Asignatura: Operaciones de separación
Código: 16552
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Grado en Ingeniería Química
Curso Académico: 2018-2019
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

1. ASIGNATURA / COURSE TITLE

OPERACIONES DE SEPARACIÓN

1.1. Código / Course number

16552

1.2. Materia / Content area

Transferencia de materia y operaciones de separación.

1.3. Tipo / Course type

Obligatoria / Compulsory

1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor

1.5. Curso / Year

Tercero/ Third course

1.6. Semestre / Semester

1º /1st (Fall semester)

1.7. Número de créditos / Credit Allotment

6

1.8. Requisitos Previos / Prerequisites

Conocimientos previos recomendados: Balances de materia y energía. Fundamentos de operaciones básicas. Fundamentos de termodinámica y equilibrio de fases. Fundamentos de operaciones de transmisión de calor y de flujo de fluidos.
Asignaturas previas recomendadas: Haber superado las asignaturas Fundamentos de Ingeniería Química, Termodinámica Química Aplicada, Ingeniería Energética y Transmisión de Calor e Ingeniería de Fluidos, Experimentación en Ingeniería, Química, Química Orgánica Industrial y Experimentación en Química.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia es obligatoria al menos en un 80% / Attendance at a minimum of 80% of in-class sessions is mandatory.
La asistencia a las clases prácticas en aula y tutorías es obligatoria/ Attendance of the seminars/tutorials is mandatory.

1.10. Datos del equipo docente / Faculty Data

Docente(s) / Lecturer(s): José Palomar (coordinador)
Departamento de / Department of: Química Física Aplicada
Facultad / Faculty: Ciencias
Despacho - Módulo / Office – Module:
Teléfono / Phone: +34 91 497 6938
Correo electrónico/Email: pepe.palomar@uam.es
Página web/Website: http://www.uam.es/departamentos/ciencias/ingquim/
Horario de atención al alumnado/Office hours: Previa petición de hora.

El resto del profesorado implicado en la asignatura puede consultarse en la página web del título:

http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242671470698/listadoCombo/Profesorado.htm

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

Objetivos

- Estudio de la velocidad a la que ocurren los fenómenos de transferencia de materia entre fases y determinar la ecuación cinética.
- Estudio de operaciones de separación más comunes (destilación, rectificación, absorción-desabsorción, extracción líquido-líquido, adsorción, intercambio iónico y separación mediante membranas), planteando el tipo de operación más adecuada para realizar la separación de una mezcla, los distintos tratamientos de diseño, las variables de operación a optimizar, la selección de equipos y elementos necesarios para su funcionamiento y los problemas de diseño.

A través de la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, se busca conseguir que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

- Conocer los fundamentos de los fenómenos de transferencia de materia y el equilibrio termodinámico entre fases y aplicarlos al diseño de operaciones de separación en los procesos químicos industriales.
- Conocer las operaciones de separación más comunes y seleccionar el tipo de operación más adecuada para realizar la separación de una mezcla química específica, según los requerimientos del proceso.
- Diseñar operaciones de absorción, destilación, rectificación, extracción líquido-líquido, adsorción, intercambio iónico y separación mediante membranas, aplicándolos distintos tratamientos de diseño, seleccionando los equipos más adecuados y optimizando las variables de operación.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

CB1. 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.

CB2. 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.

CG4. 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 Industrial.

CT1. Funcionar de forma efectiva, tanto de manera individual como en equipo.

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

1.12. Contenidos del Programa / Course contents

Tema 1. Introducción a las operaciones de separación por transferencia de materia. Operaciones de separación en los procesos químicos industriales. Clasificación y tipos de operaciones de separación. Operaciones de separación por transferencia de materia. Etapa de equilibrio. Operaciones multietapa. Contacto continuo. Criterios para la selección del proceso de separación.

Tema 2. Fundamentos de la transferencia de materia y del equilibrio entre fases. Capa límite de concentración. Difusión. Ley de Fick. Régimen turbulento. Coeficientes de transferencia de materia.

Tema 3. Absorción-desabsorción. Equilibrio gas-líquido. Mezclas diluidas. Absorción de un solo componente. Mezclas concentradas. Caudales límite. Absorción multicomponente: métodos aproximados. Equipos.

Tema 4. Destilación y rectificación. Equilibrio líquido-vapor. Destilación continua. Destilación súbita (flash). Rectificación de mezclas binarias: métodos simplificados y rigurosos. Columnas con extracción lateral. Mezclas multicomponente. Compuestos clave. Equipos.

Tema 5. Extracción líquido-líquido. Diagramas ternarios. Contacto en una etapa. Sistemas de etapas múltiples: flujo cruzado y contracorriente. Caudales límite. Métodos de cálculo. Equipos.

Tema 6. Sorción. Adsorción. Isotermas de adsorción. Adsorción en tanques agitados. Adsorción dinámica. Curvas de ruptura de lecho. Diseño de lechos de adsorción. Intercambio iónico. Capacidad de un intercambiador. Tipos de operación y combinaciones de lechos. Diseño de lechos de intercambio.

