



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Ingeniería de las Reacciones Heterogéneas / [Chemical Reaction Engineering: Heterogeneous Reactions](#)

1.1. Código / Course number

19350

1.2. Materia / Content area

Cinética y Reactores Químicos

1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / [Compulsory subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Grado / [Bachelor \(first cycle\)](#)

1.5. Curso / Year

3º / 3rd

1.6. Semestre / Semester

2º / 2nd ([Spring semester](#))

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea material docente en inglés / [In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material](#)

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Recomendable haber superado las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Química, Termodinámica de los Procesos Industriales y haber cursado Ingeniería de las Reacciones Homogéneas.



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia a las clases teóricas es muy recomendable. La asistencia a las clases prácticas en aula y prácticas con medios informáticos es obligatoria.

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente(s) / **Lecturer(s)**: Ángel Fernández Mohedano (coordinador)
Departamento de / **Department of**: Química Física Aplicada
Facultad / **Faculty**: Ciencias
Despacho - Módulo / **Office - Module**: 609 - módulo 8
Teléfono / **Phone**: +34 91 497 2680
Correo electrónico/**Email**: angelf.mohedano@uam.es
Página web/**Website**: <http://www.iq-uam.es/>
Horario de atención al alumnado/**Office hours**: Previa petición de hora.

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

<http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671470698/listadoCombo/Profesorado.htm>

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

Los objetivos de esta asignatura son el análisis cinético de las reacciones químicas heterogéneas y el diseño de los diferentes tipos de reactores químicos para este tipo de reacciones. Con esta asignatura se pretende que el estudiante adquiera los fundamentos y principios de la cinética química heterogénea, que comprenda la necesidad de obtener una expresión matemática de la evolución del sistema, ecuación de velocidad, como paso previo y necesario para diseñar el reactor dónde llevarla a cabo en condiciones seguras y reproducibles. Además, resulta necesario que el estudiante comprenda los diferentes fenómenos que tienen lugar en el interior de los reactores químicos heterogéneos a escala industrial y que adquiera un conocimiento de los modelos y ecuaciones utilizados en su diseño y control.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, se busca conseguir que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

- Distinguir entre los distintos sistemas de reacción química y las variables de las que dependen.
- Aplicar métodos numéricos para el análisis de datos cinéticos y proponer modelos cinéticos heterogéneos capaces de describir el sistema de reacción.



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

- Diseñar reactores químicos heterogéneos.
- Seleccionar catalizadores y las condiciones adecuadas de operación.

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

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.

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 Industrial.

CT5. Reconocer la necesidad y tener la capacidad para desarrollar voluntariamente el aprendizaje continuo.

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.

1.12. Contenidos del programa / Course contents

Contenidos Teóricos y Prácticos

Catálisis heterogénea. Catalizadores sólidos. Cinética de las reacciones heterogéneas. Desactivación de catalizadores sólidos. Diseño de reactores heterogéneos.

Temario

Tema 1. Catálisis y catalizadores.

Introducción a la catálisis heterogénea. Catalizador sólido. Propiedades del catalizador sólido. Preparación de catalizadores. Técnicas de caracterización de los catalizadores sólidos.

Tema 2. Reacciones Catalizadas por Sólidos.

Mecanismos de reacción sobre catalizadores sólidos. Etapas químicas y físicas. Difusión externa. Difusión interna. Reacción química. Modelos cinéticos. Efectos caloríficos durante la reacción. Métodos experimentales para la determinación de



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

velocidades. Determinación de la resistencia controlante y de la ecuación de velocidad.

Tema 3. Desactivación de Catalizadores.

Mecanismos de la desactivación del catalizador. Ecuación cinética. Determinación experimental del mecanismo de desactivación.

Tema 4. Reactores heterogéneos.

Reactores de Lecho Fijo: características y aplicaciones; factores involucrados en el diseño de un reactor de lecho fijo; modelos pseudohomogéneos; diseño de reactores.

Reactores de Lecho Fluidizado: características y aplicaciones; factores involucrados en el diseño de un reactor de lecho fluidizado; diseño de reactores.

Tema 5. Reacciones y Reactores heterogéneos no catalíticos.

Fenomenología de las reacciones sólido-fluido y fluido-fluido. Introducción al diseño de los reactores sólido-fluido y fluido-fluido.

1.13. Referencias de consulta / **Course bibliography**

Referencias básicas:

- Fogler, H. S., 2016. "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice-Hall, 5ª ed.
- González Velasco, J.R. y col., 1999. "Cinética Química Aplicada". 1ª Edición. Ed. Síntesis. Madrid.
- Levenspiel, O., 2009. "Ingeniería de las reacciones Químicas". Reverté. Barcelona.
- Santamaría, J.M. y col., 1999. "Ingeniería de Reactores". 1ª Edición. Ed. Síntesis. Madrid.

