PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Identificación y características de la asignatura					
Código	501364				
Denominación (español)	Operaciones de Transferencia de Materia II				
Denominación (inglés)	*Mass Transfer Operations II*				
Titulación	Grado en Ingeniería Química Industrial				
Centro	Facultad de Ciencias				
Módulo	Ingeniería Química				
Materia	Operaciones Básicas de la Ingeniería Química				
Carácter	Obligatorio	ECTS	6	Semestre	5
Profesorado					
Nombre		Despacho		Correo-e	
Teresa González Montero		Edif. José Luis Sotelo, D1		teresaglez@unex.es	
Área de conocimiento	Ingeniería Química				
Departamento	Ingeniería Química y Química Física				
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)					

Competencias/Resultados de aprendizaje

Competencias 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.

Competencias generales

CG1. 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.

CG2. Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3. 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.

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 Química.

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.

Competencias transversales

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.

Competencias Específicas:

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

Descripción general del contenido

Estudio de operaciones de transferencia de materia utilizadas en la industria química. Operación de separación controlada por la transmisión de calor: evaporación. Operaciones de separación controladas conjuntamente por la transferencia de materia y calor: interacción aire-agua, secado y cristalización. Operaciones de separación controladas por la transferencia de materia: extracción sólido-líquido y adsorción. Equipo para las operaciones de separación

Temario de la asignatura

Denominación del tema 1: **Evaporación**

Contenidos del tema 1:

- Introducción
- Evaporador de transmisión indirecta del calor. Representación esquemática. Energía necesaria. Características
- Análisis matemático. Balances de materia y entálpicos. Velocidad de intercambio de calor.
- Evaporador de simple efecto
- Recuperación de energía de los vapores
- Evaporadores de múltiple efecto. Análisis simplificado. Número óptimo de efectos. Análisis real.
- Condensadores para evaporadores
- Tipos de evaporadores

Denominación del tema 2: **Operaciones de interacción aire-agua. Psicrometría**

Contenidos del tema 2:

- Introducción
- Definiciones útiles para el cálculo de los procesos de interacción aire-agua
- Humidificación no adiabática

- Humidificación adiabática
- Teoría del termómetro de bulbo húmedo
- Diagrama psicrométrico o carta de humedades de Grosvenor

Denominación del tema 3: **Operaciones de interacción aire-agua. Diseño de aparatos**

Contenidos del tema 3:

- Introducción
- Humidificación de aire
- Deshumidificación del aire
- Enfriamiento del agua
- Ecuaciones fundamentales de diseño. Balances de materia y energía. Transferencia del vapor de agua a través del aire. Transmisión de calor a través del aire. Transmisión de calor a través del agua. Ecuaciones integrales. Método del potencial entálpico
- Coeficientes de transporte. Método de Mickley. Ecuaciones empíricas para los coeficientes de transporte individuales

Denominación del tema 4: **Secado**

Contenidos del tema 4:

- Introducción
- Análisis matemático. Equilibrio vapor-gas. Equilibrio sólido-fluido. Mecanismos en la operación de secado. Balances de materia y entálpico.
- Cinética del secado.
- Cálculo del tiempo de secado en condiciones de secado constante
- Cálculo del tiempo de secado en condiciones de secado variable.
- Secadores adiabáticos para sistemas aire-agua
- Secadores de flujo dividido. Secadores no adiabáticos para sistemas aire-agua.
- Secadores con calentamiento del gas que operan isotérmicamente.
- Secadores en los que el calor se transmite directamente al material.
- Equipo de secado.

Denominación del tema 5: **Extracción sólido-líquido.**

Contenidos del tema 5:

- Introducción
- Equilibrio de extracción
- Cinética de extracción
- Factores que influyen en la extracción
- Extracción en una etapa.
- Extracción en varias etapas.
- Equipos de extracción.

