

Curso  
2026/2027

Guía Docente:

# INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA



FACULTAD DE  
CIENCIAS QUÍMICAS



## 1. IDENTIFICACIÓN

<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Química		<b>Código</b>	801550	
<b>Asignatura</b>	Ingeniería de la Reacción Química		<b>ECTS</b>	12	
<b>Materia</b>	Ingeniería de la Producción Química				
<b>Módulo</b>	Tecnología Química				
<b>Carácter</b>	Obligatorio	<b>Curso</b>	Tercero	<b>Semestre</b>	Anual
<b>Departamento responsable</b>	Ingeniería Química y de Materiales				

### Profesores responsables

Actividad	Profesor	Email	Despacho
Tª/S/Tut.	AURORA SANTOS LÓPEZ	aurasan@ucm.es	QA B57A
	SERGIO RODRÍGUEZ VEGA	sergioro@ucm.es	QA B71B
	CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE	carmdomi@ucm.es	QA B57B
	DAVID LORENZO FERNANDEZ	dlorenzo@ucm.es	QA B70B
	SALVADOR COTILLAS SORIANO	salvacot@ucm.es	QA B57B
Lab.	SERGIO RODRÍGUEZ VEGA	sergioro@ucm.es	QA B71B

### Profesores de Laboratorio

Actividad	Profesor	Email	Despacho
Lab	SERGIO RODRÍGUEZ VEGA	srvega@quim.ucm.es	QA B71B
Lab	CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE	carmdomi@ucm.es	QA B57B
Lab	SALVADOR COTILLAS SORIANO	salvacot@ucm.es	QA B57B
Lab	MERCEDES MARTÍNEZ RODRÍGUEZ	mmr1@quim.ucm.es	QA B58A



## 2. OBJETIVOS

### Objetivo General

Introducir al estudiante en la Ingeniería de la Reacción Química con el fin de que adquiera un conocimiento claro de la metodología empleada en el diseño de los reactores químicos y pueda aplicarla a diferentes situaciones que se presentan en la industria química y en instalaciones destinadas a la transformación de sustancias contaminantes. Conseguir que logre destreza en la identificación y descripción cuantitativa de los fenómenos que determinan el comportamiento de los reactores químicos, en la formulación de modelos cinéticos de reacciones y de reactores, en la obtención e interpretación de datos cinéticos, en la simulación numérica de diferentes tipos de reactores y, finalmente, que disponga de criterios claros para seleccionar reactores y condiciones de operación apropiadas para llevar a cabo procesos de fabricación o de transformación en instalaciones industriales.

### Objetivos específicos

- Formular modelos cinéticos para reacciones homogéneas y heterogéneas.
- Obtener e interpretar información cinética de reacciones simples y múltiples.
- Conocer la formulación, preparación y caracterización de catalizadores empleados en procesos catalíticos industriales.
- Analizar la influencia de las etapas físicas en las reacciones polifásicas.
- Valorar el efecto de las principales variables (temperatura, composición, área interfacial, tamaño partículas, etc.) en la velocidad de reacción observada.
- Conocer y clasificar los diversos tipos de reactores químicos atendiendo a criterios de circulación y número de fases.
- Ser capaz de modelar el comportamiento de los diversos tipos de reactores químicos en función de las variables de entrada, condiciones hidrodinámicas del proceso y sistema de intercambio de calor.
- Seleccionar la configuración de reactor más conveniente para llevar a cabo un determinado proceso químico, en función de sus características específicas.
- Analizar la estabilidad de los diversos reactores químicos.

## 3. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### Conocimientos previos

El seguimiento adecuado de esta asignatura requiere que el/la estudiante haya adquirido previamente los conocimientos y competencias correspondientes a las siguientes asignaturas: Matemáticas I y Matemáticas II, Fundamentos de Ingeniería Química, Química Básica y Química Orgánica, Termodinámica y Cinética Química, Termodinámica Aplicada y Mecánica de Fluidos.

### Recomendaciones

Es conveniente tener conocimientos de software de cálculo científico. Es recomendable que el estudiante tenga un nivel básico de inglés que le permita manejar bibliografía en inglés, realizar búsqueda de información, y comunicarse por escrito y oralmente en ese idioma. Es recomendable que el estudiante esté familiarizado con herramientas y programas informáticos para la resolución de problemas complejos así como con aplicaciones para la redacción, edición y presentación de informes técnicos.

## 4. CONTENIDOS



## Breve descripción de los contenidos

Cinética de reacciones químicas. Métodos de análisis de datos cinéticos. Catálisis. Tipos de reactores químicos. Modos de operación del reactor en la industria química. Ecuaciones básicas de diseño del reactor. Reactores reales. Experimentación para la determinación de ecuaciones cinéticas. Experimentación con reactores químicos.

