



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

## ASIGNATURA / COURSE TITLE

Ingeniería de la Reacción Química / [Chemical Reaction Engineering](#)

### 1.1. Código / Course number

16550

### 1.2. Materia / Content area

Cinética y Reactores Químicos / [Chemical Kinetic and Reactor Design](#)

### 1.3. Tipo / Course type

Formación obligatoria / [Compulsory subject](#)

### 1.4. Nivel / Course level

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

### 1.5. Curso / Year

3º / 3<sup>rd</sup>

### 1.6. Semestre / Semester

Anual / [Annual](#)

### 1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / [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 y Termodinámica Química Aplicada.

### 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 clases prácticas/tutorías/trabajo de campo es obligatoria en un 80%.



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

## 1.10. Datos del equipo docente / Faculty Data

### Coordinador:

Docente(s) / **Lecturer(s)**: José Antonio Casas de Pedro

Departamento de / **Department of**: Química Física Aplicada

Facultad / **Faculty**: Ciencias

Despacho - Módulo / **Office - Module**: 608

Teléfono / **Phone**: +34 914 97 8713

Correo electrónico/**Email**: jose.casas@uam.es

Página web/**Website**: <http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ingquim/>

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

## 1.11. Objetivos del Curso / Course objectives

### Objetivos

Los objetivos de esta asignatura son el análisis cinético de las reacciones químicas, tanto homogéneas como heterogéneas, y el diseño de los diferentes tipos de reactores químicos. Con esta asignatura se pretende que el estudiante adquiera los fundamentos y principios de la cinética química; 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 a escala industrial y que adquiera un conocimiento de los modelos y ecuaciones utilizados en su diseño y control.

### Competencias

- Conocer los principios generales de la cinética química.
- Determinar la cinética de reacciones homogéneas, tanto simples como complejas.
- Determinar ecuaciones de evolución del sistema con el tiempo. Composición, Presión y Temperatura.
- Diseñar reactores ideales y no ideales para sistemas homogéneos.
- Conocer la fenomenología de las reacciones catalíticas heterogéneas y los catalizadores empleados a escala industrial.
- Conocer la fenomenología de las reacciones heterogéneas no catalíticas.
- Diseñar reactores heterogéneos catalíticos y no catalíticos.

### Competencias transversales

Capacidad de análisis y síntesis



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

Comunicación oral y escrita en la lengua propia  
Conocimiento de informática en el ámbito de estudio  
Resolución de problemas  
Razonamiento crítico  
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica  
Habilidad para trabajar de forma autónoma  
Sensibilidad hacia temas medioambientales

### Competencias específicas

Analizar sistemas utilizando balances de materia y energía  
Analizar, modelizar y calcular sistemas con reacción química  
Modelizar procesos dinámicos  
Calcular  
Diseñar  
Evaluar  
Optimizar

## 1.12. Contenidos del Programa / Course Contents

### Cinética Química Aplicada

**Tema 1. Introducción a la Cinética Química Aplicada.** Aspectos básicos de termodinámica. Concepto de equilibrio químico. Clasificación de las reacciones. Definición de velocidad de reacción. Molecularidad y orden de reacción. Variables que afectan a la velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius.

### Reacciones Homogéneas

**Tema 2. Reacciones Simples.** Modelos cinéticos potenciales. Equipos experimentales para la determinación de velocidades de reacción. Método Integral. Método Diferencial. Reacciones de volumen variable.

**Tema 3. Reacciones Complejas.** Mecanismos de reacción. Determinación de modelos cinéticos. Reacciones en paralelo. Reacciones en serie. Reacciones enzimáticas. Cinética enzimática homogénea.

### Reactores Ideales

**Tema 4. El Reactor Discontinuo.** Características de las operaciones por cargas o discontinuas. Principales ejemplos y aplicaciones. Diseño del reactor. Elementos para la transmisión de calor. Agitación y elementos de mezcla.

**Tema 5. Los Reactores Continuos.** Principales características y aplicaciones. El reactor tubular. El reactor tipo tanque. Diseño. Asociación de reactores. El reactor semicontinuo. Simulación en distintas condiciones. Ejemplos.



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

**Tema 6. Catálisis Homogénea.** Funciones del catalizador. Mecanismos y ecuaciones. Catálisis por ácidos y bases.

#### **Flujo No Ideal**

**Tema 7. Flujo Real en Reactores.** Distribución de tiempos de residencia de los fluidos en un reactor. Curvas E, F y C. Cálculo directo de la conversión por la información del trazador. Modelos para flujo no ideal. Modelo de dispersión. Modelo de tanques en serie. Modelos combinados.