Denominación del tema 6: **Adsorción**

Contenidos del tema 6:

- Fundamento del proceso de adsorción. Tipos de adsorción. Adsorbentes. Propiedades de los adsorbentes
- Equilibrio de adsorción. Isotermas de adsorción. Modelos de equilibrio
- Lecho fijo. Modelos de concentración en lechos fijos. Curvas de ruptura.
- Cinética de adsorción. Modelos cinéticos.
- Lecho móvil.

Denominación del tema 7: **Cristalización**

Contenidos del tema 7:

- Introducción.
- Equilibrios
- Balances de materia y entálpicos.
- Sobresaturación.
- Nucleación. Equilibrio. Cinética.
- Crecimiento de cristales. Velocidad. Ley del Al.
- Distribución de tamaño de cristales.
- Equipo de cristalización.

Actividades formativas							
Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Horas Actividades prácticas			Horas Actividades de seguimiento	Horas No presenciales
Tema	Total	GG	L	O	S	TP	EP
1	25	6			3		16
2	16	5			2		9
3	27	8			3		16
4	28	9			3		16
5	16	5			2		9
6	22	4			3		15
7	14	3			2		9
Evaluación	2	2					
TOTAL	150	42			18		90

GG: Grupo Grande (85estudiantes).
L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)
O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)
S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).
TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

1. 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).	X
2. 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).	X
3. Estudio de casos (Descripción: análisis intensivo y completo de un caso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, a veces, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución).	
4. Aprendizaje basado en problemas (ABP) (Descripción: método de enseñanza/aprendizaje que tiene como punto de partida un problema que ha diseñado el profesor y que el estudiante resuelve de manera autónoma o guiada para desarrollar determinadas competencias previamente definidas).	
5. Aprendizaje basado en proyectos (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje en el que el estudiantado lleva a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos).	
6. Aprendizaje a partir de la experimentación (Descripción: Método de enseñanza-aprendizaje basado en el método científico en el que el estudiante plantea hipótesis, experimenta, recopila datos, busca información, aplica modelos, contrasta las hipótesis y extrae conclusiones).	
7. 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)	
8. 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).	X
9. Tutorización (Descripción: Situación de enseñanza/aprendizaje en la que el profesor de forma individualizada o en pequeños grupos orienta al estudiante en su aprendizaje).	
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).	X
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).	X

Resultados de aprendizaje

- Ser capaz de realizar el análisis matemático de un evaporador (balances de materia, entalpía y ecuaciones de transmisión de calor). Conocer los factores que influyen sobre la temperatura de ebullición de la disolución y en el coeficiente global de transmisión del calor.
- Conocer las definiciones de las magnitudes que se utilizan en psicrometría. Ser capaz de establecer las ecuaciones de diseño de aparatos para las operaciones de interacción aire-agua. Determinar la altura y número de unidades de transferencia en un humidificador.
- Conocer los conceptos de humedad de equilibrio y humedad libre, y agua ligada y no ligada, de un sólido. Conocer los mecanismos que intervienen en el secado.
- Ser capaz de establecer los balances de materia y entálpico. Ser capaz de calcular las velocidades de secado en los diferentes periodos. Calcular el tiempo de secado en condiciones de secado constante y variable.
- Ser capaz de representar los datos de equilibrio de extracción mediante diagramas triangulares. Conocer el procedimiento de cálculo y diseño del sistema de extracción, incluyendo la determinación del número de etapas.
- Conocer los adsorbentes porosos más utilizados y sus propiedades más significativas. Diferenciar entre quimisorción y adsorción física. Conocer las diferentes isotermas de adsorción utilizadas para la correlación del equilibrio de adsorción de un componente. Estimar la velocidad de adsorción global en función del transporte a través de las diferentes etapas de que consta el fenómeno. Conocer los modelos concentración y el concepto de curva de rotura de un lecho fijo de adsorción. Ser capaz de establecer las ecuaciones de diseño en lecho móvil.
- Conocer cómo crecen los cristales, la velocidad de crecimiento y cómo puede medirse su distribución de tamaños. Diferenciar entre nucleación homogénea, heterogénea y secundaria de cristales.
- Conocer equipos utilizados para llevar a cabo estas operaciones de separación.

