



# Guía Docente:

## FUNDAMENTOS DE INGENIERIA QUIMICA

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2023-2024**



**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Fundamentos de Ingeniería Química  
**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 9  
**CARÁCTER:** Obligatoria  
**MATERIA:** Ingeniería de la Producción Química  
**MÓDULO:** Tecnología Química  
**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Química  
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Anual (primer curso)  
**DEPARTAMENTO/S:** Ingeniería Química y de Materiales

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

<b>Coordinador de la asignatura</b>	<b>Profesor:</b>	JOSÉ MANUEL TOLEDO GABRIEL
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QA-B61
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:jmtoledo@ucm.es">jmtoledo@ucm.es</a>

<b>Grupo A</b>		
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<b>Profesor:</b>	PEDRO YUSTOS CUESTA
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QP-109
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:pyustosc@ucm.es">pyustosc@ucm.es</a>
	<b>Profesora:</b>	M <sup>a</sup> . ISABEL GUIJARRO GIL
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QA-B70
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:migg@ucm.es">migg@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b>	JUAN CARLOS DOMINGUEZ TORIBIO
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QB 533
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:juccdomin@ucm.es">juccdomin@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b>	VICTORIA DE LOS ANGELES RIGUAL HERNANDEZ
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QB 536
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:vicrigua@ucm.es">vicrigua@ucm.es</a>
<b>Grupo B</b>		
<b>Teoría Seminario Tutoría</b>	<b>Profesor:</b>	JOSÉ MANUEL TOLEDO GABRIEL
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QA-B61
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:jmtoledo@ucm.es">jmtoledo@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b>	SERGIO RODRIGUEZ VEGA
	<b>Departamento:</b>	Ingeniería Química y de Materiales
	<b>Despacho:</b>	QA-B57B
	<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:sergioro@ucm.es">sergioro@ucm.es</a>



## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Realizar una introducción a la Ingeniería Química, considerando su vinculación con la industria química y otras industrias relacionadas, conocer las herramientas en que se basa y describir las operaciones físicas y químicas que constituyen los procesos químicos.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el campo de actuación de la Ingeniería Química y sus diversas partes.
- Conocer las características de la industria química y de otras industrias relacionadas.
- Conocer las herramientas necesarias para el estudio de la ingeniería Química.
- Saber plantear y resolver balances de materia.
- Saber plantear y resolver balances de energía.
- Conocer los principios básicos de las leyes de equilibrio y cinéticas.
- Conocer las operaciones básicas relacionadas con el flujo de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia.
- Conocer las herramientas empleadas en el estudio de reacciones industriales química.
- Conocer los reactores químicos homogéneos y heterogéneos.
- Saber plantear y resolver los modelos de diseño de los reactores ideales.

## III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Es aconsejable tener conocimientos de matemáticas, física y química a nivel de bachillerato.

### ■ RECOMENDACIONES:

## IV.- CONTENIDOS

### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

La Industria Química. y la Ingeniería Química. Ecuaciones de conservación macroscópicas. Introducción a los fenómenos de transporte. Operaciones básicas: transporte de fluidos, transmisión de calor, transferencia de materia. Ingeniería de la reacción química. Cinética Química. Reactores ideales.

### ■ PROGRAMA:

#### **BLOQUE I: CONCEPTOS GENERALES**

##### **Tema 1**

Introducción a la Ingeniería Química. La Ingeniería química y la industria química. Estructura de las enseñanzas de la Ingeniería química. Conocimientos adquiridos por un Ingeniero químico. Salidas profesionales de los Ingenieros Químicos.

##### **Tema 2**

Conceptos básicos en Ingeniería Química: Ley de gases ideales (aplicaciones), Estequiometría (concepto de mol, reactivo en defecto, conversión, rendimiento, selectividad, composición de corrientes), Calor (calor específico, calor de reacción, calor



latente, calor sensible). Estudio de las principales variables en un proceso químico y sus cambios de unidades. Sistemas de unidades. Análisis dimensional.

**Tema 3**

Ecuaciones de conservación. Balances de materia macroscópicos. Balances por componentes en régimen estacionario. Balances elementales. Balances en régimen no estacionario.

**Tema 4**

Ecuación de conservación de energía. Balances de energía sin reacción química. Cálculo de entalpías. Balances de energía con reacción química.

**BLOQUE II: FUNDAMENTOS DE LAS OPERACIONES BÁSICAS**

**Tema 5**

Transporte molecular y turbulento. Leyes de Newton, Fourier y Fick. Coeficientes de transporte.

**Tema 6**

Flujo de fluidos: Flujo por conducciones, Operaciones de separación basadas en flujo de fluidos.

**Tema 7**

Transmisión de calor: mecanismos; conducción; convección, cambiadores de calor. Transferencia de materia: operaciones de separación por transferencia de materia.

**BLOQUE III: INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA**

**Tema 8**

Estudio estequiométrico: matriz B. Matriz v. Extensión de la reacción. Estudio termodinámico: extensión máxima de la reacción.