#### **Reacciones Heterogéneas**

**Tema 8. Reacciones Catalizadas por Sólidos.** Catálisis y catalizadores. Fases en una reacción heterogénea. Difusión externa. Difusión interna. Reacción química. Modelos cinéticos. Efectos caloríficos durante la reacción. Métodos experimentales para la determinación de velocidades. Determinación de la resistencia controlante y de la ecuación de velocidad.

**Tema 9. Desactivación de Catalizadores.** Mecanismos de la desactivación del catalizador. Ecuación cinética. Determinación experimental del mecanismo de desactivación.

**Tema 10. Reacciones Heterogéneas no catalíticas.** Reacciones sólido-fluido en partículas de tamaño constante. Modelos para partículas de tamaño decreciente. Determinación de la etapa controlante. Reacciones con crecimiento de la partícula. Modelos para condiciones no isothermas

#### **Reactores Heterogéneos**

**Tema 11. Reactores de Lecho Fijo.** Características y aplicaciones. Factores involucrados en el diseño de un reactor de lecho fijo. Modelos pseudohomogéneos. Diseño de reactores.

**Tema 12. Reactores de Lecho Fluidizado.** Características y aplicaciones. Factores involucrados en el diseño de un reactor de lecho fluidizado. Diseño de reactores.

**Tema 13. Reactores Multifásicos.** Tipos de reactores. Descripción cualitativa. Principales aplicaciones.

#### **Criterios de Elección del Reactor Químico**

**Tema 14. Criterios de Elección del Reactor Químico.** Estabilidad de reactores químicos. La multiplicidad de estados estacionarios en reactores de mezcla perfecta. El disparo en reactores tubulares.



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

## Tema 15. Optimización del Funcionamiento de los Reactores. Rendimientos al utilizar reacciones complejas. Rendimiento por calor de reacción.

### 1.13. Referencias de Consulta / **Course bibliography**

- Carberry, J.J., 1976. "Chemical and Catalytic Reactors", Mc Graw-Hill. Traducido al castellano: 1980. Géminis. Madrid.
- Cutlip, M.B. y M. Shacham, 2008. "Resolución de problemas en Ingeniería Química y Bioquímica con Polymath, Excel y Matlab", Ed. Prentice Hall, 2ª ed.
- Fogler, H. S., 1986. "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", Prentice-Hall, 2ª ed.
- Froment, G. y K.B. Bischoff, 1990. "*Chemical Reactor Analysis and Design*", 2ª edición. J. Wiley.
- González Velasco, J.R. y col., 1999. "Cinética Química Aplicada". 1ª Edición. Ed. Síntesis. Madrid.
- Levenspiel, O., 1997. "*Ingeniería de las reacciones Químicas*". Reverté. Barcelona.
- Pérez Báez, S.O. y Gómez Gotor, A., 1998. "Problemas y cuestiones en Ingeniería de la Reacción Química". 1ª Edición. Ed. Bellisco. Madrid.
- Santamaría, J.M. y col., 1999. "Ingeniería de Reactores". 1ª Edición. Ed. Síntesis. Madrid.
- Smith, J.M. 1970. "*Chemical Engineering Kinetics*". 2ª edición. Mc. Graw-Hill. New York. Traducido al castellano: 1977. C.E.C.S.A. México.

## 2 **Métodos Docentes / Teaching methodology**

- **Actividades presenciales**
  - Clases teóricas/problemas: exposición oral por parte del profesor de los contenidos teóricos fundamentales de cada tema.
  - Clases prácticas de resolución de problemas numéricos: resolución por parte de los alumnos de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor. Los estudiantes que conforman el grupo se dividirán en grupos de 20-25. Se contemplan tres tipos de clases prácticas:
    - a) Corrección de ejercicios: exposición oral por parte de los alumnos de ejercicios resueltos durante el tiempo de estudio personal.
    - b) Talleres de ejercicios: realización de ejercicios en el aula bajo la supervisión del profesor. Los alumnos podrán utilizar el material teórico de que dispongan.
    - c) Controles: pruebas breves de conocimiento para evaluar el grado de aprendizaje de la materia en distintos momentos del semestre.



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

- Prácticas con medios informáticos: resolución por parte de los alumnos de ejercicios y casos prácticos propuestos por el profesor utilizando medios informáticos.
- Clases de tutorías en grupo. Se realizarán de forma individual o en grupos reducidos. En ellas, el profesor hará un seguimiento del proceso de aprendizaje y se resolverán las dudas de los alumnos orientándolos sobre los métodos de trabajo más útiles para superar la asignatura.

La asignatura no recoge prácticas de laboratorio. Se realizan prácticas relativas a esta asignatura en Experimentación en Ingeniería Química II y Laboratorio de Desarrollo Industrial.

- **Actividades no presenciales:**

- Resolución de problemas y casos de estudio planteados por el profesor a lo largo de la asignatura.
- Docencia en red (Curso Moodle de la asignatura): material didáctico.