## Programa

1. Concepto de la Ingeniería de la Reacción Química. Fundamentos científicos. Análisis y modelado de los reactores químicos.
2. Reactores químicos. Reactores más frecuentes en la industria. Reactores ideales. Enfoques innovadores en Reactores Químicos.
3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Reactor discontinuo, reactor continuo de mezcla completa y reactor continuo tubular de flujo pistón. Flujo No Ideal.
4. Cinética Química Aplicada. Modelos mecanísticos y empíricos. Obtención e interpretación de datos cinéticos. Discriminación de modelos y estimación de parámetros.
5. Efectos térmicos en reactores químicos ideales. Operación estable.
6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas. Reacciones en paralelo, serie, serie-paralelo.
7. Reactores heterogéneos. Tipos y aplicaciones.
8. Reactores de Lecho Fijo. Catálisis heterogénea. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
9. Reactores de Lecho Fluidizado. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
10. Reactores Gas-Sólido no catalíticos. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
11. Reactores Fluido-Fluido no miscibles. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.

## 5. COMPETENCIAS

### Generales

CG1-TQ1	Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
CG1-TQ2	Diseñar y gestionar procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y de 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.
CG4-TQ1	Aplicar conceptos de biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química. Diseñar reactores, y evaluar la transformación de materias primas y recursos energéticos.
CG5-TQ1	Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.



### Específicas

CE20-IP4	Reconocer los fundamentos de las operaciones básicas y de la ingeniería de la reacción química.
CE20-IP5	Realizar cálculos sencillos de operaciones básicas, cinética química y diseño de reactores ideales.
CE20-IP6	Calcular los parámetros básicos de diseño de reactores.
CE20-IP7	Analizar el comportamiento de reactores químicos.
CE22-IP1	Aplicar los métodos que permiten formular los modelos cinéticos y calcular los parámetros cinéticos.

### Transversales

CT1-TQ1	Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
CT2-TQ1	Resolver problemas en el área de la Tecnología Química.
CT4-TQ1	Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
CT5-TQ1	Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de la Tecnología Química.
CT5-TQ2	Consultar, utilizar y analizar bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.
CT6-TQ1	Utilizar herramientas y programas informáticos para calcular, simular y aproximar.
CT8-TQ1	Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
CT11-TQ1	Aprender de forma autónoma.
CT12-TQ1	Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.

## 6. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	65	85	6
Seminarios	26	31,5	2,3
Tutorías/Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Laboratorios	30	22,5	2,1
Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>167</b>	<b>12</b>



## 7. METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes en clases presenciales, divididas en dos tipos:

Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al estudiante el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados.

**Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos.** Para facilitar la labor de seguimiento por parte del estudiante de las clases presenciales se le proporcionará **la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor**, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. **La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc.** Se empleará bibliografía y recursos en inglés.

Las **clases presenciales de problemas**. Periódicamente se suministrará al estudiante una relación de problemas/ejercicios. Algunos de estos ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y otros se propondrán al estudiante para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Posteriormente se discutirán los resultados de estos problemas, en grupos reducidos. Una parte de estas actividades se desarrollarán en inglés. Se utilizará Matlab, Excel y Origin en la resolución de problemas.

Las **clases presenciales de laboratorio**. A lo largo del curso se realizarán tres prácticas de laboratorio, con asistencia obligatoria. En ellas, el estudiante –trabajando en grupos de reducido tamaño- obtendrá datos en un sistema experimental y aplicará los conceptos, habilidades y destrezas adquiridos en las clases de teoría y problemas para su análisis e interpretación. El estudiante elaborará una memoria de la práctica, donde presentará el objeto de la práctica, la experimentación realizada, los resultados experimentales obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las conclusiones alcanzadas. Tras la realización de las prácticas, el estudiante realizará un examen de los fundamentos y metodología aplicadas en las prácticas de laboratorio. Se calificará el trabajo realizado en el laboratorio, la memoria entregada y el examen realizado. Una parte de estas actividades se desarrollarán en inglés. El cálculo necesario se realizará mediante software científico (Matlab, Excel, Origin). Antes de la realización del primer laboratorio de la asignatura, el estudiante deberá confirmar por escrito que ha leído, entendido y aceptado las normas de seguridad del laboratorio.

