

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Materia</b>	Complementos de formación para Máster		
<b>Módulo</b>			
<b>Titulación</b>	MÁSTER OFICIAL INGENIERÍA QUÍMICA		
<b>Plan</b>	542	<b>Código</b>	53925
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	ANGEL CARTÓN LÓPEZ SUSANA LUCAS YAGÜE		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	e-mail: <a href="mailto:carton@iq.uva.es">carton@iq.uva.es</a> , <a href="mailto:susana@iq.uva.es">susana@iq.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	INGENIERIA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

La asignatura se imparte en el primer cuatrimestre de tercer curso del Grado en Ingeniería Química, siendo la primera de carácter específico de la titulación que reciben los estudiantes. En ella se desarrollan los fundamentos para el cálculo de balances materiales y energéticos en sistemas fisicoquímicos y para el estudio de la cinética de las reacciones químicas, aspectos todos ellos que están implicados en cualquier proceso químico industrial.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura es base para el estudio de la mayoría de las asignaturas que constituyen el bloque específico, en particular para las de Cálculo y Diseño de Reactores Químicos, Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación, y Proyectos en Ingeniería Química.

### 1.3 Prerrequisitos

---





## 2. Competencias

### 2.1 Generales

Código	Descripción
CG1	Capacidad de análisis y síntesis
CG6	Capacidad de resolución de problemas
CG7	Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico
CG8	Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
CG9	Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz
CG13	Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social

### 2.2 Específicas

Código	Descripción
CE19	Conocimientos sobre los balances de materia y energía
CE23	Conocimientos sobre ingeniería de la reacción química
CE44	Seguridad en el ámbito de la ingeniería química



### 3. Objetivos

- Desarrollar una visión general sobre la evolución de la titulación, su enseñanza y el desempeño de las actividades profesionales de los ingenieros químicos en España y en el resto del mundo.
- Manejar los sistemas de unidades usuales, cambio de unidades y homogeneidad dimensional.
- Conocer las representaciones más usuales de los procesos químicos, incluyendo los símbolos de los equipos más importantes.
- Comprender las formas básicas de cálculo de los balances de materia y energía en régimen estacionario y no estacionario.
- Conocer los principios fundamentales de los procesos de flujo, continuos y discontinuos.
- Adquirir los conocimientos necesarios de la cinética de las reacciones químicas, para las reacciones homogéneas y heterogéneas
- Establecer las ecuaciones básicas de las reacciones catalíticas, incluyendo los fenómenos de superficie.
- Conocer los métodos de estudio experimental de la cinética de las reacciones químicas y de determinación de los parámetros característicos.





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: INTRODUCCIÓN

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,2

##### a. Contextualización y justificación

Este bloque introductorio está destinado a definir la Ingeniería Química y los perfiles profesionales, y a realizar una breve revisión de las principales bases de los cálculos que son de uso general en Ingeniería Química.

##### b. Objetivos de aprendizaje

###### Objetivos pedagógicos

Al finalizar el bloque el alumno debe ser capaz de:

- Definir la Ingeniería Química y expresar sus características principales.
- Conocer los sectores y empresas de trabajo de los ingenieros químicos, así como las tareas más frecuentes que realizan durante su actividad profesional.
- Manejar con soltura los sistemas de unidades y la conversión de ecuaciones.
- Conocer las implicaciones del análisis dimensional de las ecuaciones.

###### Competencias específicas del bloque 1

Código	Descripción
	Desarrollar una visión general sobre los contenidos específicos de la titulación, su enseñanza y el desempeño de las actividades profesionales de los ingenieros químicos en España y en el resto del mundo
CE19.1	Manejar los sistemas de unidades usuales, cambio de unidades y homogeneidad dimensional

##### c. Contenidos

###### Tema 1. Bases de la Ingeniería Química

- 1.1. Definiciones, características y ámbitos de la Ingeniería Química
- 1.2. Bases de los cálculos en Ingeniería Química

##### d. Métodos docentes

Se recogen en esta guía docente, de forma global, en el apartado 5: Métodos docentes y principios metodológicos.