**Tema 9**

Cinética Química Aplicada. Velocidad de reacción. Velocidad de producción. Factores que influyen en la velocidad de la reacción. Catálisis: clasificación. Catálisis heterogénea. Modelos cinéticos: clasificación. Obtención de ecuaciones cinéticas. Métodos de cálculo: Diferencial e Integral. Métodos de discriminación de modelos cinéticos. Métodos de validación de modelos cinéticos.

**Tema 10**

Reactores químicos. Clasificación. Reactores homogéneos ideales discontinuos y continuos. Reactor tanque agitado. Reactor tubular. Asociaciones de reactores. Principios de diseño.

**BLOQUE IV: FUNDAMENTOS DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES**

**Tema 11**

Procesos industriales. Producción de amoníaco.

**V.- COMPETENCIAS**

■ **GENERALES:**

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos de materias básicas y tecnológicas que le capacite para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías y para abordar nuevas situaciones.



- **CG4:** Resolver problemas en el área de la ingeniería química con iniciativa, capacidad de decisión y razonamiento crítico.

■ **ESPECÍFICAS:**

- **CE19-IP1:** Realizar balances de materia y energía macroscópicos.
- **CE20-IP1:** Identificar los campos de aplicación de la Ingeniería Química y su relación con la Industria Química, las materias primas, fuentes de energía y sus repercusiones ambientales.
- **CE20-IP2:** Enunciar los principios de las leyes de conservación, las leyes de equilibrio y de los fenómenos de transporte.
- **CE20-IP3:** Describir las operaciones y procesos representativos de la Industria Química.
- **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.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1:** Demostrar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2:** Demostrar capacidad para la resolución de problemas.

**VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD**

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	52	98	6
Seminarios	23	34,5	2.3
Tutorías programadas	3	4,5	0,3
Preparación de trabajos y exámenes	10		0,4
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>137</b>	<b>9</b>

**VII.- METODOLOGÍA**

El tiempo lectivo del curso se divide en clases teóricas, seminarios y tutorías.

La **teoría** se desarrollará en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en el grupo de la asignatura. Las **clases teóricas** consistirán, de forma



mayoritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrán los conocimientos teóricos necesarios para resolver los ejemplos prácticos que se ven durante el curso.

Los **seminarios** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en el grupo de la asignatura. En estas clases se abordarán tanto la resolución de problemas previamente propuestos como algunos temas de carácter complementario y eminentemente prácticos. Se evaluarán los seminarios mediante la realización de, al menos, una prueba escrita que consistirá en la resolución por parte de los alumnos de uno o varios problemas de la asignatura.

Las **tutorías** se desarrollarán en dos grupos, cada uno de los cuales estará formado por la mitad de los estudiantes matriculados en el grupo de la asignatura. En las tutorías se supervisará el progreso de los estudiantes en un trabajo personalizado que deberán realizar, orientando y resolviendo dudas.

Se utilizará el **Campus Virtual** de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas y de seminario, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

- Reklaitis, G.V.: “*Balances de materia y energía*”, Interamericana, México, 1986.
- Calleja, G. (Ed.), “*Introducción a la Ingeniería Química*”, Síntesis, Madrid, 1999.
- Levenspiel, O.: “*Ingeniería de las reacciones químicas*”; 2ª ed., Reverté, Barcelona, 1981.

### ■ COMPLEMENTARIA:

- Miranda, R.: “*Ingeniería de Procesos. Diseño e integración de procesos químicos*”. Dextra Editorial, Madrid, 2020.
- Felder, R.M.; Rousseau, R.W.: “*Principios elementales de los procesos químicos*”, 3ª ed., Limusa Wiley, México, 2003.
- McCabe, W.L.; Smith, J.C.; Harriot, P.: “*Operaciones básicas de la Ingeniería Química*”, 4ª ed., McGraw Hill, Madrid, 1991.
- Fogler, H.S.: “*Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas*”, Pearson Educación, Mexico. 2001.
- Santamaría y otros: “*Ingeniería de Reactores*”, Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- Izquierdo, José Felipe: “*Cinética de las Reacciones Químicas*”, Edicions Universitat Barcelona, 2004.
- Izquierdo, José Felipe; Tejero, Javier; Fité, Carles; Cunill, Fidel; Iborra, Montserrat: “*Problemas resueltos de Cinética de las Reacciones Químicas*”. Edicions Universitat Barcelona, 2004.



## **IX.- EVALUACIÓN**

La evaluación del rendimiento del alumno y de las competencias adquiridas en la asignatura se llevará a cabo mediante una evaluación global, que considerará por una parte los exámenes que se realicen y por otra el trabajo personal efectuado por el alumno.

Para poder realizar la evaluación global de la asignatura, el estudiante deberá haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría, seminarios y tutorías).

En el caso de no superar la asignatura realizando el examen final en la convocatoria ordinaria, se podrá efectuar éste en la convocatoria extraordinaria. En este caso, a efectos de la evaluación global, el examen representará igualmente un 70% de la calificación, aplicándose la misma evaluación para las restantes actividades realizadas en el curso.

