Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología
Universidad de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado en Ingeniería Química Industrial

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):

Operaciones de separación
(2021 - 2022)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Operaciones de separación	Código: 339413201

- Centro: **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**
- Lugar de impartición: **Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología**
- Titulación: **Grado en Ingeniería Química Industrial**
- Plan de Estudios: **2010 (Publicado en 2011-12-12)**
- Rama de conocimiento: **Ingeniería y Arquitectura**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica
- Área/s de conocimiento:
  Ingeniería Química
- Curso: **3**
- Carácter: **Obligatoria**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e Inglés (0,3 ECTS en Inglés)**

2. Requisitos para cursar la asignatura

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: MARIA EMMA BORGES CHINEA

- Grupo: **1, PA101, PE101, TU101**

General
- Nombre: **MARIA EMMA**
- Apellido: **BORGES CHINEA**
- Departamento: **Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Química**

Contacto
- Teléfono 1: **922318059**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **eborges@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Miércoles	09:00	13:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	09:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	12
Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Martes	09:00	10:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	13:30	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	11:00	Sección de Química - AN.3F	12
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:00	13:30	Sección de Química - AN.3F	12
Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma. Las tutorías serán virtuales (aviso previo a la profesora).						

Profesor/a: **JUAN MANUEL RODRIGUEZ SEVILLA**

- Grupo: **1, PA101, PE101, TU101**

General
- Nombre: **JUAN MANUEL**
- Apellido: **RODRIGUEZ SEVILLA**
- Departamento: **Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica**
- Área de conocimiento: **Ingeniería Química**

Contacto
- Teléfono 1: **922318058**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **jrguezs@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	09:30	10:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Miércoles	09:30	10:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Viernes	11:00	13:00	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11

Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a través del aula virtual de la asignatura. Por otra parte, en el caso que la situación sanitaria lo requiera o ante cualquier causa sobrevenida, el alumnado puede concretar tutorías no presenciales que se desarrollarán por videollamada a través de Google Meet o similar. En ambos casos debe acordar por email, fecha y hora para la tutoría con el profesor.

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	08:45	09:45	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Martes	08:45	09:45	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11

Todo el cuatrimestre		Martes	12:30	13:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	11:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Jueves	12:30	13:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Todo el cuatrimestre		Viernes	12:30	13:30	Sección de Química - AN.3F	Departamento de Ingeniería Química, despacho 11
Observaciones: El horario de tutorías puede sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas a través del aula virtual de la asignatura. Por otra parte, en el caso que la situación sanitaria lo requiera o ante cualquier causa sobrevenida, el alumnado puede concretar tutorías no presenciales que se desarrollarán por videollamada a través de Google Meet o similar. En ambos casos debe acordar por email, fecha y hora para la tutoría con el profesor.						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Tecnología Específica: Química Industrial**
Perfil profesional: **Ingeniería Química Industrial.**

5. Competencias

Específicas

19 - 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 transformaciones de materia primas y recursos energéticos.
20 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos

Generales

T3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
T4 - 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 Industrial.
T9 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Transversales

O1 - Capacidad de análisis y síntesis.
O3 - Capacidad de expresión oral.
O4 - Capacidad de expresión escrita.
O5 - Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
O6 - Capacidad de resolución de problemas.
O7 - Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
O8 - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
O9 - Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
O11 - Capacidad para la creatividad y la innovación.

Básicas

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.
CB3 - 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.
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

CONTENIDOS TEÓRICOS:

1. Introducción a la ingeniería de los procesos de separación.

2. Equilibrio líquido-vapor: destilación simple.

3. Rectificación de mezclas binarias.

4. Introducción a la destilación multicomponente.

5. Diseño de columnas de platos y de relleno.

6. Absorción y desorción.

7. Extracción líquido-líquido en sistemas parcialmente miscibles.

8. Análisis basados en la transferencia de materia y la difusión.

9. Introducción a las separaciones con membranas.

10. Otros procesos de separación. Aplicaciones a la biotecnología.

CONTENIDOS PRÁCTICOS EN AULA DE INFORMÁTICA:
A lo largo del curso se desarrollarán prácticas en aula de informática sobre simulación de operaciones de separación, usando el software UniSim Design(c). El contenido de estas prácticas es el siguientes:

1. Introducción al simulador de procesos UniSim Design(c).
2. Columnas y recipientes de destilación.
3. Columnas de absorción y desorción.
4. Extracción líquido-líquido.