##### e. Plan de trabajo

Se recoge en esta guía docente, de forma global, en el apartado 8: Consideraciones finales: Cronograma de actividades previstas.

##### f. Evaluación

Para toda la asignatura, la evaluación se encuentra recogida en el apartado 7: Sistema y características de la evaluación, de esta guía docente.

##### g. Bibliografía básica

FELDER. R.M., ROUSSEAU. R.W., "Elementary Principles of Chemical Processes" 3rd Ed., J. Wiley, 2000.



## h. Bibliografía complementaria

EFCE: European Federation of Chemical Engineers: [http://www.efce.info/Bologna\\_Recommendation.html](http://www.efce.info/Bologna_Recommendation.html)

## i. Recursos necesarios

Se encuentran disponibles en el campus virtual UVa (plataforma Moodle).

## j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,2 ECTS	Semana 1

## Bloque 2: BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

En este bloque se estudian los fundamentos de los balances de materia y de energía y su aplicación para resolver problemas de balances de materia y de energía que se plantean en las plantas químicas. Se realizan numerosos ejemplos de aplicación referidos a todo tipo de procesos físico-químicos, con una o múltiples unidades, en continuo o en batch, operando en régimen estacionario o transitorio.

### b. Objetivos de aprendizaje

#### Objetivos pedagógicos

Al finalizar el tema 2 el alumno debe ser capaz de:

- Conocer las expresiones habituales de un balance de materia en régimen estacionario. Saber usarlas para resolver ejemplos de aplicación de balances individuales y totales en sistemas sin y con reacción química.
- Resolver ejercicios de sistemas con una o varias unidades de separación física.
- Conocer una introducción al análisis de grados de libertad, con ejemplos de aplicación a equipos de separación (destilación, absorción, etc.), de mezcla de corrientes (mezcladores) o de división de flujo (sistemas con recirculación, purga y bypass).
- Resolver ejercicios de sistemas con reacción química (reactor). Introducción al análisis de grados de libertad en sistemas reactivos.
- Manejar con soltura algunos conceptos básicos de reacción química, como estequiometría, reactivo limitante, conversión fraccional, selectividad, rendimiento, constante de equilibrio y conversión de equilibrio.
- Resolver problemas de sistemas con varias unidades de separación y de reacción.
- Obtener las ecuaciones de diseño de los reactores de uso más frecuente en la industria.

Al finalizar el tema 3 el alumno debe ser capaz de:

- Conocer las diferentes formas de energía en sistemas cerrados y abiertos, y las expresiones habituales de un balance de energía en procesos químicos operando en régimen estacionario.
- Resolver ejercicios de aplicación de un balance de energía en sistemas sin cambio de fase (mezcladores, cambiadores de calor).
- Resolver ejercicios de aplicación de un balance de energía en sistemas con cambio de fase (condensadores, ebulliciones).
- Resolver ejercicios de aplicación de un balance de energía en sistemas con reacción química (reactor isotérmico o adiabático).
- Manejar con soltura las bases de datos y los procedimientos de cálculo de propiedades necesarias para resolver los balances de energía: capacidades caloríficas, tablas de vapor de agua, calor de reacción.



Al finalizar el tema 4 el alumno debe ser capaz de:

- Resaltar, a través de ejemplos sencillos, la importancia del régimen transitorio en los procesos industriales.
- Aplicar las ecuaciones generales de los balances de materia y de energía en régimen no estacionario para la resolución de ejemplos sencillos (llenado/vaciado de tanques, calentamiento/enfriamiento de recipientes, etc.). Comprender cómo se producen las variaciones de concentración y de temperatura en los ejercicios resueltos.