En las **actividades dirigidas** los estudiantes deberán realizar algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. El objetivo general de estos trabajos es que los estudiantes aprendan a realizar búsquedas bibliográficas para obtener la información necesaria para resolver un problema abierto y orientado hacia la realidad industrial, a analizarla, valorarla y aplicarla. Los trabajos propuestos a cada estudiante incluyen, además del trabajo bibliográfico, métodos de cálculo, interpretación de resultados y elaboración del correspondiente informe. Una parte de estas actividades se desarrollarán en inglés. **Sería conveniente, si el número de estudiantes lo permite, que el estudiante presente su trabajo en clase una vez finalizado, respondiendo además a las cuestiones que planteen el profesor y los compañeros.**



Las **tutorías** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los estudiantes y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos. Una parte de estas actividades se desarrollarán en inglés, y en alguna actividad con apoyo de la inteligencia artificial. En las tutorías y actividades dirigidas el cálculo necesario se realizará mediante software científico (Matlab, Excel, Origin). En las tutorías y actividades dirigidas se realizarán actividades que permitan determinar y evaluar la capacidad de proyecto utilizando algún conocimiento de vanguardia de la especialidad de Ingeniería Química. Se estudiarán casos relacionados con la seguridad en plantas químicas trabajando con códigos de buenas prácticas.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales. Parte de la **bibliografía recomendada** y del material de apoyo que se deposita en el campus virtual para el desarrollo de las actividades docentes de esta asignatura estarán en inglés.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

### Básica

- Levenspiel, O.: "*Ingeniería de las Reacciones Químicas*", 2ª Ed. Reverté. 1981; 3ª Ed., John Wiley, 1999.
- Fogler, H.S.: "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3ª Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1999.
- Froment, F.F. y Bischoff, K.B.: "*Chemical Reactor Analysis and Design*". 1ª Ed., John Wiley, 1979. 2ª Ed., 1990.
- Smith, J.M.: "*Ingeniería de la Cinética Química*", CECSA, 1981.
- Metcalfe, I.S.: "*Chemical Reaction Engineering. A first Course*", Oxford Science Publications, 1999.

### Complementaria

- González Velasco, J.R.; González Marcos, M.A.; González Marcos, M.P., Gutiérrez Ortiz, J.I. y Gutiérrez Ortiz, M.A.: "*Cinética Química Aplicada*", Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- Santamaría, J., Erguido, J., Menéndez, M.A. y Monzón, A.: "*Ingeniería de Reactores*", Ed. Síntesis. Madrid, 1999.
- Villermaux, J.: "*Genie de la reaction chimique. Conception et fonctionnement des reacteurs*", Lavoisier, 1982.
- Missen, R.W, Mins, C.A. y Saville, B.A.: "*Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics*", Wiley, 1999.
- Westertep, K.R., van Swaaij, W.P.M. y Beenackers, A.A.C.C.: "*Chemical Reactor Design and Operation*", Wiley, 2ª Ed., 1984.

## 9. EVALUACIÓN

El rendimiento académico del estudiante y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en todas las convocatorias

Para superar la asignatura, el estudiante debe obtener una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global (teniendo en cuenta la contribución de exámenes escritos (70%) y del resto de actividades formativas (30%)).

La calificación final resultará de la media ponderada de las actividades evaluables. No obstante, para superar la asignatura será necesario alcanzar la nota mínima establecida en cada una de ellas. En caso de no cumplirse este requisito, la calificación final será la media ponderada obtenida, con un máximo de 4,5 sobre 10. Este criterio se mantendrá para ambas convocatorias, ordinaria y extraordinaria.

### ❖ EXÁMENES ESCRITOS: 70%

Además de los exámenes ordinario y extraordinario, a lo largo del curso se realizarán dos exámenes parciales: uno al finalizar el primer cuatrimestre y otro al finalizar el segundo, cada uno correspondiente al temario impartido en su respectivo periodo. Para poder optar a la evaluación por curso y no estar obligado a presentarse al examen final ordinario/extraordinario el/la estudiante deberá obtener en cada uno de los dos exámenes parciales:

- una calificación mínima de 3 sobre 10 en la parte de teoría,
- una calificación mínima de 3 sobre 10 en la parte de problemas, y
- una nota media del examen parcial igual o superior a 4 sobre 10.

### ❖ TRABAJO PERSONAL: 30%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el estudiante se realizará teniendo en cuenta los factores:

- Destreza del estudiante en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en las clases presenciales.
- Valoración del trabajo en las clases presenciales de problemas y en tutorías
- Valoración del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio (asistencia obligatoria).

La calificación obtenida en tutorías y trabajos dirigidos contribuirá al 10% de la calificación. La calificación obtenida en las prácticas de laboratorio contribuirá al 20% de la calificación final.

Parte de estas actividades se evaluarán en inglés

### ❖ ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:

Para poder acceder a la evaluación global de la asignatura, el estudiante debe haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría y seminarios y tutorías) y haber asistido a las clases de laboratorio.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes de curso, laboratorios, tutorías, entrega de problemas, etc.) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.



