

# **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**

## **Grado en Ingeniería Química Industrial**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Ingeniería de las Reacciones Químicas  
(2019 - 2020)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Ingeniería de las Reacciones Químicas	Código: 339413202
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centro: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología</b></li> <li>- Titulación: <b>Grado en Ingeniería Química Industrial</b></li> <li>- Plan de Estudios: <b>2010 (Publicado en 2011-12-12)</b></li> <li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li> <li>- Itinerario / Intensificación:</li> <li>- Departamento/s:  <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica</b></li> </ul> </li> <li>- Área/s de conocimiento:  <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ingeniería Química</b></li> </ul> </li> <li>- Curso: <b>3</b></li> <li>- Carácter: <b>Obligatoria</b></li> <li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li> <li>- Créditos ECTS: <b>6,0</b></li> <li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li> <li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li> <li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> <li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)</b></li> </ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: <b>MARIA EMMA BORGES CHINEA</b>
- Grupo: <b>PA101</b>
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre: <b>MARIA EMMA</b></li> <li>- Apellido: <b>BORGES CHINEA</b></li> <li>- Departamento: <b>Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica</b></li> <li>- Área de conocimiento: <b>Ingeniería Química</b></li> </ul>
<b>Contacto</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teléfono 1: <b>922318059</b></li> <li>- Teléfono 2:</li> <li>- Correo electrónico: <b>eborges@ull.es</b></li> <li>- Correo alternativo:</li> <li>- Web: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li> </ul>
<b>Tutorías primer cuatrimestre:</b>

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	08:30	10:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:30	11:30	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	08:30	10:00	Sección de Química - AN.3F	12

Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	08:30	10:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	11:30	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Miércoles	08:30	09:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	08:30	09:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Sección de Química - AN.3F	12

Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma

**Profesor/a: ENRIQUE GONZALEZ CABRERA**

- Grupo: 1, PA101

**General**

- Nombre: **ENRIQUE**
- Apellido: **GONZALEZ CABRERA**
- Departamento: **Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Química**

**Contacto**

- Teléfono 1: **922 31 80 56**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **eglezc@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	08:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Martes	08:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Miércoles	13:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Jueves	13:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	15

Observaciones: Si se necesitara acudir en otro horario se tendría que hacer una solicitud previa a [eglezc@ull.edu.es](mailto:eglezc@ull.edu.es). El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	08:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Martes	08:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Miércoles	13:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	15
Todo el cuatrimestre		Jueves	13:30	14:30	Sección de Química - AN.3F	15

Observaciones: Si se necesitara acudir en otro horario se tendría que hacer una solicitud previa a [eglezc@ull.edu.es](mailto:eglezc@ull.edu.es). El lugar y horario de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Química Industrial**  
Perfil profesional: **Ingeniería Química Industrial.**

#### 5. Competencias

##### Específicas

**19** - 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 transformaciones de materia primas y recursos energéticos.

**20** - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos

##### Generales

**T3** - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

**T4** - 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 Química Industrial.

**T5** - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

**T9** - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

##### Transversales

**O1** - Capacidad de análisis y síntesis.

**O3** - Capacidad de expresión oral.

**O4** - Capacidad de expresión escrita.

**O5** - Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.

**O6** - Capacidad de resolución de problemas.

**O7** - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.

**O8** - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

##### Básicas

**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.

**CB3** - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**CB4** - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado

como no especializado.

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

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

TEMA 1.- INTRODUCCIÓN. Relación del reactor químico con los procesos industriales. Relación con otras materias. Cinética y Termodinámica. Clasificación de las reacciones. Tipos de reactores. Conversión del reactivo limitante. Factor de expansión .

TEMA 2.- CINÉTICA DE LAS REACCIONES HOMOGÉNEAS. Definición de velocidad de reacción Variables que afectan a la velocidad de reacción. Ecuaciones de velocidad de reacción. Mecanismos de reacción y modelos cinéticos. Determinación experimental de la velocidad de reacción.

