Aplicada  
 Nivel: Postgrado  
 Tipo: optativo  
 Nº de créditos: 4.

### **Bloque III: Catálisis Industrial**

- Historia, relevancia industrial e impacto social de la Catálisis.
- Desarrollo y preparación industrial de catalizadores.
- Materias primas fósiles. Procesos de refino, petroquímica y polimerización.
- Procesos catalíticos para protección medioambiental
- Procesos catalíticos para energías limpias y celdas de combustible.
- Uso de la biomasa. Biorrefinería y biocombustibles.
- Procesos biocatalíticos. Síntesis de antibióticos.

## 1.14. Referencias de consulta / Course bibliography

### **Bibliografía del Bloque I: Catálisis Homogénea.**

- Astruc, D.: “Organometallic Chemistry and Catalysis”, Springer, Heidelberg, 2007.
- Elschenbroich, Ch.: “Organometallics”, 3rd ed., VCH Publishers, Nueva York, 2006.
- Hartwig, J.: “Organotransition Metal Chemistry: From Bonding to Catalysis”, University Science Books, Sausalito, California, 2010.
- Van Leeuwen, P.: “Homogeneous Catalysis, Understanding the Art”, Kluwer Academic Publisher, 2004.
- Steinborn, D.: “Fundamentals of Organometallic Catalysis”. Wiley-VCH. 2011.

### **Bibliografía del Bloque II: Catálisis Heterogénea**

- van Santen, R.A.; van Leeuwen, P.W.N.M.; Moulijn, J.A.; Averill, B.A. (Eds.): “Catalysis: An Integrated Approach”, (Studies in Surface Science and Catalysis Series, Vol. 123). Elsevier, Amsterdam, 1999.
- Ertl, G.; Knözinger, H.; Weitkamp, J. (Eds.): “Preparation of Solid Catalysts”, Wiley VCH, Weinheim, 1999.
- Fierro, J.L.G. (Ed.): “Spectroscopic Characterization of Heterogeneous Catalysts”, Elsevier, Amsterdam, 1990.
- Rouquerol, F.; Rouquerol, J.; Sing, K.: “Adsorption by Powders and Porous Solids. Principles, Methodology and Applications”, Academic Press, Oxford, 1999
- Santamaría, J.M.; Herguido, J.; Menéndez, M.A.; Monzón, A.: “Ingeniería de Reactores”, Editorial Síntesis, 1999

### **Bibliografía del Bloque III: Catálisis Industrial**

- Levenspiel, O.: “Ingeniería de las reacciones químicas”, Reverté, Barcelona, 1986
- J.G. Speight. “The Chemistry and Technology of Petroleum”. Marcel Dekker, New York, 1991.



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
 Código: 32967  
 Centro: Ciencias  
 Titulación: Máster en Química Aplicada  
 Nivel: Postgrado  
 Tipo: optativo  
 Nº de créditos: 4.

- R.J. Farrauto and C.H. Bartjholomew, “Fundamentals of Industrial Catalytic Processes”. Chapman and Hall, London, 1997.
- Chauvel, A.; Lefebvre, G.: “Petrochemical Processes”, Vol. 1 and 2. Eds. TECHNIP, Paris, 1989.
- J. Hagen, “Industrial Catalysis. A Practical Approach”, 2nd ed. Wiley-VCH, Weinheim, 2006.

En la página Web de la asignatura se incluirá distinto material bibliográfico, así como presentaciones, para el seguimiento adecuado de la asignatura.

## 2. Métodos docentes / Teaching methodology

La metodología a seguir consta de dos tipos de actividades:

### A) Actividades presenciales:

Las actividades presenciales se distribuirán entre *clases teóricas en aula*, donde se expondrán los principales conceptos teóricos que conforman los temas abarcados; *exámenes* escritos de cada uno de los tres bloques y *visitas externas* a centros de investigación industrial.

### B) Actividades no presenciales:

Consistirán en trabajos de carácter individual y/o en equipo para el estudio de los contenidos de la asignatura.

## 3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	33	46%
	Realización del exámenes	3	
	Visitas externas	3	
No presencial	Estudio y trabajo autónomo individual	45	54%
			100%



Asignatura: Catálisis Homogénea y Heterogénea.  
 Código: 32967  
 Centro: Ciencias  
 Titulación: Máster en Química Aplicada  
 Nivel: Postgrado  
 Tipo: optativo  
 N° de créditos: 4.

#### 4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Para la evaluación se tendrá en cuenta la participación en las actividades presenciales (25% de la calificación) y se realizará una evaluación objetiva final sobre los contenidos teóricos del curso, mediante una prueba escrita de cada parte de la asignatura (25% de la calificación por cada bloque).

#### 5. Cronograma\* / Course calendar

Semana Week	Contenido (Programa) Contents	Horas presenciales Contact hours
1-4	Bloque I: Catálisis Homogénea	3 h por semana
5-8	Bloque II: Catálisis Heterogénea	3 h por semana
9-12	Bloque II: Catálisis Industrial	3 h por semana

\*Este cronograma tiene carácter orientativo.