

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

<b>Código</b>	46556
<b>Nombre</b>	Procesos de separación avanzados
<b>Ciclo</b>	Máster
<b>Créditos ECTS</b>	7.5
<b>Curso académico</b>	2023 - 2024

**Titulación(es)**

Titulación	Centro	Curso	Periodo
2261 - M.U. en Ingeniería Química	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	1	Segundo cuatrimestre

**Materias**

Titulación	Materia	Caracter
2261 - M.U. en Ingeniería Química	5 - Procesos de separación avanzados	Obligatoria

**Coordinación**

Nombre	Departamento
CERISUELO FERRIOLS, JOSEP PASQUAL	245 - Ingeniería Química
LLADOSA LOPEZ, ESTELA	245 - Ingeniería Química
LORAS GIMENEZ, SONIA	245 - Ingeniería Química

**RESUMEN**

La asignatura Procesos de Separación Avanzados forma parte del módulo **Ingeniería de Procesos y Producto** cuyo objetivo general es que el alumnado adquiera los principios básicos de la ingeniería química para su posterior aplicación al diseño y análisis del funcionamiento de los reactores químicos y de los distintos tipos de operaciones básicas de la industria de proceso. Es una asignatura obligatoria de carácter semestral que se imparte en la titulación de **Máster en Ingeniería Química** durante el segundo semestre. En el plan de estudios de la Universitat de València consta de un total de 7,5 créditos ECTS. La asignatura se imparte íntegramente en castellano.

Con esta asignatura se pretende que el alumnado aplique los principios básicos de la ingeniería química al diseño y análisis del funcionamiento de diferentes procesos de separación que, por sus características y su grado de aplicación o desarrollo en la Industria de Proceso Químico, no forman parte de los contenidos curriculares de la titulación de Grado, pero cuyo conocimiento resulta cada vez más importante: destilación multicomponente, operaciones con membranas y extracción con fluidos supercríticos.



La asignatura se estructura en tres unidades temáticas. La primera unidad temática está dedicada al estudio de las operaciones de separación con membranas: fundamentos de las operaciones con membranas y aplicaciones, así como los métodos de cálculo y el diseño de los equipos correspondientes (ósmosis inversa, ultrafiltración, permeación de gases, pervaporación, electrodiálisis). En la segunda unidad, partiendo del estudio de los fundamentos teóricos de las propiedades fisicoquímicas de los fluidos supercríticos, se analizan las bases de la extracción con fluidos supercríticos. La tercera unidad se inicia con el estudio del equilibrio líquido-vapor de mezclas multicomponentes, estimación con modelos termodinámicos y representación gráfica mediante diferentes tipos de diagramas, como paso previo para abordar el diseño de unidades de destilación de mezclas multicomponentes y de procesos de destilación no convencionales. El enfoque de la asignatura es eminentemente práctico y aplicado a los cálculos que se realizan en el diseño y análisis de procesos de separación. La parte práctica de la tercera unidad se apoya en el uso de programas comerciales para la simulación de los procesos que en él se describen.

Los contenidos de la asignatura son: **Modelos termodinámicos no ideales. Destilación con oscilación de presión. Destilaciones multicomponentes: extractiva y azeotrópica. Operaciones de separación con membranas. Extracción con fluidos supercríticos.**

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

El alumnado en posesión del Grado en Ingeniería Química no necesita ningún requisito adicional. El alumnado proveniente de otras titulaciones sería conveniente que contara con las siguientes competencias: - Poseer conocimientos elementales de Termodinámica de fases. - Estar familiarizado con las leyes de conservación, el planteamiento y resolución de balances y los conceptos de operación básica o unitaria y de proceso de transporte.

## COMPETENCIAS

### 2261 - M.U. en Ingeniería Química

- Que los/las 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.
- Que los/las 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.