Actividades a desarrollar en otro idioma

Inglés:
- 3 horas presenciales de clases prácticas sobre resolución de ejemplos.
- Realización individual y presentación escrita de un ejercicio.
- Contestación de algunas cuestiones planteadas en las pruebas objetivas.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

La asignatura constará de 54 horas presenciales en el aula, 28 de clases teóricas y 26 de clases prácticas para resolución de ejercicios y simulación de procesos.
En las horas de clases teóricas semanales se expondrán los contenidos de la asignatura.
En las clases prácticas de aula se explicarán ejercicios-tipo asociados a cada uno de los distintos temas del programa y se propondrán ejercicios que el alumnado deberá resolver y entregar. Algunos de estos ejercicios se desarrollaran en grupos de trabajo y otros se presentarán en inglés.
Las clases prácticas de simulación se realizarán en aula de informática. Se explicarán y resolverán algunos ejercicios de simulación aplicados a operaciones de separación. Se formarán grupos de trabajo y se propondrán algunos casos prácticos que el alumnado deberá resolver, entregar y/o exponer.
Las clases teóricas se simultanearán con las clases prácticas.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias

Clases teóricas o de problemas a grupo completo	28,00	0,00	28,0	[CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O1], [T3], [19]
Clases prácticas en aula a grupo mediano o grupo completo	11,00	0,00	11,0	[CB3], [CB2], [CB1], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [20]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	25,00	25,0	[CB5], [CB4], [CB3], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O4], [O3], [O1], [T9], [T4], [20]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	30,00	30,0	[CB3], [CB2], [CB1], [O7], [O5], [O1], [T9], [T3], [19]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	15,00	15,0	[CB3], [CB2], [CB1], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O1], [T4], [20]
Preparación de exámenes	0,00	15,00	15,0	[CB2], [CB1], [O7], [O6], [O5], [O1], [T4], [T3], [20], [19]
Realización de exámenes	4,00	0,00	4,0	[CB2], [CB1], [O7], [O6], [O5], [O4], [O1], [T4], [T3], [20], [19]
Asistencia a tutorías, presenciales y/o virtuales, a grupo reducido	2,00	5,00	7,0	[CB4], [CB3], [O7], [O5], [O3], [O1], [T4], [T3], [20], [19]
Prácticas de laboratorio o en sala de ordenadores a grupo reducido	15,00	0,00	15,0	[CB3], [CB2], [CB1], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O1], [T4], [20]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

Wankat, P.C.: “Ingeniería de los Procesos de Separación”. 2ª Ed., Pearson (2008).
McCabe, W.L.; Smith, J.C. y Harriott, P.: "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química". 7ª Ed.,McGraw-Hill (2007).
Calleja Pardo, G. (editor): "Nueva introducción a la Ingeniería Química, vol. II". Editorial Síntesis (2016).

Bibliografía Complementaria

Lane A.M.: "Separation Process Essentials". CRC Press, Taylor & Francis Group (2020).
Wankat, P.C.: “Separation Process Engineering”. 4th Ed., Pearson (2017).
Seader, J.D., Henley, E.J. y Roper, D.K.: “Separation Process Principles”. 4th Ed., J.Wiley (2016).
Perry, R.H. y Green, D. W. (Editors): “Perry´s Chemical Engineers' Handbook ”. 8th Ed. McGraw-Hill (2008).
Harrison, R.G., Todd, P., Rudge, S.R., Petrides, D.P.: " Bioseparations Science and Engineering",. 2th Ed., Oxford University Press (2015).
Basmadjian, D.: “Mass Transfer and Separation Processes”. CRC Press (2007).
Martínez de la Cuesta, P.J. y Rus Martínez, E.: "Operaciones de Separación en Ingeniería Química. Métodos de Cálculo". Pearson Prentice Hall (2004).

