



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



# Guía docente de la asignatura TECNOLOGÍA DE PROCESOS QUÍMICOS

**Titulación: MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**(Complementos de Formación)**

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Tecnología de Procesos Químicos.				
<b>Materia*</b>	Tecnología de Procesos Químicos.				
<b>Módulo*</b>	Materias del Máster en Tecnologías Industriales				
<b>Código</b>	223109005				
<b>Titulación</b>	Máster en Ingeniería en Tecnologías Industriales				
<b>Plan de estudios</b>	2009				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Complementos de formación				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1	<b>Curso</b>	1
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	4	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	120

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	M <sup>a</sup> José Roca Hernández		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Ambiental		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Química		
<b>Ubicación del despacho</b>	SAIT, planta baja del Edificio I+D+I , Campus Muralla del Mar		
<b>Teléfono</b>	968338972	<b>Fax</b>	968338952
<b>Correo electrónico</b>	Mjose.roca@sait.upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://moodle.upct.es/">http://moodle.upct.es/</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes de 15:30 a 17:30		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	SAIT, planta baja del Edificio I+D+I		

<b>Titulación</b>	Doctora en CC Químicas por la Universidad de Murcia
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesora Asociada
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2013
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Códigos Unesco: 3311.08 Equipo de laboratorio, 2301.03 Análisis cromatográfico, 2301.12 Microscopía, 3309 Tecnología de los Alimentos, 3309.10 Aroma y sabor.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	Actualmente: Técnico del Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) de la UPCT Anteriormente: Técnico de investigación en el Instituto Español de Oceanografía de San Pedro del Pinatar en Murcia. Titulado superior contratado en la Universidad de Murcia.
<b>Otros temas de interés</b>	



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

En esta asignatura se pretende dar una visión general de lo que constituye la Ingeniería Química, con información descriptiva y cualitativa de las industrias de proceso químico, a la vez que se les familiariza con los conceptos básicos de los procesos y las formas más usuales de proceder en la Industria Química.

Esta asignatura también debe asentar las bases de los cálculos asociados a los procesos químicos, fundamentalmente balances de materia y energía, diagramas de procesos e introducirles en las operaciones de separación.

El aprendizaje y trabajo en esta asignatura conlleva la necesidad de consolidar la madurez personal, social y moral y actuar de manera responsable y autónoma.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En el perfil profesional del alumnado, es importante fomentar el interés por el aprendizaje de la Ingeniería Química, con objeto de dotarles de capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería para formular y resolver problemas complejos, y más en particular los relacionados con el diseño de procesos y productos y con la concepción, cálculo, diseño, análisis, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones industriales.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Está relacionada con Ingeniería de Procesos Químicos que se estudia en el primer curso del Máster y va dirigida a los graduados en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Mecánica, que no la cursaron en sus respectivas titulaciones de Grado.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

El alumno debe recordar algunos conceptos básicos de la Química General.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

Tal como recoge el artículo 6 de la Normativa de Evaluación de la UPCT, el Vicerrectorado correspondiente podrá establecer adaptaciones especiales en la metodología y el desarrollo de enseñanzas para los estudiantes que padezcan algún tipo de discapacidad o alguna limitación, a efectos de posibilitarles la continuación de los estudios. El estudiante que, por sus circunstancias, pueda necesitar de medidas especiales de este tipo, debe comunicárselo al profesor al principio del curso. Asimismo, los estudiantes extranjeros que puedan tener dificultades con el idioma deben comunicárselo al profesor. Las pruebas de evaluación pueden desarrollarse en inglés.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG01 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo e infraestructuras.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