Tema 7. Separación mediante membranas. Fundamentos. Tipos de membranas. Ósmosis inversa. Ultrafiltración. Electrodiálisis. Transferencia de materia en membranas. Polarización de membranas. Equipos.

1.13. Referencias de Consulta / Course bibliography.

- Mc CABE, W.L. “Operaciones Unitarias en Ingeniería Química”. Ed. McGraw-Hill, 2007
- WANKAT, P.C. “Ingeniería de procesos de separación” Pearson, 2008.
- BENITEZ, J. “Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations,” 2nd Edition, Wiley, 2009.
- COULSON, J.M. y J.F. RICHARDSON. ‘Ingeniería Química. Tomo II’. Ed. Reverté, Barcelona, 1988.
- HENLEY, E.J. y SEADER, J.D. ‘Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química’, Ed. Reverté. Barcelona, 1998.
- MARCILLA GOMIS, A. ‘Introducción a las operaciones de separación’, Universidad de Alicante, 1998.
- HINES, A.L. y MADDOX, R.N. ‘Mass Transfer. Fundamentals and Applications’. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, 1985.

2 Métodos Docentes / Teaching methodology

- **Actividades presenciales**

  - Clases magistrales: consistirán de forma prioritaria en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada y sistemática el temario de la asignatura y se resolverán de forma detallada problemas seleccionados que ejemplifiquen la puesta en práctica de los contenidos teóricos, cuyos enunciados estarán a disposición del alumnado con la suficiente antelación. Se utilizarán de manera

habitual materiales multimedia que estarán a disposición de los alumnos en la página virtual de la asignatura. De esta actividad deriva un trabajo personal del estudiante que se estima en 1-3h por cada hora de clase.

- Clases prácticas en aula: Las clases se dedicarán a la resolución y discusión de ejercicios y supuestos prácticos organizados en torno a casos de interés práctico-industrial. Estas clases tienen como objetivo la participación activa del alumnado, tanto en la reflexión y trabajo previo a la clase, como en la discusión en el aula.

- Tutorías: Se realizarán de forma individual o en grupos reducidos. En ellas, el profesor hará un seguimiento del proceso de aprendizaje y se resolverán las dudas de los alumnos orientándolos sobre los métodos de trabajo más útiles para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos.

3 Tiempo de trabajo del Estudiante / Student workload

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases magistrales	52 h (34,7%)	70 horas (46,7%)
	Clases prácticas en aula	6 h (4 %)	
	Tutorías programadas	2h (1,3 %)	
	Actividades de evaluación	10 h (6,7 %)	
No presencial	Estudio de teoría, ejemplos y resolución de problemas	48 h (32%)	80 horas (53,3%)
	Preparación de clases prácticas en aula	12 h (8%)	
	Preparación de exámenes	20 h (13,3%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS		**150 h**	

4 Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

Los resultados de aprendizaje serán evaluados a lo largo del curso mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

Sistema de Evaluación	Convocatoria Ordinaria	Convocatoria Extraordinaria
Clases Prácticas en aula	30%	30%
Exámenes	70%	70%

Clases prácticas en aula: La propuesta de trabajo estará a disposición de los alumnos con suficiente antelación. Los estudiantes trabajarán en grupos entregando por escrito la tarea propuesta, que se resolverá, discutirá o ampliará en clase. Se evaluará tanto el trabajo realizado por el estudiante con anterioridad a la clase como la participación

activa en la misma. En esta actividad se evaluarán fundamentalmente los resultados de aprendizaje relacionados con la aplicación de los contenidos teóricos a la resolución de problemas abiertos, el razonamiento crítico y la capacidad de argumentación (competencias CG4 y CT1).

Exámenes: se realizará un examen parcial liberatorio de materia a mitad del semestre y un examen final al terminar el semestre, en las fechas aprobadas por la Junta de Facultad y publicada en el horario. En esta prueba se evaluarán los resultados de aprendizaje relacionados con la asimilación de contenidos teóricos y su aplicación a la resolución de problemas concretos, fundamentalmente relacionados con las competencias CB1, CB2 y CE19.

En la convocatoria extraordinaria se mantendrá la puntuación obtenida en las clases prácticas realizadas durante el curso. No se conservará la nota del examen parcial de la convocatoria ordinaria; por tanto, el examen final en convocatoria extraordinaria supondrá el 70% de la calificación final.

Para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán obtener una calificación mínima de 4,0 sobre 10 en el examen final. El estudiante que no realice ninguno de los exámenes programados y no llegue a realizar 3 entregas de problemas será calificado en la convocatoria ordinaria como "No evaluado".

5 Cronograma* / Course Calendar

Bloque Temático	Clases
Tema 1	2 horas
Tema 2	2 horas
Tema 3	12 horas (incluye 2 horas de clase práctica)
Tema 4	12 horas (incluye 1 hora de clase práctica)
Examen parcial	2 horas
Tema 5	12 horas (incluye 2 horas de clases prácticas)
Tema 6	12 horas (incluye 1 hora de clase práctica)
Tema 7	6 horas
Examen Final.	4 horas
Examen Final. Convocatoria extraordinaria	4 Horas

*Este cronograma tiene carácter orientativo.