- Que los/las 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.
- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental
- Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente
- Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional
- Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor
- Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión
- Ser capaces de acceder a herramientas de información en diferentes áreas del conocimiento y utilizarlas apropiadamente
- Ser capaces de valorar la necesidad de completar su formación técnica, científica, en lenguas, en informática, en literatura, en ética, social y humana en general, y de organizar su propio autoaprendizaje con un alto grado de autonomía
- Habilidad para defender criterios con rigor y argumentos, y de exponerlos de forma adecuada y precisa
- Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio
- Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas



- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas
- Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

1. Conocer y ser capaz de aplicar los modelos termodinámicos a la determinación del equilibrio líquido-vapor de mezclas multicomponentes.
2. Ser capaz de seleccionar adecuadamente el modelo termodinámico en función del tipo de mezcla a separar para poder obtener resultados fiables en el diseño y simulación del proceso de separación.
3. Ser capaz de utilizar los mapas de curvas de residuo y diagramas pseudobinarios para planificar secuencias de columnas para operaciones de destilación extractiva y/o azeotrópica.
4. Conocer y adquirir habilidad en el manejo de simuladores para el diseño riguroso y optimización de columnas de rectificación de mezclas multicomponentes, así como para la determinación del equilibrio entre fases de dichas mezclas.
5. Conocer los procesos de separación con membranas y su clasificación en función de la fuerza impulsora y ser capaz de seleccionar el más adecuado según la aplicación requerida.
6. Conocer las membranas sintéticas, su clasificación en función de su naturaleza química y estructura, y las propiedades de los materiales empleados en su fabricación, y ser capaz de seleccionar la más adecuada según la aplicación requerida.
7. Conocer los módulos de membranas y su clasificación en función de su geometría, tipo de flujo y configuración múltiple. Ser capaz de seleccionar el más adecuado según la aplicación requerida.
8. Conocer los modelos del transporte de especies a través de las membranas, y los fenómenos relacionados: polarización por concentración, formación de capa de gel y depósito de torta, así como saber aplicarlos al diseño de equipos de las principales operaciones de separación con membranas: Osmosis inversa, Ultrafiltración, Permeación de gases, Pervaporación y Diálisis.
9. Conocer la extracción con fluidos supercríticos, sus fundamentos, aplicaciones industriales y modelos teóricos para el diseño de equipos.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS



### **1. Fundamentos de los procesos de separación con membranas**

La membrana como elemento separador. Modelos de transporte a través de la membrana.

### **2. Procesos de separación con membranas basados en el gradiente de presión**

Ósmosis inversa, Ultrafiltración y Microfiltración.

### **3. Procesos de separación con membranas basados en el gradiente de concentración**

Permeación de gases, Pervaporación y Diálisis.

### **4. Extracción con fluidos supercríticos**

Propiedades físico-químicas de los fluidos supercríticos. Termodinámica del equilibrio de fases. Consideraciones generales de diseño. Aplicaciones industriales.

### **5. Equilibrio líquido-vapor en sistemas multicomponentes**

Coefficientes de fugacidad y de actividad; razón de equilibrio (K values).- Modelos termodinámicos no ideales.

### **6. Rectificación ternaria. Diagramas**

Diagramas pseudobinarios. Mapas de curvas residuales: nodos, sillas, separatrices y regiones de destilación.

### **7. Destilaciones no convencionales**

Destilación con oscilación de presión, extractiva y azeotrópica (homogénea y heterogénea).

**VOLUMEN DE TRABAJO**

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	32,00	100
Prácticas en aula	27,00	100
Prácticas en laboratorio	13,00	100
Seminarios	3,00	100
Elaboración de trabajos en grupo	12,50	0
Elaboración de trabajos individuales	12,50	0
Estudio y trabajo autónomo	25,00	0
Lecturas de material complementario	3,00	0
Preparación de actividades de evaluación	25,00	0
Preparación de clases de teoría	12,50	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	3,00	0
Resolución de casos prácticos	19,50	0
<b>TOTAL</b>	<b>188,00</b>	

**METODOLOGÍA DOCENTE**

## Actividades teóricas

- Desarrollo expositivo de la materia con la participación del alumnado en la resolución de cuestiones puntuales.
- Realización de cuestionarios individuales de evaluación.