Otros Recursos

- Aula virtual de la ULL
- Aula de informática.
- Software: Simulador de procesos UniSim Design
(c)

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

La evaluación de la asignatura se rige por el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016), o bien por el Reglamento de Evaluación que la Universidad de La Laguna tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial o posteriores modificaciones..

La **evaluación continua** consiste en las siguientes actividades, cuya ponderación en la calificación final se indica a continuación:
1. Pruebas objetivas (70%). A lo largo del cuatrimestre se realizarán 3 pruebas de evaluación sobre cuestiones teóricas y resolución de ejercicios numéricos, cada uno de los cuales ponderará un 25% y tendrá carácter eliminatorio.
2. Prácticas de simulación de operaciones (15%), que a su vez comprende: (a) Tareas entregadas (7,5%) y (b) examen práctico (7,5%).
3. Actividades de evaluación continua (15%) que incluirán tareas y casos prácticos asignados.
Para ser calificado por evaluación continua el alumnado deberá asistir al menos al 75% de las clases téoricas y prácticas. La calificación se corresponderá con la suma ponderada de las actividades indicadas y el alumnado deberá obtener al menos una calificación de 5 sobre 10 en cada una de las pruebas objetivas para aprobar la asignatura. En caso de no superarse o desear una mejora de calificación, el alumnado podrá presentarse a las pruebas objetivas no superadas o que desee mejorar en la primera convocatoria oficial establecida por el calendario oficial de exámenes. El alumnado que no haya aprobado la evaluación continua y no asista a la convocatoria oficial de examen tendrá una calificación de "No presentado".
El alumnado matriculado en cursos anteriores en la asignatura y que, en el curso actual, esté realizando las prácticas externas curriculares, estará exento de la asistencia a clase durante el período de prácticas, a efectos de optar a la evaluación continua.

La evaluación alternativa se llevará a cabo mediante una prueba final, en las fechas establecidas en el calendario oficial de exámenes. Los contenidos de dicha prueba y su ponderación, son los siguientes:
1. Ejercicio teórico-práctico (85%): desglosado en: (a) Cuestiones conceptuales y teóricas (15%) y (b) resolución de problemas numéricos (70%).
2. Ejercicio de prácticas de simulación de operaciones y de las actividades realizadas (tareas y casos prácticos asignados) (15%).
La no asistencia a la prueba final supondrá la calificación de "No presentado".

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB5], [CB2], [CB1], [O8], [O7], [O6], [O5], [O4], [O1], [T3], [19]	Cuestionarios teóricos (30%) y resolución de ejercicios numéricos (70%). Algunas de las cuestiones se plantearán y contestarán en inglés. Se valorará el grado de adquisición de competencias asociadas al tipo de prueba, considerando de forma proporcionada su correcto planteamiento, desarrollo y resultados.	70,00 %
Pruebas de desarrollo	[CB5], [CB3], [CB2], [CB1], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O4], [O1], [T9], [T4], [T3], [20], [19]	Resolución individual de ejercicios propuestos, usando las herramientas de simulación desarrolladas en la asignatura. Algunos de estos ejercicios se presentarán en inglés. Se valorará el grado de adquisición de competencias asociadas al tipo de prueba, considerando de forma proporcionada su correcto planteamiento, desarrollo y resultados.	15,00 %
Trabajos y proyectos	[CB5], [CB4], [CB3], [CB2], [CB1], [O11], [O9], [O8], [O7], [O6], [O5], [O4], [O3], [O1], [T9], [T4], [T3], [20], [19]	Resolución de actividades individuales y grupales, entrega y exposición oral de casos prácticos. Entraga de tareas y casos prácticos en el aula virtual. Se valorará el grado de adquisición de competencias asociadas a estas actividades, considerando de forma proporcionada su correcto planteamiento, desarrollo y resultados.	15,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Cada estudiante deberá ser capaces de hacer lo siguiente:
1. Explicar cómo se usan las separaciones en una planta química típica. Definir los conceptos de etapa de equilibrio y cascada de etapas.
2. Explicar y calcular el proceso básico de destilación instantánea, tanto de mezclas binarias como multicomponentes.
3. Explicar cómo funciona una columna de destilación con reflujo a contracorriente (rectificación). Calcular una columna para la rectificación de una mezcla binaria.
4. Explicar las características básicas de la destilación multicomponente. Aplicar métodos aproximados y de simulación para

el cálculo de una columna de rectificación multicomponente.
5. Describir el equipo que se usa en columnas de platos y relleno. Calcular su diámetro y pérdida de carga. Definir y aplicar los diferentes conceptos de eficiencia de platos. Usar el método HETP para calcular una columna de relleno. Determinar intervalos de operación y seleccionar el diseño adecuado.
6. Explicar y calcular procesos de absorción y desorción (arrastre o stripping). Calcular columnas de platos y de relleno en operaciones de absorción/desorción.
7. Explicar los diferentes tipos de extracción y equipos asociados. Interpretar y calcular equilibrios de extracción en sistemas ternarios. Calcular algunas operaciones de extracción en etapa simple y en cascada de etapas.
8. Explicar el concepto de coeficiente de transferencia de materia y su relación con las ecuaciones de difusión en casos sencillos. Usar el análisis HTU-NTU para calcular absorbedores.
9. Explicar las características generales de las separaciones con membranas, los materiales y los módulos empleados. Conocer y aplicar algunos mecanismos básicos de transporte a través de membranas. Realizar cálculos sencillos en algunas operaciones con membranas: permeación de gases, micro y ultrafiltración, ósmosis inversa, pervaporación y/o diálisis.
10. Describir aplicaciones de operaciones de separación en biotecnología.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La planificación temporal de la programación sólo tiene la intención de establecer unos referentes para presentar la materia atendiendo a unos criterios cronológicos. Sin embargo, estos referentes son sólo orientativos, de modo que el profesor los podrá modifica si así lo aconseja el desarrollo de la asignatura.

Segundo cuatrimestre					
Semana	**Temas**	**Actividades de enseñanza aprendizaje**	**Horas de trabajo presencial**	**Horas de trabajo autónomo**	**Total**
Semana 1:	1º y 2º	3 h clases teóricas 1 h clase práctica	4.00	4.00	8.00
Semana 2:	2º	1 h clase teorica 3 h clases practicas	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	3º	3 h clases teóricas 1 h clase práctica	4.00	5.00	9.00
Semana 4:	3º	2 h clases teóricas 2 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	4º	1 h clase teórica 3 h clases prácticas	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	5º	3 h clases teóricas 1 h clase práctica	4.00	5.00	9.00

Semana 7:	5º y 6º	2 h clases teóricas 2 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 8:	6º	1 h clase teórica 3 h clases prácticas	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	7º	3 h clases teóricas 1 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 10:	7º y 8º	2 h clases teóricas 2 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 11:	8º y 9º	2 h clases teóricas 2 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 12:	9º	2 h clases teóricas 2 h clases prácticas	4.00	5.00	9.00
Semana 13:	9º y 10º	3 h clases teóricas 1 h clase práctica	4.00	5.00	9.00
Semana 14:	10º.	2 h clases prácticas	2.00	3.00	5.00
Semana 15:	Tutorías	2 h tutorías	2.00	0.00	2.00
Semana 16 a 18:	Examen	Examen (en evaluación continua, incluye los cuestionarios de los temas 8, 9 y 10)	4.00	20.00	24.00
		Total	60.00	90.00	150.00