En el desarrollo de las actividades no presenciales se aprovecharán las prestaciones que brinda la plataforma Moodle para la presentación de contenidos (transparencias, hojas de problemas, ejemplos, etc.) y para la comunicación entre los profesores y los estudiantes.

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

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas/problemas (93 horas)	108 h (36,0%)	118 horas (39,3%)
	Clases prácticas en aula (11 horas)		
	Prácticas con medios informáticos (4 horas)		
	Tutorías	2 h (0,6%)	
	Actividades de evaluación	8 h (2,7%)	
No presencial	Realización de actividades prácticas	28 h (9,3%)	182 horas (60,7%)
	Estudio semanal (28 semanas x 4 h/semana)	112 h (37,4%)	
	Preparación de las clases de acuerdo a las lecturas propuestas por el profesor.	42 h (14,0%)	
<b>Carga total de horas de trabajo:</b>		<b>300 h</b>	



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

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

### CONVOCATORIA ORDINARIA

*Aspectos a evaluar:*

- Examen parcial y final (65%).
- Participación en clases prácticas y entrega de supuestos (20%)
- Repertorio de problemas propuestos y tutorías (15%).

El 65 % de la calificación de la asignatura corresponderá a un examen final de la asignatura. Este examen recogerá toda la asignatura (teoría y problemas) y se realizará al finalizar el curso, en las fechas establecida por la Facultad.

De forma opcional los alumnos podrán presentarse a un examen parcial liberatorio de materia al finalizar el primer semestre. Si la nota del parcial es igual o superior a 5 puntos, ésta supondrá un 50 % de la nota correspondiente al examen. En caso contrario el alumno deberá examinarse de la totalidad de la asignatura en el examen final.

El aprendizaje y la formación adquirida por el estudiante serán evaluados a lo largo del curso. En este sentido, se tendrá en cuenta la participación activa de los alumnos en las clases prácticas obligatorias y la entrega de supuestos prácticos, donde se profundizará en el conocimiento de los conceptos desarrollados en cada uno de los bloques temáticos.

Durante el curso se propondrán problemas para realizar como actividad externa. La valoración de estos ejercicios supondrá el 10 % de la calificación final del alumno.

Por último, a final del semestre se plantea una sesión de tutorías en grupos de diez alumnos, en las que se realizarán actividades de orientación y seguimiento del proceso de aprendizaje que serán obligatorias para los estudiantes y supondrán el 5% de la calificación final.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

*Aspectos a evaluar:*

- Examen final (65%).
- Participación en clases prácticas y entrega de supuestos (20%)
- Repertorio de problemas propuestos y tutorías (15%).

En la convocatoria extraordinaria se evaluarán únicamente aquellas actividades suspensas en la convocatoria ordinaria. Los estudiantes que hayan suspendido



Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

la parte de entrega de supuestos y problemas propuestos tendrán la posibilidad de presentarlos para ser evaluados.

**NOTA:** El estudiante que haya participado en menos de un 20% de las actividades de evaluación, será calificado como “No evaluado”.

## 5 Cronograma\* / Course calendar

Bloque Temático	Clases
Cinética Química Aplicada	Clases teóricas en aula: 4 horas Clases de problemas en aula: 3 horas Clases prácticas en aula: 1 horas
Reacciones Homogéneas	Clases teóricas en aula: 13 horas Clases de problemas en aula: 9 horas Clases prácticas en aula: 2 horas Prácticas de informática: 2 horas
Reactores Ideales	Clases teóricas en aula: 13 horas Clases de problemas en aula: 8 horas Clases prácticas en aula: 3 horas
Examen Parcial	4 horas
Flujo No Ideal	Clases teóricas en aula: 5 horas Clases de problemas en aula: 3 horas Clases prácticas en aula: 1 hora
Reacciones Heterogéneas	Clases teóricas en aula: 13 horas Clases de problemas en aula: 7 horas Clases prácticas en aula: 3 horas Prácticas de informática: 2 horas
Reactores Heterogéneos	Clases teóricas en aula: 6 horas Clases de problemas en aula: 4 horas Clases prácticas en aula: 1 horas
Criterios de Elección del Reactor Químico	Clases teóricas en aula: 3 horas Clases de problemas en aula: 2 horas
Tutorías en grupo (10 estudiantes)	2 horas
Examen Final. Convocatoria ordinaria	4 horas





Asignatura: Ingeniería de la Reacción Química  
Código: 16550  
Centro: Facultad de Ciencias  
Titulación: Grado en Ingeniería Química  
Nivel: Grado  
Tipo: Formación Obligatoria  
Nº de créditos: 12 ECTS

Examen Final. extraordinaria	Convocatoria	4 horas
---------------------------------	--------------	---------

\*Este cronograma tiene carácter orientativo