



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

# GUIA DOCENTE

CURSO 2024-25

## GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

REACTORES QUÍMICOS II

**Denominación en Inglés:**

Chemical Reactors II

**Código:**

606210217

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Obligatoria

**Horas:**

**Totales**

**Presenciales**

**No Presenciales**

**Trabajo Estimado**

150

60

90

**Créditos:**

Grupos Grandes	Grupos Reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
4.14	1.86	0	0	0

**Departamentos:**

ING. QUIM., Q. FISICA Y C. MATERIALES

**Áreas de Conocimiento:**

INGENIERIA QUIMICA

**Curso:**

3º - Tercero

**Cuatrimestre**

Segundo cuatrimestre

## DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)

Nombre:	E-mail:	Teléfono:
* Antonio Abad Cuadri Vega	antonio.cuadri@diq.uhu.es	959 219 882
Francisco Javier Navarro Dominguez	frando@diq.uhu.es	959 218 205

### Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )

Email: antonio.cuadri@diq.uhu.es.

Teléfono: 959219882.

Despacho: ETP031.

-----

Email: frando@diq.uhu.es.

Teléfono: 959218205.

Despacho: ETPB51.

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

El desarrollo de la asignatura debe proporcionar al alumno conocimientos sobre diseño de reactores químicos y bioquímicos. Una descripción generalista y no exhaustiva de contenidos se resume a continuación, agrupada en bloques temáticos:

- Diseño de reactores ideales homogéneos.
- Efectos de la temperatura y presión en reactores químicos.
- Introducción al diseño de reactores heterogéneos y bioquímicos.

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

This course will provide information about reactor design and operation. It will include the following contents:

- Homogeneous ideal reactor design.
- Analysis of the effects of temperature and pressure on chemical reactors.
- Introduction to the design of heterogeneous reactors.

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

La asignatura se encuentra enmarcada en el tercer curso de la titulación. Los alumnos deben haber adquirido conocimientos y destrezas en materias básicas como matemáticas, física, termodinámica, cinética química, fenómenos de transporte, mecánica de fluidos, transmisión de calor necesarios para un aprendizaje de la misma. Resulta imprescindible el haber cursado la asignatura Reactores I del primer cuatrimestre de tercer curso, puesto que Reactores II es la continuación natural de la primera. De forma específica, esta asignatura, parte de los conocimientos de cinética aplicada, para llevar a cabo el diseño de reactores químicos.

#### 2.2 Recomendaciones

Para una buena comprensión de los fenómenos experimentales y asimilación de contenidos, es recomendable que el alumno haya adquirido conocimientos y habilidades en Matemáticas, Termodinámica, Química, Flujo de Fluidos, Fenómenos de Transporte, Transmisión de Calor y Cinética Química Aplicada.

### 3. Objetivos (resultado del aprendizaje, y/o habilidades o destrezas y conocimientos):

El objetivo fundamental de la asignatura es que los alumnos es la adquisición de conocimientos y destrezas necesarios para poder diseñar reactores químicos. Así, se pretende, en primer lugar, que los alumnos comprendan los diferentes fenómenos que tienen lugar en el interior de los reactores químicos a escala industrial, así como de los modelos y ecuaciones utilizados en su diseño. En sentido amplio, esto significa la selección del modo de operación y del tipo, forma y tamaño del reactor, con vistas a optimizar su funcionamiento desde el punto de vista técnico y económico.

#### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

##### 4.1 Competencias específicas:

**E01:** 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

##### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**CB5:** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**G01:** Capacidad para la resolución de problemas.

**G04:** Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

**G08:** Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.

**G09:** Creatividad y espíritu inventivo en la resolución de problemas científico-técnico.

**G12:** Capacidad para el aprendizaje autónomo y profundo.

**G02:** Capacidad para tomar decisiones

**CT2:** Desarrollo de una actitud crítica en relación con la capacidad de análisis y síntesis.

**CT4:** Capacidad de utilizar las Competencias Informáticas e Informacionales (CI2) en la práctica profesional.

**CT3:** Desarrollo de una actitud de indagación que permita la revisión y avance permanente del conocimiento.

#### 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

##### 5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de teoría sobre los contenidos del programa

- Sesiones de resolución de problemas

- Actividades Académicamente Dirigidas por el profesorado: seminarios, conferencias, desarrollo de trabajos, debates, tutorías colectivas, actividades de evaluación y autoevaluación....

## 5.2 Metodologías Docentes:

- Clase magistral participativa

- Resolución de problemas y ejercicios prácticos

- Tutorías individuales o colectivas. Interacción directa profesorado-estudiantes

- Evaluaciones y Exámenes

## 5.3 Desarrollo y Justificación:

Las actividades formativas que se realizarán para fomentar la adquisición de competencias y su evaluación serán sesiones de teoría, de problemas y resolución de problemas.

- Las sesiones de teoría: Consiste en sesiones dirigidas a todos los alumnos donde el profesor desarrollará el contenido teórico del tema correspondiente. En el desarrollo se incluyen una introducción y el planteamiento de un esquema y objetivos perseguidos en la misma. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01 y CT2.
- Las clases de problemas consisten en la resolución de uno o más problemas tipo propuestos, que tengan relación con los contenidos teóricos incluidos en la materia. El objetivo es clarificar, asentar y aplicar los conocimientos teóricos. Asimismo, estas clases permiten que los alumnos aprendan a aplicar las herramientas y técnicas que facilitan la resolución de problemas y la toma de decisiones. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.
- Se realizarán actividades académicas dirigidas basadas en la entrega previa a los alumnos de problemas numéricos, tanto en papel como por aplicación de herramientas informáticas a problemas reales de diseño de Reactores. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

## 6. Temario Desarrollado

### 1. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN REACTORES HOMOGÉNEOS

1.1. Introducción

1.2. Estrategias de operación óptima

1.3. Efectos térmicos en reactores mezcla completa continuos

1.4. Estabilidad en reactores mezcla completa continuos

1.5. Efectos térmicos en reactores flujo pistón

## **2. DESVIACIÓN DEL FLUJO RESPECTO DE LOS MODELOS IDEALES.**

- 2.1. Introducción
- 2.2. Análisis de flujo no ideal por experimentación
- 2.3. Distribución de tiempos de residencia (DTR) en reactores ideales
- 2.4. Determinación de flujo defectuoso en reactores
- 2.5. Modelización de reactores no ideales

## **3. INTRODUCCIÓN LA CINÉTICA DE LAS REACCIONES HETEROGÉNEAS.**

- 3.1. Clasificación de las reacciones heterogéneas.
- 3.2. La velocidad de reacción para reacciones heterogéneas.
- 3.3. Velocidad global.

## **4. TRANSFERENCIA DE MATERIA EN LAS REACCIONES HETEROGÉNEAS.**

- 4.1. Transporte externo e interno sin reacción química.
- 4.2. Coeficientes de transferencia de materia.
- 4.3. Correlaciones

## **5. CINÉTICA DE REACCIONES SISTEMAS FLUIDO-FLUIDO.**

- 5.1. Introducción
- 5.2. Reacciones fluido-fluido: Pasos y resistencias.
- 5.3. Ecuaciones de velocidad

## **6. CINÉTICA DE REACCIONES SÓLIDO-FLUIDO NO CATALÍTICAS.**

- 6.1. Reacciones gas-sólido no catalíticas
- 6.2. Elección del reactor y planteamiento general de diseño
- 6.3. Diseño de reactores para sistemas sólido-fluido no catalíticos.

## **7. CINÉTICA DE REACCIONES SÓLIDO-FLUIDO CATALÍTICAS.**

- 7.1. Introducción: catalizadores.
- 7.2. Geometría y propiedades geométricas del sólido.
- 7.3. Resistencias en reacciones S-F catalíticas
- 7.4. El transporte interno en las reacciones catalíticas
- 7.5. La transformación catalítica: adsorción, reacción y desorción

6.6. Difusión y reacción en catalizadores porosos

7.7. La velocidad global

7.8. Desactivación de catalizadores

## 7. Bibliografía

### 7.1 Bibliografía básica:

- Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering. 3ª Ed. John Wiley, Nueva York, (1998). Traducción al castellano Ingeniería de las reacciones químicas 2ª Ed. Reverté, Barcelona, (2002).
- Fogler, H. S. Elements of Chemical Reaction Engineering. (International Edition) 4th Edition - Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., (2005). Traducción al castellano: Elementos de ingeniería de las reacciones químicas 3ª Ed. Pearson Educación, (2001).
- Levenspiel, O. The chemical reactor omnibook. Oregon st Univ Bookstores. (1989). Traducción al castellano: El omnilibro de los reactores químicos. Reverté. Barcelona, (1985).
- Missen, R. W., Mims, C. A., Saville, B. A. Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics. Wiley (1999).
- Santamaría, J. M. y col. Ingeniería de reactores, Síntesis, Madrid, (1999).
- Smith, J.M., Chemical Engineering Kinetics, 3ª Ed. McGraw-Hill, New York (1981). Traducción al castellano. Ingeniería de la cinética Química. 3ª. Ed., CECSA, (1986).

### 7.2 Bibliografía complementaria:

- Coulson, J. M. Richardson, J. F. Sinnott R. K., Backhurst, J. R. Harker, J. H. Peacock, D. G. Chemical Engineering Vol. 3. Chemical and Biochemical Reactors and Process Control. 3ª Ed. Butterworth Heinemann (1994). Traducción al castellano. Ingeniería Química. Tomo III. Diseño de reactores químicos. Ingeniería de la reacción bioquímica. Control y métodos de cálculo con ordenadores. 2ª Ed. Barcelona, Madrid (1984).
- Froment, G. F., Bischoff K. B. Chemical Reactor Analysis and Design, 2ª Ed. Wiley (1990).
- Casablanca, G. y López-Santín J. Ingeniería Bioquímica. Editorial Síntesis. Madrid. . (1998).
- Bailey J. E. , Ollis DF. Biochemical Engineering Fundamental. McGraw-Hill, Nueva York (1986).

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Examen de teoría/problemas
- Defensa de Trabajos e Informes Escritos
- Seguimiento individual del estudiante

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

##### **Exámen de teoría/problemas:**

Consistirá en la realización de dos exámenes parciales (relacionado con cada uno de los bloques temáticos que componen la asignatura) y/o un examen final (se examinará de toda la asignatura). Los exámenes escritos constarán de parte de problemas y parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable). Para superar la asignatura por parciales será necesario aprobar ambos parciales, debiendo obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10. Los parciales serán eliminatorios de cara a la convocatoria ordinaria de junio, en el sentido de que la superación de alguno de estos dos parciales implicará que el alumno no tendrá que examinarse en el examen final de dicha convocatoria de junio del bloque de la asignatura relacionado con el examen parcial aprobado. Para aprobar la asignatura el alumno no podrá obtener una puntuación inferior a 4 puntos sobre 10 en alguno de los dos parciales o en el examen final. La calificación del examen final representará un 85 % de la nota final de la asignatura. La no superación del examen de junio implicará que el alumno que concurra a convocatorias posteriores tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

##### **Defensa de Trabajos e Informes Escritos:**

Se le propondrá al alumnado la redacción de informes y la resolución de problemas y actividades. Se valorará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. La calificación de la parte de Defensa de Trabajos e Informes Escritos supondrá el 10 % de la nota final. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

##### **Seguimiento Individual del Estudiante:**

Se evaluará la actitud participativa en las sesiones de resolución de problemas y clase magistral así como la predisposición del alumnado a desarrollar las distintas actividades que se propongan en las clases teóricas. La calificación de la parte de Seguimiento Individual del Estudiante supondrá el 5 % de la nota final. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.2.2 Convocatoria II:

##### **Exámen de teoría/problemas:**

Consistirá en la realización de un único examen correspondiente a toda la asignatura, que contará con parte de problemas y parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable). Para aprobar la asignatura el alumno no podrá obtener una puntuación inferior a 4 puntos sobre 10. La calificación del examen final representará un 85 % de la nota final de la asignatura. La no superación del examen de junio implicará que el alumno que concurra a convocatorias posteriores tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### **Defensa de Trabajos e Informes Escritos:**

Se le propondrá al alumnado la redacción de informes y la resolución de problemas y actividades. Se valorará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. La calificación de la parte de Defensa de Trabajos e Informes Escritos supondrá el 10 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### **Seguimiento Individual del Estudiante:**

Se evaluará la actitud participativa en las sesiones de resolución de problemas y clase magistral así como la predisposición del alumnado a desarrollar las distintas actividades que se propongan en las clases teóricas. La calificación de la parte de Seguimiento Individual del Estudiante supondrá el 5 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

### 8.2.3 Convocatoria III:

#### **Exámen de teoría/problemas:**

Consistirá en la realización de un único examen correspondiente a toda la asignatura, que contará con parte de problemas y parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable). Para aprobar la asignatura el alumno no podrá obtener una puntuación inferior a 4 puntos sobre 10. La calificación del examen final representará un 85 % de la nota final de la asignatura. La no superación del examen de junio implicará que el alumno que concurra a convocatorias posteriores tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### **Defensa de Trabajos e Informes Escritos:**