1. Localizar y usar información bibliográfica y técnica referida a los Procesos Químicos.
2. Construir y describir los diagramas de bloques de los procesos químicos y saber extraer la información significativa de los mismos.
3. Calcular balances de materia globales y de componente en un proceso químico-industrial a partir del diagrama de flujo y de las especificaciones de producción, pureza de los productos y rendimiento de las operaciones.
4. Calcular los requerimientos energéticos en un proceso químico-industrial a partir del diagrama de flujo y de las especificaciones de producción.
5. Reconocer y localizar los procesos de transferencia de materia que tienen lugar en diferentes procesos químicos.
6. Caracterizar y justificar las operaciones unitarias de separación.
7. Aplicar las ecuaciones de los balances de materia y energía a procesos de transferencia de materia, calcular las variables de proceso especificadas e interpretar los resultados obtenidos.
8. Conocer los principios generales de la Cinética Química y de las principales metodologías de obtención de ecuaciones cinéticas.
9. Describir la cinética de las reacciones homogéneas y heterogéneas (catalíticas y no catalíticas) y el efecto de las etapas de transporte de propiedades extensivas en la velocidad de un proceso químico.
10. Reconocer los distintos tipos de reactores químicos industriales, tanto homogéneos como heterogéneos (flujo existente, balances de materia y energía y modos de operación del reactor).
11. Reconocer el equilibrio de fases y transporte de materia y aplicarlo en la descripción del funcionamiento de operaciones de separación.
12. Visitar industrias de procesos para identificar in situ los equipos estudiados en teoría.



## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción a los procesos químicos y sus ecuaciones de conservación macroscópicas. El balance de materia en los procesos químicos. El balance de energía en los procesos químicos. Cinética de reacciones químicas. Tipos de reactores químicos. Modos de operación en la industria química. Ecuaciones básicas de diseño. Introducción a los fenómenos de transporte. Criterios de clasificación de las operaciones de separación. Destilación.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UNIDAD DIDÁCTICA 1. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

##### TEMA 1. BALANCES DE MATERIA EN LOS PROCESOS QUÍMICOS

Ecuaciones de los balances. Balance total de materia. Balance de materia aplicado a un solo componente. Balances de materia en régimen estacionario: sin reacción química, con reacción química, con recirculación, con recirculación y purga, sistema multifásico. Balances de materia en régimen no estacionario.

##### TEMA 2. BALANCES DE ENERGÍA EN LOS PROCESOS QUÍMICOS

Expresiones del balance de energía. Procesos con variación de temperatura. Procesos con cambio de fase. Procesos con mezcla y/o disolución. Procesos con reacción química.

#### UNIDAD DIDÁCTICA 2. CINÉTICA Y REACTORES.

##### TEMA 3. CINÉTICA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Cinética química. Interpretación molecular de las reacciones: Teoría de las colisiones. Teoría del estado de transición. Velocidad de reacción. Factores que afectan a la velocidad de reacción. Molecularidad y mecanismos de reacción. Cinética y equilibrio químico.

##### TEMA 4. REACTORES QUÍMICOS

Función de la cinética química en el diseño de reactores. Tipos de reactores químicos: Tamaño, disposición y condiciones de operación.

#### UNIDAD DIDÁCTICA 3. OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MATERIA.

##### TEMA 5. INTRODUCCIÓN A LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MATERIA

Mecanismos de separación. Técnicas generales de separación. Cálculos en procesos de transferencia de materia.

##### TEMA 6. OPERACIONES DE SEPARACIÓN: ABSORCIÓN DE GASES Y DESTILACIÓN

Separación por absorción. Solubilidad de un gas en un líquido. Tipos de absorción. Separación por destilación. Equilibrio líquido-vapor. Destilación simple. Rectificación.



### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Práctica 1. Visita a la Refinería de Cartagena

Se trata de realizar una visita a la Refinería de Cartagena con el objetivo de que puedan ver reactores, columnas de destilación, etc. y aprendan de modo real algunos de los procesos químicos que se desarrollan en esta industria.

#### Práctica 2. Visita a SABIC (Planta de la Aljorra)

Se trata de realizar una visita a la planta de SABIC de la Aljorra con el objetivo de que puedan ver reactores, columnas de destilación, etc. y aprendan de modo real algunos de los procesos químicos que se desarrollan en esta industria.

### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

#### I.MATERIAL AND ENERGY BALANCES

1. MATERIAL BALANCES
2. ENERGY BALANCES

#### II.KINETICS AND REACTOR CHEMICAL

3. KINETICS OF CHEMICAL REACTION
4. CHEMICAL REACTORS

#### III.OPERATIONS TRANSFER MASS

5. INTRODUCTION TO MASS TRANSFER OPERATIONS.
6. SEPARATION OPERATIONS: SEPARATION BY DESTILLATION. SEPARATION BY ABSORPTION.

### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres unidades didácticas:

#### Unidad didáctica 1. Balances de materia y energía

Se estudian dos de las leyes fundamentales de la Ingeniería Química, la ley de conservación de la materia, base de los balances macroscópicos de esta propiedad que se aplican extensamente tanto en el diseño como en la operación de los procesos químicos industriales y la ley de conservación de la energía, base de los balances macroscópicos de esta propiedad extensiva.

Los objetivos de este tema son:

- Deducir la ecuación general de conservación de cualquier propiedad extensiva.
- Saber aplicar la ecuación anterior en el caso particular de transporte de materia
- Obtener las ecuaciones generales macroscópicas de balance de materia total y de cualquier componente del sistema.
- Representar diagramas de bloques de procesos químicos.
- Saber aplicar estas ecuaciones generales a casos sencillos de equipos y de procesos que operan en régimen estacionario y no estacionario.
- Deducir la ecuación general de conservación de la energía.
- Saber plantear balances de energía en sistemas abiertos y cerrados en régimen estacionario con y sin reacción química.

#### Unidad didáctica 2. Cinética y Reactores

La Ingeniería de la reacción química se encarga del estudio de las reacciones químicas con objeto de diseñar, a escala industrial, los reactores en los que se han de llevar a cabo. Se estudian aquí los distintos tipos de reactores químicos en los que se llevan a cabo las reacciones a escala industrial.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:





- Comprender los conceptos básicos de Cinética Química para los dos tipos de reacciones químicas: homogéneas y heterogéneas.
- Establecer para ambos tipos de reacciones las expresiones de velocidad en algunos casos sencillos.
- Conocer algunas reacciones catalíticas heterogéneas con aplicación en la industria química.
- Conocer los fundamentos básicos que deben tenerse en cuenta para el diseño de un reactor.
- Establecer, a partir de los balances de materia y energía, las ecuaciones correspondientes a los diferentes tipos de reactores homogéneos.
- Describir el concepto de conversión.
- Calcular el volumen de un reactor para lograr una conversión dada, conociendo la relación entre la velocidad de reacción y la conversión.

### Unidad didáctica 3. Operaciones de transferencia de materia.

Un grupo de operaciones para la separación de componentes de mezclas está basado en la transferencia de materia desde una fase homogénea a otra. Contrariamente a las separaciones puramente mecánicas, estos métodos utilizan diferencias en la presión de vapor o la solubilidad, en vez del tamaño o la densidad de las partículas. La fuerza impulsora para la transferencia es una diferencia de concentración o un gradiente de concentración, de la misma forma que una diferencia de temperatura o un gradiente de temperatura constituye la fuerza impulsora para la transmisión de calor. Estos métodos, agrupados bajo la denominación de operaciones de transferencia de materia, incluyen técnicas tales como destilación y absorción de gases entre otras.

Los objetivos de esta unidad didáctica son:

- Conocer los mecanismos de separación y su relación con las operaciones básicas.
- Describir las principales técnicas generales de separación.
- Conocer los diferentes tipos de relleno de las columnas de absorción de gases
- Describir los principios del equilibrio líquido-gas
- Saber elegir el disolvente adecuado capaz de absorber el componente de la fase gas.
- Estudiar los balances de materia de la absorción en columnas de relleno
- Describir el objetivo general de la destilación
- Clasificar las distintas formas de realizar la operación de destilación.
- Explicar el equilibrio líquido-vapor y definir los conceptos de volatilidad, punto de burbuja y punto de rocío.
- Explicar las leyes de las disoluciones ideales líquido-líquido.
- Describir las mezclas azeotrópicas y mostrar la imposibilidad, en este caso, de separar los componentes.
- Aplicar los diagramas de equilibrio al estudio de los procesos de destilación binaria.
- Mostrar los distintos modos de destilación.
- Aplicar el método de McCabe-Thiele para realizar balances de materia en columnas de destilación.
- Resolver problemas de aplicación del método de McCabe-Thiele.