En especial, las notas de los exámenes de curso se comunicarán en un plazo máximo de 20 días hábiles, salvo en el caso del último examen de curso, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final. En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

Los estudiantes que hayan realizado las prácticas en cursos anteriores tendrán la opción de solicitar la no repetición de la asistencia al laboratorio y elaboración del correspondiente informe, siempre que no hayan transcurrido más de 2 años desde que llevaron a cabo esas prácticas y hubieran sido calificadas con más de un cinco. En cualquier caso, el examen de cada práctica deberán realizarlo todos los estudiantes, independientemente de que hayan solicitado o no la repetición de la parte experimental en laboratorio.

En las prácticas de laboratorio, actividades dirigidas y tutorías, además del informe correspondiente, se entregarán los programas/archivos de cálculo científico desarrollados por el estudiante en la elaboración de resultados.

## PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES - CRONOGRAMA

TEMA	CUATRIMESTRE
1. Concepto de Ingeniería de la Reacción Química	1
2. Reactores químicos	1
3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Flujo No ideal	1
4. Cinética Química Aplicada	1
5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.	2
6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas	2
7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea	2
8. Reactores de lecho fijo	2
9. Reactores de lecho fluidizado	2
10. Reactores gas-sólido	2
11. Reactores fluido-fluido no miscibles	2

Las clases de laboratorios y las tutorías se harán en grupos reducidos..

## RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

ACTIVIDAD DOCENTE	COMPETENCIAS ASOCIADAS	ACTIVIDAD PROFESOR	ACTIVIDAD ESTUDIANTE	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	P	NP	TOTAL	C
Clases de teoría	CG1-TQ1, CG4-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP4, CE20-IP7, CE22-IP1, CT1-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Exposición de conceptos teóricos. Evaluación de los conocimientos teóricos adquiridos por el estudiante	Asistencia y toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Formulación de preguntas y dudas	Asistencia y participación del estudiante en las clases de teoría	65	85	150	
Seminarios	CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP5, CE20-IP6, CE22-IP1, CT1-TQ1, CT2-TQ2, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Aplicación de los conceptos de teoría a la resolución de cuestiones y problemas. Evaluación de las habilidades del estudiante en la resolución de problemas y ejercicios.	Asistencia y toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Realización de ejercicios propuestos. Formulación de preguntas y dudas	Asistencia y participación del estudiante en las clases de seminarios y evaluación de entrega de los ejercicios propuestos por el profesor	26	31,5	57,5	
Laboratorio	CG1-TQ2, CE22-IP1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT6-TQ1, CT8-TQ1	Exposición de los fundamentos teóricos y la metodología para la realización de las prácticas e interpretación de los resultados obtenidos. Supervisión y apoyo al estudiante durante estas etapas. Calificación de los conocimientos adquiridos y del trabajo práctico realizado	Estudio de los fundamentos teórico/prácticos necesarios para la tarea experimental, realización de ésta y elaboración de la memoria técnica.	Evaluación del trabajo del estudiante durante la realización de las prácticas y de las memorias técnicas individuales del trabajo experimental realizado. Exámenes escritos de los conocimientos adquiridos	30	22,5	52,5	<b>15%</b>

ACTIVIDAD DOCENTE	COMPETENCIAS ASOCIADAS	ACTIVIDAD PROFESOR	ACTIVIDAD ESTUDIANTE	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	P	NP	TOTAL	C
Tutorías / Actividades dirigidas	CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP7, CE22-IP1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT6-TQ1, CT11-TQ1, CT8-TQ1, CT12-TQ1	Seguimiento y apoyo a la adquisición de conocimientos y competencias por parte del estudiante, mediante actividades individuales y/o en grupo. Evaluación del trabajo realizado por el estudiante en estas actividades.	Planteamiento de dudas y cuestiones al profesor y autoevaluación de los conocimientos y competencias adquiridas. Elaboración de los trabajos propuestos	Valoración del trabajo realizado por el estudiante	6	9	15	<b>15%</b>
Exámenes	CG4-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP5, CE20-IP6, CT1-TQ1, CT4-TQ1, CT8-TQ1	Elaboración de exámenes, supervisión, corrección y calificación de las pruebas.	Preparación y realización de las pruebas para la evaluación de los conocimientos y su aplicación a la resolución de cuestiones teórico/prácticas	Calificación de las pruebas	6	19	25	<b>70%</b>

**P:** Actividades presenciales

**NP:** Actividades no presenciales (trabajo autónomo)

**C:** Calificación