TEMA 3.- REACTORES HOMOGÉNEOS IDEALES ISOTERMOS, REACCIÓN SIMPLE. Ecuación del balance de materia para el cálculo de reactores. Reactor discontinuo: Ecuaciones de diseño. Cálculo del tiempo de reacción y volumen necesario. Reactor continuo mezcla perfecta: Ecuación de diseño. Reactor flujo de pistón: Ecuaciones de diseño. Definición de tiempo espacial, velocidad espacial y tiempo medio de residencia. Relaciones. Combinación de reactores.

TEMA 4.- REACCIONES MÚLTIPLES ISOTERMAS. Tipos de reacciones múltiples. Selectividad y rendimiento. Influencia de la temperatura y nivel de concentración sobre la selectividad. Elección del reactor y la forma de contacto entre los reactivos. Aplicaciones de diseño.

TEMA 5.- REACCIÓN NO ISOTERMA. Progresión óptima de temperatura. Balance de energía. Reactores no isoterms ni adiabáticos. Reactores adiabáticos. Multiplicidad y estabilidad del estado estacionario.

TEMA 6.- FLUJO NO IDEAL. Funciones de distribución de tiempos de residencia. Técnicas de estímulo respuesta. Cálculo de la conversión en sistemas lineales. Modelos. Modelos mezclados. Modelo de dispersión. Modelo de tanques en serie.

TEMA 7.- REACCIONES CATALÍTICAS HETEROGÉNEAS. REACTORES. Velocidad global. Reactores catalíticos heterogéneos: Reactor de lecho fijo, Reactor de lecho fluidizado.

### Actividades a desarrollar en otro idioma

- Utilización de textos en inglés propuestos en la bibliografía.
- Utilización de material multimedia en inglés a través de la plataforma virtual.
- Utilización de videos, páginas web, etc. en inglés.
- Manejo de información en idioma inglés para resolución de casos prácticos.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La metodología de enseñanza-aprendizaje que se propone para la asignatura se basa en distribuir las horas de docencia con diferentes estrategias de enseñanza. Las clases teóricas magistrales serán las necesarias para explicar los fundamentos teóricos básicos que servirán como introducción y motivación al trabajo que desarrollará posteriormente el alumno en clases activas-participativas donde tratarán de abordar casos prácticos reales para la resolución de problemas. Se utilizará también la plataforma virtual para desarrollar algunas actividades.

La asignatura participa en el Programa de apoyo a la docencia presencial mediante herramientas TIC.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	28,00	0,00	28,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	27,00	0,00	27,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	45,00	45,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	27,00	27,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Preparación de exámenes	0,00	18,00	18,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]

Asistencia a tutorías	2,00	0,00	2,0	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
Total ECTS			6,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

ARVELO R. BORGES M.E. "Apuntes de Reactores Químicos" ARTE Comunicación Visual S.L. (2003).  
 FOGLER H.S. "Elements of Chemical Reaction Engineering" (5ª ed.), Pearson International Edition, Prentice Hall (2016).  
 LEVENSPIEL O. "Ingeniería de las Reacciones Químicas" (3ªEd.), Limusa Wiley (2015).

### Bibliografía Complementaria

FOGLER H. S.: "Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas", 4ª Ed., Pearson Educación (2001).  
 LEVENSPIEL, O. "Ingeniería de las Reacciones Químicas: Introducción al proyecto de Reactores Químicos", Ed. Reverté (1993).  
 LEVENSPIEL O. "El Omnilibro de los Reactores Químicos" Reverté ( 1986 ).  
 Metcalfe Ian S. "Chemical Reaction Engineering" A First Course. Oxford Science Publications (2006)  
 MANN UZI "Principles of Chemical Reactor Analysis and Design" John Wiley & Sons (2009)  
 SANTAMARIA J.M. HERGUIDO J. MENENDEZ M.A. MONZON A. "Ingeniería de reactores" Editorial Síntesis (1999)  
 THEODORE, L. "Chemical Reactor Analysis and Applications for the Practicing Engineer", John Wiley & Sons, 2012.  
 WINTERBOTTOM, J.M., KING, M., "Reactor Design for Chemical Engineers", CRC Press, Taylor and Francis Group, 1999  
 FINLAYSON, B.A., "Introduction to Chemical Engineering Computing", 2nd Edition, JOHN WILEY & SONS, 2014.