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión de éstos con el compañero. Planteamiento de dudas.	22
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	30
Clase de problemas	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en el planteamiento de los métodos de resolución.	<u>Presencial</u> : Resolución de ejercicios y planteamiento de dudas.	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia y resolución de ejercicios propuestos.	24
Sesiones prácticas	Visitas a Industrias Químicas de Procesos donde puedan ver reactores, columnas de absorción y de destilación	<u>Presencial</u> : Realización de las prácticas propuestas.	6
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas realizadas.	6
Actividades de evaluación formativas y sumativas	Se suministran (de manera directa o a través del aula virtual) ejercicios entregables y/o trabajos individuales.  Prueba final escrita.	<u>Presencial</u> : prueba final escrita	3
		<u>No presencial</u> : Realización de las actividades de aprendizaje propuestas.	14
			120

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)

	Resultados del aprendizaje (4.5)											
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de teoría	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Clase de problemas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sesiones Prácticas	X											X
Actividades de evaluación formativas y sumativas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual	X		<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Constará de un examen escrito que podrá incluir tanto cuestiones teóricas (conceptos, definiciones, etc.), como cuestiones teórico-prácticas relacionadas con la aplicación de los conocimientos teóricos.	25	Del 1 al 11
			<b>Problemas:</b> Problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis	45	Del 1 al 11
Actividad sumativa	X		Se valorarán las actividades de evaluación formativas y sumativas realizadas	20	Del 1 al 11
Prácticas	X	X	Se evalúan los conocimientos adquiridos en las visitas a las plantas químicas	10	1 y 12

1. Para aprobar, la suma de la calificación de cuestiones teóricas y problemas debe sumar al menos 4.0 puntos sobre una calificación de 10 puntos.

En las convocatorias de febrero y junio la prueba final escrita se ponderará con el 70 % y el 30 % restante para la calificación de prácticas (10%) y actividades sumativas (20%).

En la convocatoria de septiembre la prueba final escrita se ponderará con el 90 % y el 10 % restante para la calificación de prácticas.

2. Es requisito indispensable para poder presentarse a la prueba final escrita haber realizado y superado la parte práctica.

Tal como prevé el artículo 5.4 del Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante alguno o algunos de los siguientes mecanismos:

- Valoración de las actividades sumativas y otras actividades de aprendizaje realizadas.
- Valoración de la realización de las sesiones prácticas y de los conocimientos en ellas adquiridos.
- Valoración de la prueba final escrita individual.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Apuntes de la asignatura Tecnología de Procesos Químicos.
- H. SCOTT FOGLER. "Elementos de Ingeniería de las Reacciones Químicas". 3ª Edición. Pearson Educación (2001)
- McCABE, W.L., SMITH, J.C., HARRIOTT, P. "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química". 4ª Edición. (1991).

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- FELDER, R.M., ROUSSEAU, R.W. "Elementary principles of chemical processes" 3rd Ed., J. Wiley (2000).
- HENLEY, E.J., SEADER, J.D. "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química. Editorial Reverté. (1988).
- HIMMELBLAU, D.M. "Principios básicos y cálculos en Ingeniería Química" 6ª Ed., Pearson Educación (2002).
- STEFAN J R SIMONS Editor. "Concepts of chemical engineering 4 Chemits", RSC Publishing (2007).

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula virtual de la asignatura: <http://aulavirtual.upct.es>