Sistemas de evaluación

Descripción de las actividades de evaluación

La evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno se llevará a cabo de la siguiente forma:

✓ En la Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación continua:

- Exámenes parciales, donde se califican los conocimientos teóricos y de problemas.
- Trabajos realizados y asistencia a clase durante el curso.

La puntación de cada una de las partes se hará sobre un total de 10 puntos. La nota final de la asignatura: 85% nota media de exámenes parciales + 15% nota media de trabajos realizados y asistencia (ACTIVIDAD NO RECUPERABLE)

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación final mínima de 5 puntos sobre 10. Asimismo, será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada uno de los exámenes parciales. En caso de no alcanzar dicha calificación mínima en alguno de los exámenes parciales, no se podrá superar la asignatura mediante el sistema de evaluación continua basado en exámenes parciales. Además, los estudiantes que obtengan una calificación inferior a 4 puntos sobre 10 en el primer examen parcial no podrán presentarse al segundo examen parcial.

✓ En la Convocatoria ordinaria, modalidad de evaluación global:

-Examen que tendrá una valoración de 10 puntos sobre 10 y constará de problemas y cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas, siendo necesario un mínimo de 5 puntos para aprobar la asignatura.

✓ En la Convocatoria extraordinaria, modalidad de evaluación continua:

-Examen Final que incluirá toda la materia de la asignatura (constará de problemas y cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas). Las calificaciones obtenidas en los exámenes parciales realizados durante el curso no se conservarán ni se tendrán en cuenta para el cálculo de la nota final, aunque alguna de sus partes hubiera sido superada. Este examen final supondrá el 85 % de la nota final. El 15 % restante corresponderá a la calificación obtenida en la ACTIVIDAD NO RECUPERABLE (trabajos/asistencia realizados durante el curso). Será necesario obtener una calificación final mínima de 5 puntos sobre 10 para aprobar la asignatura.

✓ En la Convocatoria extraordinaria, modalidad de evaluación global:

-Examen que tendrá una valoración de 10 puntos sobre 10 y constará de problemas y cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas, siendo necesario un mínimo de 5 puntos para aprobar la asignatura.

Bibliografía (básica y complementaria)

MARTÍNEZ DE LA CUESTA, P.J.; RUS, E.: Operaciones de Separación en Ingeniería Química. Métodos de Cálculo. Pearson Educación (2004).

RODRÍGUEZ, F. (EDITOR); AGUADO, J.; CALLES, J. A. CAÑIZARES, P.; LÓPEZ, B.; SANTOS, A.; SERRANO, D.: Ingeniería de la Industria Alimentaria. Vol. II: Operaciones de Procesado de Alimentos. Vol. III: Operaciones de Conservación de Alimentos. Editorial Síntesis, Madrid (2002).

TREYBAL, R.E.: Operaciones de Transferencia de Masa. McGraw- Hill, México (1980).

MC CABE, W.L; SMITH, J. C.; HARRIOT, P. Operaciones unitarias en Ingeniería Química. McGraw-Hill Interamericana (2007).

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B.: Principios de Operaciones Unitarias. Editorial John Wiley and Sons, México, (1970).

GEANKOPLIS, C.J. Procesos de transporte y operaciones unitarias. Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. México (1998)

MARCILLA, G. Introducción a las operaciones de separación contacto continuo. Publicaciones Universidad Alicante. Compobell, S.L. Murcia (1999).

COULSON, J.H., y col. "Ingeniería Química", Vol. 2. Reverte, S.A. (1982).

CALLEJA PARDO, G. y col. Introducción a la Ingeniería Química. Editorial Síntesis, Madrid. (1999).

Otros recursos y materiales docentes complementarios
Campus Virtual de la UEX