Competencias específicas del bloque 2

Código	Descripción
CE19.2	Comprender las formas básicas de cálculo de los balances de materia y energía en régimen estacionario y no estacionario
CE19.3	Conocer los principios fundamentales de los procesos de flujo, continuos y discontinuos

**c. Contenidos**

**Tema 2. Balances de materia en régimen estacionario**

- 2.1. Expresiones del balance de materia en régimen estacionario.
- 2.2. Sistemas con una unidad: análisis de grados de libertad.
- 2.3. Sistemas de varias unidades: recirculación, purga, bypass.
- 2.4. Balances de materia en procesos con reacción química.
- 2.5. Conversión fraccional, selectividad y rendimiento de las reacciones químicas.
- 2.6. Constante de equilibrio: conversión de equilibrio.
- 2.7. Ecuaciones de diseño de reactores discontinuo y continuo de tanque agitado.
- 2.8. Ecuación de diseño de reactor tubular.

**Tema 3. Balances de energía en régimen estacionario**

- 3.1. Expresiones del balance de energía en sistemas cerrados y abiertos.
- 3.2. Sistemas con variación de temperatura.
- 3.3. Sistemas con cambio de fase.
- 3.4. Sistemas con reacción química.

**Tema 4. Balances de materia y energía en régimen no estacionario**

- 4.1. Procesos no estacionarios: Expresiones generales de los balances de materia y de energía en régimen no estacionario.
- 4.2. Ejemplos sencillos de resolución.

**d. Métodos docentes**

Se recogen en esta guía docente, de forma global, en el apartado 5: Métodos docentes y principios metodológicos.

**e. Plan de trabajo**

Se recoge en esta guía docente, de forma global, en el apartado 8: Consideraciones finales: Cronograma de actividades previstas.

**f. Evaluación**

Para toda la asignatura, la evaluación se encuentra recogida en el apartado 7: Sistema y características de la evaluación, de esta guía docente.

**g. Bibliografía básica**

FELDER. R.M., ROUSSEAU. R.W., "Elementary Principles of Chemical Processes" 3rd Ed., J. Wiley, 2000.

**h. Bibliografía complementaria**

PEIRÓ PÉREZ, J.J., "Balances de materia-Problemas resueltos y comentados" (VOL. I), Univ. Politécnica de Valencia, 1997.

REKLAITIS, G.V., "Introduction to Material and Energy balances", J. Wiley, 1983.

SKOGESTAD, S., "Chemical and Energy Process Engineering", CRC Press, 2009.

**i. Recursos necesarios**

Se encuentran disponibles en el campus virtual UVa (plataforma Moodle).

**j. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3,2 ECTS	Semanas 2 a 7

**Bloque 3: INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**a. Contextualización y justificación**

El análisis y diseño de los reactores químicos (objeto central de la asignatura de segundo cuatrimestre Cálculo y Diseño de Reactores Químicos) precisa conocer la cinética de las reacciones que se producen en esos equipos industriales. Este bloque de la asignatura está centrado en el estudio de la velocidad de la reacción química (la velocidad a la que se produce una reacción y los factores que la influyen) desde una perspectiva ingenieril, y atiende principalmente a su medida experimental y al desarrollo de diferentes expresiones cinéticas que resultan adecuadas para los principales tipos de reacciones encontradas en la industria, en sistemas de una o varias fases, homogéneos o heterogéneos.

**b. Objetivos de aprendizaje**Objetivos pedagógicos

Al finalizar el tema 5 el alumno debe ser capaz de:

- Analizar cómo influyen las variables de operación sobre la velocidad de reacción (efecto de la conversión, la concentración y la temperatura).
- Obtener expresiones que relacionan la concentración y la conversión en sistemas de reacción a volumen constante y a volumen variable. Entender el concepto de factor de expansión molar.
- Revisar los conceptos de constante de equilibrio y conversión de equilibrio, sus formas de cálculo y cómo influyen las variables de operación en el equilibrio químico.
- Saber expresar la velocidad de reacción en reacciones múltiples (en serie y en paralelo) y obtener las expresiones que relacionan la concentración o la conversión en función del tiempo.
- Conocer cómo se determinan experimentalmente los datos cinéticos en sistemas discontinuos y continuos. Aplicar los métodos diferenciales e integrales para la determinación de parámetros cinéticos.