## Actividades prácticas

- Aprendizaje mediante resolución de problemas, ejercicios y casos de estudio a través de los cuales se adquieren competencias sobre los diferentes aspectos de la materia. Se realizarán los siguientes tipos de actividades presenciales:
  - Clases de problemas y cuestiones en aula.
  - Sesiones de discusión y resolución de problemas y ejercicios previamente trabajados por el alumnado.
  - Realización de cuestiones numéricas/problemas de evaluación.
  - Prácticas de simulación con ordenadores: Adiestramiento en el manejo del simulador Aspen Hysys©; aplicación práctica de los conocimientos y habilidades al diseño, simulación y optimización de columnas de rectificación de mezclas multicomponentes



## EVALUACIÓN

La evaluación del aprendizaje del alumnado en **primera convocatoria** se llevará a cabo siguiendo dos modalidades:

**Modalidad A:** La evaluación del aprendizaje del alumnado con esta modalidad se basa en una evaluación continua, en la que se valorará las actividades realizadas por el alumnado (cuestionarios y trabajos), una prueba objetiva del laboratorio y un examen que se realizará en la fecha oficial. Los cuestionarios se evaluarán considerando dos Bloques (Bloque I: temas 1 al 4; Bloque II: temas 5 al 7), de tal forma que si el alumnado obtiene en los cuestionarios de uno de los Bloques una nota media igual o superior a 4 (sobre 10), queda eximido de realizar en el examen la parte teórica de dicho Bloque. A lo largo del semestre se propondrá al alumnado la realización de dos trabajos consistentes en el estudio de un caso tipo. Tanto estos trabajos como la prueba objetiva del laboratorio constituyen actividades *no recuperables*. La nota final de la asignatura se obtendrá considerando los siguientes casos:

A1. Si se obtiene una nota media igual o superior a 4 en los cuestionarios de los dos Bloques, la nota final se obtendrá como la ponderación entre las notas medias de los cuestionarios (15%), trabajos entregados (20%), prueba objetiva del laboratorio (20%) y un examen de tipo práctico (45%).

A2. Si se obtiene una nota media igual o superior a 4 en los cuestionarios de uno solo de los Bloques, la nota final se obtendrá como la ponderación entre las notas medias de los cuestionarios del Bloque superado (7.5%), trabajos entregados (20%), prueba objetiva del laboratorio (20%) y examen teórico-práctico (52.5%).

A3. Si se obtiene una nota media inferior a 4 en los cuestionarios de los dos Bloques, la nota final se obtendrá como la ponderación entre las notas medias de los trabajos entregados (20%), prueba objetiva del laboratorio (20%) y examen teórico-práctico (60%).

**Modalidad B:** La evaluación de la asignatura con esta modalidad se realizará mediante un examen teórico-práctico de todos los contenidos de la asignatura y que se realizará en la fecha oficial. La nota final con esta modalidad se obtendrá como la media ponderada descrita en la Modalidad A3.

La asignatura se considerará superada cuando la nota final obtenida sea igual o superior a 5 (sobre 10). Tanto en la modalidad A como en la modalidad B, si la nota del examen es inferior a 4, la nota final de la asignatura será la obtenida en el examen.



En **segunda convocatoria** la modalidad de evaluación será la B.

## REFERENCIAS

### Básicas

- Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química, 7a ed. , Joe M. Smith, Hendrick C. Van Ness y Michael M. Abbott, McGraw-Hill, 2014 (<http://links.uv.es/A3RmkY0>)
- Conceptual Design of Distillation Systems, M.F. Doherty y M.F. Malone, McGraw-Hill, 2001
- Fundamentals of Multicomponent Distillation, C.D. Holland, McGraw-Hill, 1981
- Rate Controlled Separations, P.C. Wankat, Elsevier Science Publishers, 1990
- Membrane Technology and Applications, Richard W. Baker, McGraw Hill, 2012 (<http://ebookcentral.proquest.com/lib/univalencia/detail.action?docID=977928>)
- Supercritical Fluid Extraction: Principles and Practice, M. McHugh; V. Krukonis Butterworth-Heinemann, 1994

### Complementarias

- Distillation Principles and Practice, J.G. Stichlmair y J.R. Fair, Wiley-VCH, 1998
- Basic Principles of Membrane Technology, M. Mulder , Kluwer Academic Publishers, 1996