

|   |  |                                       |  |
|---|--|---------------------------------------|--|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS<br>DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX |                                       |  |
|   | <b>Curso académico:</b><br>2024-25   | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002_IQI |  |

### PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

| Identificación y características de la asignatura  |  |                  |             |
|--|--|------------------|-------------|
| Código   | 501360                                       | Créditos ECTS    | 6           |
| Denominación (español)   | Operaciones de Transferencia de Materia I    |                  |             |
| Denominación (inglés)  | <i>Mass Transfer Operations I</i>            |                  |             |
| Titulación   | Grado en Ingeniería Química Industrial       |                  |             |
| Centro   | Facultad de Ciencias                         |                  |             |
| Semestre   | 4  | Carácter         | Obligatorio |
| Módulo   | Ingeniería Química                           |                  |             |
| Materia  | Operaciones Básicas de la Ingeniería Química |                  |             |
| Profesorado  |  |                  |             |
| Nombre   | Despacho                                     | Correo-e         | Página web  |
| Juan Fernando García Araya   | Nº 4, Edif, José Luis Sotelo                 | jfgarcia@unex.es |             |
| Área de conocimiento   | Ingeniería Química                           |                  |             |
| Departamento   | Ingeniería Química y Química Física          |                  |             |
| Profesor/a coordinador/a   |  |                  |             |
| Competencias   |  |                  |             |
| <p><b>CB1:</b> 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.</p>  |  |                  |             |
| <p><b>CB2:</b> 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.</p>  |  |                  |             |
| <p><b>CB3:</b> 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.</p>   |  |                  |             |
| <p><b>CB4:</b> Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.</p>  |  |                  |             |
| <p><b>CB5:</b> Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.</p>   |  |                  |             |
| <p><b>CG1:</b> Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Química que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la Orden CIN/351/2009 de 9 de febrero, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.</p> |  |                  |             |
| <p><b>CG2:</b> Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.</p>   |  |                  |             |
| <p><b>CG3:</b> Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacitan para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</p>  |  |                  |             |
| <p><b>CG4:</b> 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.</p>  |  |                  |             |

|   |  |                                       |  |
|---|--|---------------------------------------|--|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS<br>DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX |                                       |  |
|   | <b>Curso académico:</b><br>2024-25   | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002_IQI |  |

**CG5:** Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, peritaciones, tasaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

**CG6:** Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

**CG7:** Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

**CG8:** Capacidad para aplicar los principios y métodos de calidad.

**CG9:** Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

**CG10:** Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

**CG11:** Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

**CT1:** Desarrollar valores propios de una cultura de paz y de valores democráticos.

**CT2:** Demostrar capacidad de organizar, planificar, de análisis y síntesis.

**CT3:** Demostrar habilidades en el uso de aplicaciones informáticas y empleo de nuevas tecnologías para el aprendizaje, divulgación de conocimiento y recopilación de información relevante para emitir juicios.

**CT4:** Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones en un entorno profesional.

**CT5:** Poseer habilidades en las relaciones interpersonales.

**CT6:** Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios.

**CT7:** Reconocer la diversidad y multiculturalidad.

**CT8:** Desarrollar habilidades de estudio en la formación continua y para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

**CT9:** Respetar los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.

**CT10:** Respetar y promover los derechos fundamentales y los principios de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

**CE19:** 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 transformación de materias primas y recursos energéticos.

**CE21:** Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

### Contenidos

#### Breve descripción del contenido

Mecanismos de transporte de materia. Procesos de separación basados en la transferencia de materia. Destilación abierta, cerrada, con rectificación y agotamiento. Absorción. Extracción líquido-líquido. Equipos empleados en operaciones de transferencia de materia. Métodos de cálculo.

#### Temario de la asignatura

Tema 1: INTRODUCCIÓN A LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN POR TRANSFERENCIA DE MATERIA.

1.Contextualización. 2.Mecanismos de transferencia de materia. 3.Transferencia de materia entre fases no miscibles. 4.Contacto entre fases no miscibles. 5.Fundamentos y objetivos del diseño de equipos. 6.Columnas de separación. 7.Clasificación de las operaciones de separación por transferencia de materia.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: -

Tema 2: DESTILACIÓN

1.Introducción. 2.Destilación por cargas. 3.Destilación continua monoetapa. 4.Rectificación: destilación en cascada de etapas con reflujo.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: --

|   |  |                                       |  |
|---|--|---------------------------------------|--|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS<br>DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX |                                       |  |
|   | <b>Curso académico:</b><br>2024-25   | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002_IQI |  |