Al finalizar el tema 6 el alumno debe ser capaz de:

- Conocer la importancia y utilidad de las reacciones heterogéneas catalíticas a nivel industrial, las principales propiedades de los catalizadores sólidos y los mecanismos de desactivación.



- Entender la interacción entre los fenómenos de reacción y de superficie que tienen lugar en las reacciones catalíticas sólido-fluido. Comprender el fundamento de las etapas físicas (transporte externo y difusión interna) y de las etapas químicas (adsorción, reacción química y desorción) que intervienen en el mecanismo de estas reacciones.
- Comprender el concepto de velocidad global de reacción y determinar la ecuación de velocidad en función de la etapa controlante.
- Aplicar los métodos de determinación de parámetros de reacción propios de las reacciones catalíticas sólido-fluido.

Al finalizar el tema 7 el alumno debe ser capaz de:

- Conocer los principios generales y las aplicaciones industriales de las reacciones gas-líquido.
- Comprender el fundamento de la teoría de doble película para modelar los fenómenos de transferencia de materia y reacción existentes en las reacciones gas-líquido.
- Determinar la velocidad global de reacción en función de la etapa controlante (absorción física o absorción y reacción).
- Aplicar los métodos de determinación de parámetros de reacción propios de las reacciones gas-líquido.

### Competencias específicas del bloque 3

Código	Descripción
CE23.1	Adquirir los conocimientos necesarios de la cinética de las reacciones químicas, para las reacciones homogéneas y heterogéneas, incluyendo las catalíticas.

## c. Contenidos

### Tema 5. Velocidad de reacción

- 5.1. Velocidad de reacción. Reacciones elementales y no elementales. Etapa controlante.
- 5.2. Variables que influyen en la velocidad de reacción: Efecto de la conversión, de las concentraciones iniciales de reactivos y/o productos y de la temperatura.
- 5.3. Sistemas de reacción a volumen constante y variable.
- 5.4. Reacciones reversibles.
- 5.5. Reacciones múltiples.
- 5.6. Medida experimental de la velocidad de reacción en sistemas discontinuos y continuos.
- 5.7. Determinación de parámetros cinéticos: Métodos diferenciales y métodos integrales de análisis de datos.

### Tema 6. Reacciones catalíticas sólido-fluido

- 6.1. Catálisis homogénea y heterogénea.
- 6.2. Catalizadores sólidos: Materiales catalíticos, propiedades y desactivación.
- 6.3. Características generales y aplicaciones de las reacciones catalíticas S-F.
- 6.4. Interacción entre fenómenos cinéticos y de transporte.
- 6.5. Velocidad global de reacción: Etapas físicas y etapas químicas.
- 6.6. Medida experimental de la velocidad de reacción y determinación de parámetros.

### Tema 7. Reacciones gas-líquido

- 7.1. Características generales y aplicaciones de las reacciones G-L.
- 7.2. Teoría de doble película: Reacción instantánea, moderada, lenta e infinitamente lenta.
- 7.3. Medida experimental de la velocidad de reacción y determinación de parámetros de reacción.

## d. Métodos docentes

Se recogen en esta guía docente, de forma global, en el apartado 5: Métodos docentes y principios metodológicos.

## e. Plan de trabajo

Se recoge en esta guía docente, de forma global, en el apartado 8: Consideraciones finales: Cronograma de actividades previstas.



#### f. Evaluación

---

Para toda la asignatura, la evaluación se encuentra recogida en el apartado 7: Sistema y características de la evaluación, de esta guía docente.

#### g. Bibliografía básica

---

FOGLER, H.S., "Elements of Chemicals Reaction Engineering", Ed. Prentice Hall, 1999.

GONZÁLEZ VELASCO, J. R. y GONZÁLEZ MARCOS, J. A., "Cinética Química Aplicada", Ed. Síntesis, 1999.