### **■ EXÁMENES ESCRITOS 70%**

Los exámenes serán los mismos para todos los alumnos matriculados. Se realizarán dos exámenes parciales escritos, de carácter principalmente práctico, uno al final de cada semestre, así como un examen final, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria. Los alumnos que superen los dos exámenes parciales no estarán obligados a presentarse al examen final. La calificación obtenida en los exámenes parciales, o en su caso en el examen final, representará el 70% de la evaluación global.

- Para que el alumno apruebe la asignatura por parciales, deberá tener una puntuación superior o igual a 5 como nota media de ambos parciales. Para realizar la media de los parciales, se deberá obtener una nota mínima de 4,0 en dichos exámenes
- El carácter de los exámenes parciales es liberatorio. En el caso de suspender un parcial con una nota inferior a 4,0, y obtener una nota de 5,0 o superior, en el otro parcial, se libera materia para el examen final ordinario.
- Solo se liberará materia para el examen final ordinario. Si se suspende el examen final ordinario, el estudiante que se presente al examen final extraordinario se examinará de toda la materia de la asignatura.
- En el caso de realizar el examen final completo (ordinario o extraordinario), será necesario alcanzar una nota mínima de 5 puntos para acceder a la evaluación global de la asignatura. Si se realiza el examen final ordinario solo de una de las partes, la nota deberá ser como mínimo de 4,0 para poder hacer media con la materia liberada. Siendo obligatorio para acceder a la evaluación de la asignatura que la media sea de 5,0 o superior.

En los exámenes escritos se evalúan las competencias CG1-TQ1 y CG4; CT1 y CT2; CE19-IP1 y CE20 (IP1 a IP5).

### **■ TRABAJO PERSONAL 30%**

Se propondrá con carácter obligatorio la realización de ejercicios en las pruebas escritas de seminario y tutorías. Asimismo, se propondrá un conjunto de problemas modelo de cada una de las partes de la asignatura, que deberán realizarse antes de su discusión y resolución en las clases de seminario. Todo ello contribuirá con un 30% a la evaluación global. La calificación del trabajo personal se tendrá en cuenta tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria.



En estas actividades se evalúan las competencias CG1-TQ1 y CG4; CT1 y CT2; CE19-IP1 y CE20 (IP1 a IP5).

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, seminarios, tutorías y entrega de problemas) 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 parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, 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.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. Introducción a la Ingeniería Química.	Clases Teoría	2	1	1ª Semana	1ª Semana
2. Conceptos básicos en Ingeniería Química.	Clases Teoría	6	1	1ª Semana	5ª Semana
	Clases Seminario	3	1		
3. Ecuaciones de conservación. Balances de materia.	Clases Teoría	12	1	6ª Semana	14ª Semana
	Clases Seminario	6	1		
4. Ecuación de conservación de energía. Balances de energía sin y con reacción química.	Clases Teoría	8	1	15ª Semana	19ª Semana
	Clases Seminario	3	1		
5. Transporte molecular y turbulento. Propiedades de transporte.	Clases Teoría	2	1	20ª Semana	20ª Semana
6. Flujo de fluidos. Transmisión de calor. Transferencia de materia. Operaciones de separación.	Clases Teoría	2	1	20ª Semana	21ª Semana
	Clases Seminario	2	1		
7. Transmisión de calor. Transferencia de materia. Operaciones de separación.	Clases Teoría	2	1	21ª Semana	22ª Semana
	Clases Seminario	2	1		
8. Estequiometría y termodinámica.	Clases Teoría	3	1	22ª Semana	24ª Semana
	Clases Seminario	2	1		
9. Cinética Química aplicada.	Clases Teoría	7	1	24ª Semana	27ª Semana
	Clases Seminario	3	1		
10. Reactores químicos. Clasificación. Reactores homogéneos ideales discontinuos y continuos. Asociaciones. Principios de diseño.	Clases Teoría	6	1	27ª Semana	29ª Semana
	Clases Seminario	2	1		
11. Procesos industriales. Producción de amoniaco	Clases Teoría	2	1	29ª semana	
<b>Temas 1- 11</b>	Tutoría*	3	2	Semanas 11ª, 15ª y 27ª	

\* Las tutorías programadas están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG1 CE19, CE20	Exposición de conceptos teóricos.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.		52	98	150	
Seminarios	CG1, CG4 CE19, CE20 CT1, CT2	Planteamiento y resolución de ejercicios y problemas. Realización de al menos una prueba escrita.	Realización de ejercicios.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos	23	34,5	57,5	30%
Tutorías programadas	CG1, CG4 CE19, CE20 CT1, CT2	Propuesta de ejercicios numéricos en las tutorías. Dirección y supervisión de las actividades del alumno.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos. Formulación de preguntas y dudas.	Calificación de las respuestas y valoración de la participación activa y del trabajo realizado.	3	4,5	7,5	
Exámenes	CG1, CG4 CE19, CE20 CT1, CT2	Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización del examen.	Examen.	10			70%

**P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación**