




Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

OPERACIONES DE SEPARACIÓN

Titulación: Grado en Ingeniería Química Industrial

CSV:	97reRkW45XMJFKd4MRiBZBJnq	Fecha:	16/01/2019 13:10:58	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/97reRkW45XMJFKd4MRiBZBJnq	Página:	1/14	

1. Datos de la asignatura

Nombre	OPERACIONES DE SEPARACIÓN				
Materia*	OPERACIONES DE SEPARACIÓN				
Módulo*	Materias Específicas de Especialidad				
Código	509102007				
Titulación	GRADO EN INGENIERIA QUÍMICA INDUSTRIAL				
Plan de estudios	Decreto nº 269/2009 de 31 de Julio, de la CARM				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo		Cuatrimestre	2	Curso	2
Idioma	Castellano y ocasionalmente en inglés				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Carlos Godínez Seoane		
Departamento	Ingeniería Química y Ambiental		
Área de conocimiento	Ingeniería Química		
Ubicación del despacho	Departamento. Segunda planta del Edificio Hospital de Marina		
Teléfono	968 326 407	Fax	968 325 435
Correo electrónico	carlos.godinez@upct.es		
URL / WEB	http://moodle.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Lunes, Martes y Jueves, de 12:00 a 14:00 h		
Ubicación durante las tutorías	Despacho		

Perfil Docente e investigador	Doctor en Química desde el año 1993. He sido investigador asociado en la Universidad de California (Estados Unidos) y en la Universidad de Newcastle (Reino Unido). Tres sexenios de investigación con más de 40 artículos publicados y 8 patentes.
Experiencia docente	Profesor Titular a tiempo completo desde 2003 con más de 15 años (3 quinquenios) de experiencia docente universitaria.
Líneas de Investigación	He participado en numerosos proyectos de investigación financiados tanto por empresas como por instituciones públicas siendo mis áreas de interés el diseño de reactores químicos, los procesos de polimerización y la generación de energía a partir de biomasa.
Experiencia profesional	A lo largo de 9 años he desempeñado diversos puestos en departamentos de producción e I+D de empresas del sector petroquímico (General Electric, SABIC) en sus centros de producción en España y en el extranjero (Holanda, Japón y Arabia Saudí) así como en centros de investigación en universidades extranjeras (Universidad de California, EEUU y Universidad de Newcastle upon Tyne, Reino Unido).
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura Operaciones de Separación se orienta hacia la consecución por parte del alumno de las habilidades y conocimientos necesarios para diseñar y analizar las operaciones de separación más habituales en la Ingeniería Química tales como la absorción, la destilación o la extracción con disolventes entre otras.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Esta asignatura capacita al alumno para resolver problemas sencillos que se presentan en el diseño y operación de las unidades de separación más comunes en las plantas químicas. Asimismo, consolida en el alumno una formación básica para que, bien de forma autónoma o bien asistiendo a cursos de postgrado, se haga un especialista en la materia.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

En la asignatura FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA QUÍMICA del primer cuatrimestre se sientan las bases generales de esta asignatura. Las prácticas experimentales vinculadas a la operación y manejo de unidades de separación se realizan en las asignaturas de cursos posteriores de EXPERIMENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA.

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

No se contemplan incompatibilidades

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable que el alumno haya superado las asignaturas de QUÍMICA GENERAL, QUÍMICA ORGÁNICA y QUÍMICA INORGÁNICA de primer curso.

3.6. Medidas especiales previstas

- Los alumnos que, por algún tipo de incompatibilidad justificada, no puedan asistir a las sesiones de prácticas obligatorias podrán realizar las prácticas de manera no presencial, comunicándolo al profesor al comienzo del cuatrimestre.
- Los alumnos extranjeros que tengan alguna dificultad con el idioma deben comunicarlo al profesor. Para estos alumnos, las tutorías, trabajos y exámenes se realizarán en inglés.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

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.

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

CG1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, 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.

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

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

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.

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

CT4 - Utilizar con solvencia los recursos de información.

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los alumnos serán capaces de:

1. Identificar el tipo de operación más adecuada para la separación de componentes en función de las características de éstos y del estado de agregación en que se encuentran.
2. Seleccionar el modelo termodinámico más adecuado para describir el equilibrio entre las fases de un sistema fisicoquímico dado.
3. Emplear métodos gráficos y analíticos simples para el diseño y el análisis de las operaciones de operación estudiada.
4. Determinar los valores límites de operación para las variables de diseño de las

operaciones de separación.

5. Describir correctamente los distintos tipos de equipos empleados en los procesos de separación, su modo de operación y la función de cada uno de sus componentes.
6. Usar software específico de simulación de procesos químicos para el análisis de operaciones de separación.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Criterios de clasificación de las operaciones de separación. Absorción de gases. Destilación. Extracción líquido-líquido. Extracción sólido-líquido. Operaciones avanzadas de separación

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UNIDAD DIDACTICA I. FUNDAMENTOS

T01. Introducción a las Operaciones de Separación (OdS).

T02. Equilibrio entre fases.

T03. Teoría de las Operaciones de Separación

UNIDAD DIDACTICA II. ANÁLISIS DE LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN

T04. Destilación binaria.

T05. Destilación multicomponente.

T06. Absorción y desorción.

T07. Extracción y lixiviación.

T08. Cristalización.

T09. Adsorción e intercambio iónico.

T10. Separaciones con membranas.

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

Las prácticas son de problemas-tipo que desarrollan las competencias indicadas en la Guía Docente. Se llevarán a cabo cada vez que se introduzca un concepto teórico nuevo que requiera su ilustración práctica. De esta manera se obliga al alumno a enfrentarse a las

dificultades de los problemas-tipo en presencia del profesor.

Las prácticas están formadas por un conjunto de problemas-tipo que requieren la aplicación de habilidades para la resolución gráfica o numérica. Debido a la naturaleza de las mismas, la asistencia aunque no obligatoria es recomendable ya que la adquisición de las habilidades resulta imposible si el alumno no se enfrenta al procedimiento

Su ejecución será simultánea a las sesiones teóricas.

Prevención de riesgos.

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

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

PART I. FUNDAMENTALS

T01. Introduction to Separation Processes.

T02. Phase equilibria.

T03. Theory of Separation Processes

PART II. SEPARATION PROCESSES ANALYSIS

T04. Distillation.

T05. Multicomponent distillation.

T06. Absorption and desorption.

T07. Extraction and lixiviation.

T08. Crystallization.

T09. Adsorption and ion-exchange.

T10. Membrane separations.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

TEMA 01. INTRODUCCIÓN A LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN (OdS).

1. Explicar el papel de las operaciones de separación (OdS) en un proceso químico.
2. Enumerar las OdS más importantes y agrupar en función a los criterios de clasificación más habituales.
3. Comprender el papel de la difusión como fuerza impulsora de la separación en mezclas homogéneas.
4. Comprender las diversas formas de expresar el grado de recuperación en una operación de separación.
5. Describir correctamente los conceptos de etapa ideal y de eficiencia de etapa.
6. Describir correctamente los distintos tipos de contacto en las OdS.

TEMA 02. EQUILIBRIO ENTRE FASES.

1. Seleccionar el modelo termodinámico más adecuado para describir el equilibrio entre las fases de un sistema fisicoquímico dado.
2. Calcular gráfica y analíticamente la composición de equilibrio para una mezcla en unas condiciones dadas.
3. Construir diagramas de equilibrio para los distintos sistemas.
4. Predecir la existencia de azeótropos en equilibrio L-V y de eutécticos en equilibrio S-L.
5. Predecir la existencia de zonas de inmiscibilidad en equilibrio L-L.

TEMA 03. TEORIA DE LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN

1. Conocer las relaciones entre el número de etapas y el grado de separación para los distintos tipo de contacto por etapas de equilibrio
2. Comparar los rendimientos obtenidos entre los diferentes tipos de contacto por etapas de equilibrio
3. Aplicar el concepto de eficacia de etapa para el cálculo del número de etapas reales.
4. Comprender los conceptos de difusión equimolar (EMD) y difusión unimolecular (UMD)
5. Describir correctamente los conceptos de número de unidades de transferencia, altura de la unidad de transferencia y de altura equivalente de plato teórico.
6. Conocer la metodología para calcular el número de unidades de transferencia en un proceso de separación.

TEMA 04. DESTILACIÓN

1. Describir la finalidad del proceso de destilación identificando algunos ejemplos de aplicación industrial.
2. Calcular el número de etapas necesarias en columnas simples y complejas mediante el método gráfico de McCabe-Thiele.
3. Analizar sobre el diagrama de McCabe-Thiele el efecto de la relación de reflujo, la presión de operación y la condición térmica de la alimentación sobre la calidad de la separación.



4. Determinar gráfica y analíticamente las condiciones límite de operación (número de etapas mínimo y relación de reflujo mínima) en un proceso de destilación.
5. Calcular los requerimientos energéticos en una columna de destilación.
6. Calcular la altura de columna necesaria para llevar a cabo una destilación en contacto diferencial.
7. Calcular el tiempo requerido para alcanzar una composición deseada en una destilación por cargas.

TEMA 05. DESTILACIÓN MULTICOMPONENTE

1. Aplicar el método gráfico de Hengstebeck para el diseño y análisis de la destilación de mezclas multicomponente.
2. Aplicar el método analítico de Fenske-Underwood-Gilliland para el diseño y análisis de la destilación de mezclas multicomponente.
3. Determinar las condiciones límite de operación (número de etapas mínimo y relación de reflujo mínima) en un proceso de destilación multicomponente.

TEMA 06. ABSORCIÓN Y DESORCIÓN

1. Describir la finalidad de los procesos de absorción y desorción de gases identificando algunos ejemplos de aplicación industrial.
2. Representar gráficamente los datos de equilibrio y las rectas de operación.
3. Calcular el número de etapas necesarias para llevar a cabo un proceso de absorción/desorción
4. Calcular las condiciones límites de operación para llevar a cabo un proceso de absorción/desorción de gases.
5. Calcular la altura de columna necesaria para llevar a cabo una absorción en contacto diferencial.

TEMA 07. EXTRACCIÓN Y LIXIVIACIÓN.

1. Describir la finalidad de los procesos de extracción y lixiviación identificando algunos ejemplos de aplicación industrial.
2. Describir los escenarios en los que la extracción es ventajosa en comparación con la destilación.
3. Reconocer la importancia del tamaño de partícula en la lixiviación de sólidos.
4. Realizar balances de material sobre operaciones de extracción y lixiviación con distintos patrones de flujo (flujo en paralelo, cruzado, a contracorriente y a contracorriente con reflujo).
5. Emplear los diagramas triangulares para el cálculo de operaciones de extracción y lixiviación.
6. Calcular la altura de columna necesaria para llevar a cabo una extracción en contacto diferencial.

TEMA 08. CRISTALIZACIÓN

1. Describir la finalidad del proceso de cristalización identificando algunos ejemplos de

aplicación industrial.

2. Describir los escenarios en los que la cristalización es ventajosa en comparación con la destilación.
3. Explicar la importancia de la sobresaturación en cristalización.
4. Diferenciar entre nucleación primaria y secundaria.
5. Describir los modos de operación más importantes en cristalización.
6. Realizar balances de materia y energía básicos en cristalizadores.
7. Calcular el volumen de cristizador necesario para obtener un sólido con un tamaño de cristal dominante.

TEMA 09. ADSORCIÓN E INTERCAMBIO IÓNICO.

1. Explicar el funcionamiento de los sólidos adsorbentes e intercambiadores de ion.
2. Estimar la composición de una mezcla gaseosa o líquida en equilibrio con sólidos adsorbentes e intercambiadores de ion.
3. Describir los métodos principales para poner en contacto un soluto con un sólido adsorbente o intercambiador de ión.
4. Calcular la altura de lecho, el diámetro del lecho y el ciclo de operación para lechos fijos de adsorción e intercambio iónico mediante soluciones aproximadas de los balances de materia y energía.

TEMA 10. SEPARACIONES CON MEMBRANAS.

1. Conocer las distintas operaciones de separación que se pueden llevar a cabo con membranas y sus rangos de aplicación
2. Conocer los distintos tipos de membranas y módulos de membranas empleados en las operaciones de separación avanzadas.
3. Estimar la superficie de membrana necesaria para llevar a cabo una separación con un grado de recuperación especificado.
4. Conocer la influencia de las condiciones de operación en el desempeño de las operaciones de separación con membranas

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal 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> : Asistencia a clase y toma de notas	15
		<u>No presencial</u> : No aplica	[-]
Clases de problemas	Se resolverán problemas-tipo, enfatizando en el planteamiento de métodos de resolución y no en los resultados.	<u>Presencial</u> : Asistencia a clase y toma de notas sobre los procedimientos de resolución de problemas tipo	24
		<u>No presencial</u> : No aplica	[-]
Seminarios	Se plantearán problemas similares a los de las clases de problemas para que los alumnos los resuelvan de forma individual. Estos ejercicios tienen la intención de motivar y proporcionar a los estudiantes realimentación sobre el grado de aprendizaje sin necesidad que afecte a la calificación final individual	<u>Presencial</u> : Asistencia a clase y realización de los problemas propuestos por el profesor	37
		<u>No presencial</u> : No aplica	[-]
Sesiones en aula informática	Las sesiones prácticas en aula de informática con software de simulación de procesos, permiten ampliar la capacidad del alumno para aplicar métodos analíticos en el diseño de operaciones de separación.	<u>Presencial</u> : Manejo de software específico de simulación de operaciones de separación bajo las indicaciones directas del profesor	6
		<u>No presencial</u> : No aplica	[-]
Trabajos en grupo	Se propondrán problemas de mayor complejidad, que se salen fuera del contexto de lo que es resoluble en una clase o examen y que serán a resolver mediante trabajo en grupo.	<u>Presencial</u> : No aplica	[-]
		<u>No presencial</u> : Resolución de problemas propuestos de mayor complejidad sobre alguna de las operaciones de separación	24
Tutorías	Las tutorías serán individuales con objeto de proporcionar al alumno un apoyo en la resolución de problemas propuestos y conocer su nivel de interés y motivación por la asignatura.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	3
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico en plazos preestablecidos	1
Cuestionarios	Estos ejercicios tienen la intención de motivar y proporcionar a los estudiantes realimentación sobre el grado de aprendizaje obtenido de las clases teóricas	<u>Presencial</u> : No aplica	[-]
		<u>No presencial</u> : Contestar a los cuestionarios proporcionados por el profesor	6
Estudio individual	Estudio individual de la teoría y los problemas tipo de las clases de problemas y en los seminarios.	<u>Presencial</u> : No aplica	[-]
		<u>No presencial</u> : Estudio individual. Aplicación de los conocimientos a problemas nuevos propuestos por el profesor	60
Exámenes	Se realizará una sola prueba escrita de tipo individual sobre los contenidos teóricos y prácticos abordados en la asignatura, con el fin de comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba escrita y realización de ésta	4
		<u>No presencial</u> : No aplica	[-]
			180

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

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X				X					
Clases de problemas		X	X	X						
Sesiones en aula informática						X				
Trabajos en grupo		X		X		X				
Tutorías	X	X	X	X	X	X				
Actividades de evaluación sumativas	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		Cuestiones teóricas formuladas tipo test. Estas cuestiones se orientan a conceptos y definiciones y evalúan principalmente los conocimientos teóricos. 3-4 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	60-70 %	1,2,3,4,5
Trabajos en grupo	X	X	A lo largo del curso se realizarán ejercicios de mayor complejidad que salgan fuera de lo evaluable en el contexto de un examen pero que tienen el valor de integrar los aprendizajes obtenidos en diversas áreas de la asignatura.	40 -30 %	1,2,3,4,5,6

Nota: Para computar la nota de los trabajos en grupo deberá superarse la nota de 5.0 en la prueba escrita individual.

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 las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas de manera informal en clase
- Revisión de los resultados de los trabajos en grupo en tutorías
- Supervisión del trabajo de los alumnos durante las sesiones de problemas y del aula informática
- Tutorías individuales o de grupo

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Henley E.J. y Seader J.D. Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química. Barcelona: Ed. Reverté (1988)

McCabe W.L. Operaciones unitarias en ingeniería química. México: Ed. McGraw-Hill (2004)

8.2. Bibliografía complementaria*

Marcilla Gomis A. Introducción a las operaciones de separación. Cálculo por etapas de equilibrio. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante (1998)

Rousseau R.W. Handbook of Separation Process Technology. New York: John Wiley & Sons (1987).

Maloney J.O. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York: Ed. McGraw-Hill (2008)

Geankoplis C.J. Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: Ed. CECSA (1998)

8.3. Recursos en red y otros recursos

<http://moodle.upct.es>