### Otros Recursos

Los que se pongan a disposición en el Aula virtual de la ULL.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

Se realizará una evaluación continua del trabajo del alumno, se valorará el trabajo individual o en grupo de las clases activas-participativas y de las actividades complementarias a realizar. También se realizarán ejercicios periódicos de control para evaluar el seguimiento de la asignatura y el grado de consecución de los objetivos propuestos a lo largo del

cuatrimestre, algunos de ellos podrán tener carácter eliminatorio.

Para superar la Evaluación Continua el alumno deberá asistir al menos al 90 % de las clases, realizar todas las actividades propuestas y superar todos los ejercicios de control. Además deberá realizar una prueba final obligatoria en las convocatorias oficiales de examen de la asignatura (80%).

La Evaluación Alternativa se llevará a cabo en todas las convocatorias y estará constituida por pruebas teóricas y prácticas de todo el temario.

El examen final de la asignatura contendrá cuestiones teóricas y problemas. Si se obtiene una puntuación de cero o se deja en blanco alguna de las cuestiones teóricas o problemas, no se podrá superar el examen.

La evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial o posteriores modificaciones.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB2], [CB3], [CB4], [CB5], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]	Dominio de los conocimientos de la materia	80,00 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB2], [CB3], [CB4], [CB5], [CB1], [19], [20], [T3], [T4], [T5], [T9], [O1], [O3], [O4], [O5], [O6], [O7], [O8]	Dominio de los conocimientos de la materia	20,00 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

Como resultado se espera que los alumnos adquieran las bases teóricas de operación y diseño de reactores químicos utilizados en la industria.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

La distribución de los temas por semanas es orientativa, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

#### Segundo cuatrimestre

Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
--------	-------	--------------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-------

Semana 1:	Tema 1	Explicar Tema 1. Introducción. Realizar actividades Tema 1.	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	Tema 2	Explicar Tema 2. Cinética de Reacciones homogéneas.	4.00	7.00	11.00
Semana 3:	Tema 2	Actividades Tema 2	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	Tema 2	Actividades Tema 2	4.00	6.50	10.50
Semana 5:	Tema 3	Explicar Tema 3. Reactores homogéneos ideales.	4.00	5.00	9.00
Semana 6:	Tema 3	Actividades Tema 3	4.00	5.00	9.00
Semana 7:	Tema 3	Actividades Tema 3. Pruebas evaluación continua.	4.00	5.00	9.00
Semana 8:	Tema 4	Explicar Tema 4. Reacciones múltiples isoterma.	4.00	5.00	9.00
Semana 9:	Tema 4	Actividades Tema 4	4.00	4.00	8.00
Semana 10:	Tema 5	Explicar Tema 5. Reacción no isoterma	4.00	7.00	11.00
Semana 11:	Tema 5	Actividades Tema 5. Pruebas de evaluación continua.	4.00	5.00	9.00
Semana 12:	Tema 6	Explicar Tema 6. Flujo no ideal.	4.00	5.00	9.00
Semana 13:	Tema 6	Actividades Tema 6	4.00	4.50	8.50
Semana 14:	Tema 6	Actividades Tema 6. Pruebas de evaluación continua. Explicar Tema 7. Reactores homogéneos.	4.00	4.00	8.00
Semana 15:	Tema 7	Explicar Tema 7. Reactores homogéneos. Actividades Tema 7.	3.00	4.00	7.00
Semana 16 a 18:	Evaluación	Evaluación y trabajo autónomo del alumnado	3.00	12.00	15.00
Total			62.00	88.00	150.00