Libros de consulta:

- Carberry, J.J., 1976. "Chemical and Catalytic Reactors", Mc Graw-Hill. Traducido al castellano: 1980. Géminis. Madrid.
- Froment, G. y K.B. Bischoff, 1990. "Chemical Reactor Analysis and Design", 2ª edición. J. Wiley.
- Schmidt, L.D. 2004. "The Engineering of Chemical Reactions". 2ª edición. Oxford University Press. New York.
- Izquierdo, J.F. y col., 2004. "Cinética de las Reacciones Químicas". 1ª Edición. Edicions de la Universitat de Barcelona.

Libros de problemas:

- Izquierdo, J.F. y col., 2004. "Problemas resueltos de Cinética de las Reacciones Químicas". 1ª Edición. Edicions de la Universitat de Barcelona.



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

- Pérez Báez, S.O. y Gómez Gotor, A., 1998. "Problemas y cuestiones en Ingeniería de la Reacción Química". 1ª Edición. Ed. Bellisco. Madrid

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Actividades formativas y dinámica docente:

- Clases magistrales: consistirán de forma prioritaria en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada y sistemática el temario de la asignatura y se resolverán de forma detallada problemas seleccionados que ejemplifiquen la puesta en práctica de los contenidos teóricos, cuyos enunciados estarán a disposición del alumnado con la suficiente antelación. Se utilizarán de manera habitual materiales multimedia que estarán a disposición de los alumnos en la página virtual de la asignatura. De esta actividad deriva un trabajo personal del estudiante que se estima en 1-3 h por cada hora de clase.
- Clases prácticas en aula: Las clases se dedicarán a la resolución y discusión de ejercicios y supuestos prácticos organizados en torno a casos de interés práctico. Estas clases tienen como objetivo la participación activa del alumnado, tanto en la reflexión y trabajo previo a la clase, como en la discusión en el aula.
- Prácticas con medios informáticos: Las prácticas se dedicarán a abordar el estudio, mediante programas informáticos (Scientist, Origin), de casos prácticos cuya complejidad excede a lo abordable en ejercicios de aula.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases magistrales	50 h (33,3%)	67 horas (44,7%)
	Clases prácticas en aula	5 h (3,3%)	
	Prácticas con medios informáticos	2 h (1,3%)	
	Actividades de evaluación	10 h (6,6%)	
No presencial	Estudio de teoría, ejemplos y resolución de problemas	60 h (40%)	83 horas (55,3%)
	Preparación de prácticas con medios informáticos	10 h (6,6%)	
	Preparación de exámenes	13 h (8,7%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		150 h	



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

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

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

Sistema de Evaluación	Convocatoria Ordinaria	Convocatoria Extraordinaria
Resolución de problemas y casos prácticos	15%	15%
Prácticas con medios informáticos	10%	10%
Examen final	75%	75%

Resolución de problemas y casos prácticos: Los estudiantes resolverán, en grupos o de manera individual, una tarea propuesta, que se resolverá y discutirá en clase. Se evaluará el trabajo realizado por el estudiante con anterioridad a la clase así como la participación activa en la misma. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la aplicación de los contenidos teóricos a la resolución de problemas abiertos, el razonamiento crítico y la capacidad de argumentación (competencias CG4 y CT5).

Prácticas con medios informáticos: La propuesta de trabajo estará a disposición de los alumnos con suficiente antelación. Los estudiantes trabajarán en grupos de 2 ó 3 estudiantes. Con posterioridad a la realización de las prácticas en aula los alumnos cumplimentarán un informe que presentarán utilizando la plataforma Moodle. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la aplicación de los contenidos teóricos a la capacidad de análisis, el razonamiento crítico, la profundización en el conocimiento de la materia y la toma de decisiones (competencias CG4 y CT5).

Examen final: se realizará un examen a la finalización del semestre, en la fecha aprobada por la Junta de Facultad y publicada en el horario. En esta prueba se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionados con la asimilación de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas concretos, fundamentalmente relacionados con las competencias CB1, CB2 y CE19.

En la convocatoria extraordinaria se mantendrá la puntuación obtenida en la resolución de problemas y clases prácticas y prácticas con medios informáticos realizados durante el curso.

El estudiante que haya participado en conjunto, en menos de un 10% de las actividades prácticas (clases prácticas en aula y prácticas con medios informáticos) y de la evaluación frecuente (entrega de problemas e informes) será calificado en la convocatoria ordinaria como "No Evaluado".



Asignatura: Ingeniería de las reacciones heterogéneas
Código: 19350
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2016-2017
Tipo: Formación Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

5. Cronograma* / Course calendar

Semana	Tema
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	2
7	3
8	3
9	4
10	4
11	4
12	5

*Este cronograma tiene carácter orientativo