#### h. Bibliografía complementaria

---

FROMENT, G. F., y BISCHOFF, K. F., "Chemical Reactor. Analysis and Design", John Wiley and Sons, New York, 1992.

GÓMEZ GOTOR, S.O. "Problemas y cuestiones en Ingeniería de las Reacciones Químicas". Ed. Bellisco.1998.

HIMMELBLAU, D.M., "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering" 5th Ed., Englewood Cliffs, 1989.

#### i. Recursos necesarios

---

Se encuentran disponibles en el campus virtual UVa (plataforma Moodle).

#### j. Temporalización

---

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2,6 ECTS	Semanas 8 a 15



## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Actividad	Metodología
Clase de teoría	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clase magistral participativa</li><li>• Resolución de problemas sencillos</li></ul>
Clase práctica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Clase magistral participativa</li><li>• Resolución de problemas abiertos</li><li>• Análisis e interpretación de resultados</li></ul>
Seminario	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estudio de casos en aula</li></ul>



**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T)	25	Estudio y trabajo autónomo individual	70
Clases prácticas de aula (A)	25	Estudio y trabajo autónomo grupal	20
Laboratorios (L)			
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)	7,5		
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	2,5		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>

**7. Sistema y características de la evaluación**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Tareas individuales o grupales	25%	Aproximadamente semanas 6 y 11
Evaluación intermedia	10%	Aproximadamente semanas 8-9
Examen final escrito	65%	Periodo de exámenes

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN****• Convocatoria ordinaria:**

- **TAREAS:** A lo largo del curso se evaluarán 2 tareas individuales o grupales entregadas por el alumno en fechas preestablecidas. Estas actividades (junto, en su caso, con el trabajo realizado sobre ellas por el alumno en los correspondientes seminarios) serán puntuadas hasta con un 25% de la nota total. La calificación de las tareas se mantendrá en la misma proporción para la convocatoria extraordinaria del curso académico.
- **EVALUACIÓN INTERMEDIA:** Durante el curso se hará una evaluación escrita intermedia (10% de nota total) en fecha previamente señalada. El examen intermedio: 1 ejercicio de problemas de 1 hora de duración sobre la materia vista hasta ese momento. Se permite cualquier material de consulta.
- **EXAMEN FINAL** (65% de nota total): Constará de un ejercicio escrito de problemas (60% de la calificación del examen) y varias cuestiones teórico-prácticas (40% de la calificación del examen). Examen final: Problemas: 2 Problemas ( $\approx 3$  h en total). Se permite cualquier material de consulta. Teoría: 4-8 cuestiones ( $\approx 1$  h en total). No se permite ningún material de consulta. Se recomienda llevar a los exámenes la base de datos y un material básico de dibujo (regla, escuadra o cartabón, etc.).
- Para poder aprobar la asignatura es condición necesaria obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en la calificación global del examen escrito.

**NOTA FINAL:  $0.25 \times \text{Tareas} + 0.1 \times \text{Evaluación intermedia} + 0.65 \times \text{Examen final}$** **• Convocatoria extraordinaria:**

- Para la evaluación de la convocatoria extraordinaria no se tendrá en cuenta el resultado de la evaluación intermedia, con lo que el examen final escrito contribuirá con un 75% al valor de la nota final.
- **NOTA FINAL:  $0.25 \times \text{Tareas} + 0.75 \times \text{Examen final}$**



## 8. Consideraciones finales

### CRONOGRAMA DE SEMINARIOS, ENTREGAS Y EVALUACIÓN INTERMEDIA

ACTIVIDAD	FECHA (semana)
<b>SEMINARIOS</b>	
S1: Balances de materia	2
S2: Balances de energía	5
S3: Cinética química	10
S4: Balances combinados	13
<b>ENTREGAS</b>	
T1: Tarea sobre balances de materia	
Fecha de la propuesta	4
Fecha de entrega	6
T2: Tarea sobre balances de energía y cinética	
Fecha de la propuesta	9
Fecha de entrega	11
<b>PRUEBA OBJETIVA INTERMEDIA</b>	
	8