Tema 3: ABSORCIÓN DE GASES  
 1.Introducción. 2.Transferencia de materia de un solo componente z a través de una interfase gas-líquido en una dirección. 3.Diseño de los sistemas de absorción de gas.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 3: --

Tema 4: EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO  
 1.Introducción. 2.Equipos para la extracción líquido-líquido. Contacto por etapas y contacto continuo. 3.Equilibrio en sistemas ternarios bifásicos líquido-líquido. 4.El disolvente. 5.Contacto por etapas con un solo disolvente: extracción continua en una sola etapa; extracción continua en varias etapas en corriente cruzada; extracción continua en varias etapas con circulación de las fases en contracorriente sin y con reflujo.  
 Descripción de las actividades prácticas del tema 4: --

#### Actividades formativas

| Horas de trabajo del estudiante por tema |       | Horas Gran grupo | Actividades prácticas |   |   |    | Actividad de seguimiento | No presencial |
|--|-------|------------------|-----------------------|---|---|----|--------------------------|---------------|
| Tema                                     | Total | GG               | CH                    | L | O | S  | TP                       | EP            |
| 1  | 14    | 4                |                       |   |   |    |                          | 10            |
| 2  | 50    | 20               |                       |   |   | 6  |                          | 24            |
| 3  | 32    | 8                |                       |   |   | 6  |                          | 18            |
| 4  | 32    | 8                |                       |   |   | 6  |                          | 18            |
| <b>Evaluación</b>                        | 22    | 2                |                       |   |   |    |                          | 20            |
| <b>TOTAL</b>                             | 150   | 42               |                       |   |   | 18 |                          | 90            |

GG: grupo grande (85 estudiantes).  
 CH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 L: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 O: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)  
 S: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

#### Metodologías docentes

- Clases expositivas de teoría y problemas (Descripción: método expositivo que consiste en la presentación por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. También incluye la resolución de problemas ejemplo por parte del profesor).
- Resolución de ejercicios y problemas (Descripción: método basado en el planteamiento de problemas por parte del profesor y la resolución de estos en el aula. Los estudiantes desarrollan e interpretan soluciones adecuadas a partir de la aplicación de procedimientos de resolución de problemas).
- Aprendizaje cooperativo (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje basado en un enfoque interactivo de organización del trabajo. Se trata de lograr un intercambio efectivo de información entre los estudiantes, los cuales deben estar motivados tanto para lograr su propio aprendizaje como el de los demás).
- Aprendizaje a través del aula virtual (Descripción: Situación de enseñanza/ aprendizaje en la que se usa un ordenador con conexión a la red como sistema de comunicación entre profesor y estudiante e incluso entre los estudiantes entre sí y se desarrolla un plan de actividades formativas).

|   |  |                                       |  |
|---|--|---------------------------------------|--|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS<br>DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEX |                                       |  |
|   | <b>Curso académico:</b><br>2024-25   | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002_IQI |  |

10. Aprendizaje autónomo (Descripción: Situación de aprendizaje en la que el estudiante de forma autónoma profundiza en el estudio de una materia para adquirir las competencias).

11. Evaluación (Descripción: Situación de aprendizaje/evaluación en la que el alumno realiza alguna prueba que sirve para reforzar su aprendizaje y como herramienta de evaluación).

### Resultados de aprendizaje

- Conocer la importancia que tienen las operaciones de transferencia de materia, dentro de las operaciones de separación en la Industria Química.
- Estar familiarizado con cierta nomenclatura básica y con las distintas operaciones existentes y con su posible emplazamiento dentro de una planta química típica.
- Conocer y manejar los diferentes tipos de diagramas de equilibrio L-V. Aplicar los diferentes métodos de cálculo (simplificados y rigurosos) tanto para destilación simple como para rectificación y en ambos casos tanto para mezclas binarias como para mezclas multicomponentes, (métodos aproximados en la rectificación para este último caso).
- Aprender la necesidad de la operación de extracción líquido-líquido para ciertas separaciones que de otra manera serían extremadamente difíciles. Saber manejarse con los distintos diagramas de equilibrio comunes en la extracción líquido-líquido, comprender cada uno de los métodos de contacto que se proponen, así como los diferentes procedimientos de cálculo, tanto en el caso de la extracción inmiscible como en el de la miscible.
- Entender el mecanismo de transferencia de materia con contacto continuo, así como los conceptos fundamentales de la absorción. Comprender los conceptos de unidad de transferencia y de número de unidades de transferencia, que en este tema se introducen, y que después también aparecerán en otras operaciones. Manejar los diferentes procedimientos de cálculo.
- Saber realizar una búsqueda bibliográfica de imágenes y descripciones de los diferentes equipos en donde se llevan a cabo las operaciones de transferencia de materia.
- Saber presentar y defender trabajos realizados.