Se le propondrá al alumnado la redacción de informes y la resolución de problemas y actividades. Se valorará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. La calificación de la parte de Defensa de Trabajos e Informes Escritos supondrá el 10 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

### **Seguimiento Individual del Estudiante:**

Se evaluará la actitud participativa en las sesiones de resolución de problemas y clase magistral así como la predisposición del alumnado a desarrollar las distintas actividades que se propongan en las clases teóricas. La calificación de la parte de Seguimiento Individual del Estudiante supondrá el 5 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

### **Exámen de teoría/problemas:**

Consistirá en la realización de un único examen correspondiente a toda la asignatura, que contará con parte de problemas y parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable). Para aprobar la asignatura el alumno no podrá obtener una puntuación inferior a 4 puntos sobre 10. La calificación del examen final representará un 85 % de la nota final de la asignatura. La no superación del examen de junio implicará que el alumno que concurra a convocatorias posteriores tendrá que examinarse de la totalidad de la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

### **Defensa de Trabajos e Informes Escritos:**

Se le propondrá al alumnado la redacción de informes y la resolución de problemas y actividades. Se valorará la aplicación práctica de los conocimientos teóricos desarrollados en las clases y seminarios y la adecuación de la bibliografía consultada. La calificación de la parte de Defensa de Trabajos e Informes Escritos supondrá el 10 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

### **Seguimiento Individual del Estudiante:**

Se evaluará la actitud participativa en las sesiones de resolución de problemas y clase magistral así como la predisposición del alumnado a desarrollar las distintas actividades que se propongan en las clases teóricas. La calificación de la parte de Seguimiento Individual del Estudiante supondrá el 5 % de la nota final. Se mantendrá la calificación obtenida en este apartado en el último curso académico cursado por el alumno. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.3 Evaluación única final:

##### 8.3.1 Convocatoria I:

Consistirá en la realización de un único examen que constará de parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable) y de problemas. La calificación final de la asignatura será la nota obtenida en este examen, siendo necesario obtener 5 puntos sobre 10 para superar la asignatura. Aquellos estudiantes que deseen evaluarse mediante esta opción deberán enviar en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura un correo electrónico al

coordinador de la asignatura indicando su deseo de ser evaluado mediante la evaluación única final. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.3.2 Convocatoria II:

Consistirá en la realización de un único examen que constará de parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable) y de problemas. La calificación final de la asignatura será la nota obtenida en este examen, siendo necesario obtener 5 puntos sobre 10 para superar la asignatura. Aquellos estudiantes que deseen evaluarse mediante esta opción deberán enviar en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura un correo electrónico al coordinador de la asignatura indicando su deseo de ser evaluado mediante la evaluación única final. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.3.3 Convocatoria III:

Consistirá en la realización de un único examen que constará de parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable) y de problemas. La calificación final de la asignatura será la nota obtenida en este examen, siendo necesario obtener 5 puntos sobre 10 para superar la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

#### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

Consistirá en la realización de un único examen que constará de parte teórica (en la cual no se podrá utilizar ni ordenador ni calculadora programable) y de problemas. La calificación final de la asignatura será la nota obtenida en este examen, siendo necesario obtener 5 puntos sobre 10 para superar la asignatura. Con ello se pretende que el alumno adquiera las competencias E01, CB05, G01, G02, G04, G08, G09, G12, CT2,CT3 y CT4.

**9. Organización docente semanal orientativa:**

Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
17-02-2025	2.75	0	0	0	0		Tema 1
24-02-2025	2.75	0	0	0	0		Tema 1
03-03-2025	2.75	1.5	0	0	0	AAD1	Tema 1
10-03-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 2
17-03-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 2
24-03-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 3
31-03-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 3
07-04-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 4
21-04-2025	2.75	1.5	0	0	0	AAD2	Tema 4
28-04-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 5
05-05-2025	2.75	1.5	0	0	0	AAD3	Tema 5
12-05-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 6
19-05-2025	2.75	1.5	0	0	0	AAD4	Tema 6
26-05-2025	2.75	1.5	0	0	0		Tema 7
02-06-2025	2.9	0.6	0	0	0	AAD5	Tema 7

**TOTAL            41.4            18.6            0            0            0**