### Sistemas de evaluación

La evaluación de los conocimientos y competencias adquiridos se llevará a cabo de la siguiente forma:

➤ **Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación continua:** se realizarán tres exámenes parciales correspondientes a los temas 2, 3 y 4. Cada examen tendrá dos partes, una teórica y otra de resolución de problemas:

- Parte teórica: el estudiante deberá contestar a cuestiones de tipo test, de respuesta breve o de desarrollo. Se valorará el dominio de los aspectos solicitados y, en su caso, la claridad en la exposición de las respuestas y la capacidad de síntesis. Contribuirá a la nota del examen con un porcentaje del 20-30% (el % concreto se indicará en la hoja de examen).
- Resolución de problemas: el estudiante deberá plantear y resolver problemas similares a los abordados en clase. Se valorará el planteamiento general, el desarrollo ordenado, el uso adecuado de las ecuaciones y del sistema de magnitudes y unidades, así como la corrección de los resultados obtenidos. Contribuirá a la nota del examen con un porcentaje del 80-70% (el % concreto se indicará en la hoja de examen).

La calificación de cada examen parcial será la suma ponderada de las puntuaciones obtenidas en la parte teórica y en la resolución de problemas.

La calificación final de la asignatura será la media aritmética de las obtenidas en cada uno de los exámenes parciales, teniendo en cuenta que el tema 2 puntúa doble que los temas 3 y 4. Se

|   |  |                                       |  |
|---|--|---------------------------------------|--|
|  | PROCESO PARA EL DESARROLLO DE LAS ENSEÑANZAS<br>DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UEx |                                       |  |
|   | <b>Curso académico:</b><br>2024-25   | <b>Código:</b><br>P/CL009_FC_D002_IQI |  |

considerará superada la asignatura si la calificación final es igual o superior a 5,0 sobre 10 y ninguno de los exámenes parciales tiene una calificación inferior a 4,0. De no ser así, podrá/n ser objeto de recuperación el/los exámenes parciales con calificación inferior a 5,0 sobre 10.

- **Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación global:** se realizará un único examen del conjunto de la asignatura. La tipología del examen será similar a la descrita para los exámenes parciales en el epígrafe anterior de modalidad de evaluación continua.

La calificación final de la asignatura será la media ponderada de las puntuaciones obtenidas en la parte teórica y en la resolución de problemas. Se considerará superada la asignatura si la calificación es igual o superior a 5,0 sobre 10, teniendo en cuenta que el tema 2 puntúa doble que los temas 3 y 4.

- **Convocatoria extraordinaria, modalidad de evaluación continua:** será/n objeto de recuperación el/los exámenes parciales con calificación inferior a 5,0 sobre 10.

La calificación de los exámenes parciales y calificación final se hará de la forma indicada en el epígrafe de convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación continua.

- **Convocatoria extraordinaria, modalidad de evaluación global:** el sistema de evaluación y calificación es el mismo que el descrito en la convocatoria ordinaria para esta modalidad de evaluación.

#### Bibliografía (básica y complementaria)

- MARTÍNEZ DE LA CUESTA, P. J. y RUS MARTÍNEZ, E.: "Operaciones de Separación en Ingeniería Química". Pearson Prentice Hall. Madrid (2004).
- TREYBAL, R. E. "Operaciones de Transferencia de Masa". 2ª ed. McGraw-Hill (1980).
- McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P. "Operaciones unitarias en Ingeniería Química". 7ª Ed. McGraw-Hill Interamericana (2007)
- WANKAT, Ph. C. "Ingeniería de procesos de separación". 2ª ed. Pearson Educación, México (2008).
- SEADER, J. D.; HENLEY, E. J.; ROPER, D. K. "Separation Process Principles". 4<sup>th</sup> Ed. Wiley, (2016).
- KING, C. J.: "Procesos de Separación". Reverté, Barcelona (1980).
- LANE, A.M. "Separation Process Essentials". CRC Press, Boca Ratón, FL (2020).
- TREYBAL, R. E. "Extracción en fase líquida". 1ª ed. UTEHA, México (1968).

#### Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Aula virtual de la asignatura.
- Servicios telemáticos de la Universidad de Extremadura (bases de datos, etc.).
- Software de simulación de procesos químicos (UnisimDesign).