

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	OPERACIONES UNITARIAS INDUSTRIALES		
Materia	OPERACIONES EN INGENIERÍA QUÍMICA		
Módulo	Módulo de Tecnología Específica		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA		
Plan	442	Código	41846
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	GLORIA ESTHER ALONSO SÁNCHEZ MARÍA JOSÉ COCERO ALONSO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	elonso@iq.uva.es	983 42 31 75	
	mjcocero@iq.uva.es	983 42 31 74	
Departamento	INGENIERÍA QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La asignatura de Operaciones Unitarias Industriales forma parte de la Materia de Operaciones en Ingeniería Química junto con otras tres asignaturas:

Asignaturas de la materia	Tipo	ECTS	Curso (Cuatrimestre)
Cálculo y Diseño de Reactores Químicos	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Cálculo y Diseño de Operaciones de Separación	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Operaciones Unitarias Industriales	Obligatoria	6	Tercero (C6)
Experimentación en Ingeniería Química	Obligatoria	6	Cuarto (C7)

La materia desarrolla los siguientes contenidos y competencias específicas de la titulación

Contenidos

- Operaciones unitarias basadas en la transferencia de materia y de materia y calor: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Reactores químicos homogéneos y heterogéneos: principios básicos, diseño y operación, modelos de flujo, equipos
- Operaciones unitarias basadas en el transporte de cantidad de movimiento: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Operaciones unitarias basadas en la transferencia de calor: principios básicos, diseño y operación, equipos
- Experimentación a escala piloto-laboratorio en diferentes operaciones unitarias y reactores y determinación experimental de propiedades termodinámicas y de transporte.

1.2 Relación con otras materias

La Materia de Operaciones en Ingeniería Química forma parte del módulo de Tecnología específica Química Industrial, junto con las materias: Química Aplicada a la Ingeniería Química, Fundamentos de Ingeniería Química, Ingeniería de Procesos Químicos, Ingeniería y Sociedad, Prácticas externas, y Trabajo Fin de Grado. En este módulo se contemplan las competencias específicas del título que figuran en la Orden Ministerial CIN/351/2009, y otras competencias que se han considerado convenientes para la formación del Graduado en Ingeniería Química.

En concreto la asignatura de Operaciones Unitarias Industriales por sus contenidos está relacionada con las asignaturas:

- Termodinámica Térmica y Transmisión de Calor (segundo curso, C4)
- Ingeniería Fluidomecánica (segundo curso, C4)
- Introducción a la Ingeniería Química (tercer curso, C5)
- Termodinámica Química y Transferencia de Materia (tercer curso, C5)

1.3 Prerrequisitos

Recomendaciones:

Conocimientos en balances de materia, energía

Conocimientos de mecanismos de transmisión de calor y cálculo de coeficientes de transmisión de calor



2. Competencias

2.1 Generales

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo
- CG4. Capacidad de expresión escrita
- CG6. Capacidad de resolución de problemas
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico. Análisis lógico
- CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz
- CG14. Capacidad de evaluar.

2.2 Específicas

- CE30. Conocimientos sobre mecánica de fluidos.
- CE31. Conocimientos sobre transmisión de calor.
- CE33. Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de sistemas con flujo de fluidos.
- CE34. Capacidad para el cálculo, diseño y gestión de sistemas con transmisión de calor.



3. Objetivos

- Conocer técnicas de caracterización de tamaños de sólidos
- Realizar cálculos de tamaños medios de muestras sólidas
- Dimensionar sistemas de separación y clasificación de partículas sólidas por elutriación
- Realizar cálculos de operación en torres de relleno y en lechos fluidizados.
- Conocer los elementos básicos y las características operacionales de torres de relleno y lechos fluidizados
- Realizar cálculos básicos de filtración y sedimentación y de dimensionado de sus equipos
- Aplicar criterios de semejanza y de cambio de escala en sistemas con agitación mecánica
- Conocer los tipos de intercambiadores de calor utilizados en la industria, así como sus características de construcción
- Dimensionar intercambiadores de placas y de carcasa y tubos
- Dimensionar condensadores y ebulliciones
- Dimensionar una unidad de concentración por evaporación

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Operaciones basadas en transmisión de calor

Carga de trabajo en créditos ECTS:

a. Objetivos de aprendizaje

- ✓ Evaluar las necesidades energéticas de un proceso (aporte o retirada de energía calorífica)
- ✓ Entender los mecanismos de transmisión de calor
- ✓ Calcular coeficientes de transmisión de calor
- ✓ Aplicar la transmisión de calor por conducción en régimen estacionario
- ✓ Aplicar la transmisión de calor por convección al diseño de intercambiadores de calor
- ✓ Aplicar la transmisión de calor por convección de calor con cambio de estado para dimensionar equipos
- ✓ Aplicar los conocimientos de transmisión de calor, equilibrio, balances de materia y energía para el cálculo de evaporadores
- ✓ Conocer los cambiadores de calor existentes en el mercado
- ✓ Diseñar los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso de transferencia de calor.



b. Contenidos

Tema 1.- Conceptos de transmisión de calor. Mecanismos: Conducción, Convección y Radiación. Coeficiente individual y global. Resistencia a la transmisión de calor. Diferencia media de temperatura.

Tema 2.- Equipos para la transmisión de calor. intercambiadores de carcasa y tubos. Intercambiadores refrigerados por aire. Intercambiadores de placas.

Tema 3.- Cálculo de cambiadores de carcasa y tubos. Procedimiento básico de diseño. Características de diseño mecánico. Consideraciones generales de diseño. Coeficientes de transmisión de calor y caída de presión en los tubos. Coeficientes de transmisión de calor y caída de presión en la carcasa. Eficacia en los sistemas de intercambio de calor

Tema 4.- Condensación. Mecanismos de condensación. Condensación en película. Diferencia de temperatura. Caída de presión. Descripción y características de diseño mecánico.

Tema 5.- Ebullición. Ebullición sobre superficies sumergidas. Ebullición en el interior de tubos. Tipos de ebullicores.

Tema 6.- Evaporación. Fundamentos de Evaporación. Evaporadores de múltiple efecto. Incremento útil de temperatura y economía del vapor. Mejora del rendimiento de los evaporadores. Selección del tipo de evaporador.

c. Evaluación

Examen Final

Control

Tarea 1

d. Bibliografía básica

- Coulson J.M., & Richardson J.F., 2011, Chemical Engineering, Vol. 1. Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 6th Edition
- Sinnott R.K., Coulson J.M., Richardson J.F., 2005, Chemical Engineering, Vol. 6: Chemical Engineering Design, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 4th Edition

e. Bibliografía complementaria

- Hewitt G.F., Shires G. L., Bott T. R., 2000, Process Heat Transfer, CRC Press.
- Incoprera F.K., DeWitt D.P., 2015, Fundamentos de Transferencia de Calor, Prentice Hall, México, 4ª Ed.

f. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3	Semanas 1 -7 del cuatrimestre

**Bloque 2: Operaciones basadas en flujo de fluidos**Carga de trabajo en créditos ECTS: **a. Objetivos de aprendizaje**

- ✓ Describir las técnicas más utilizadas en la determinación de tamaños de partícula
- ✓ Calcular diámetros medios de tamaño en una distribución de tamaños de partícula
- ✓ Determinar el coeficiente de rozamiento y la fuerza de rozamiento de un fluido circulando alrededor de una partícula
- ✓ Determinar la velocidad límite de caída de una partícula en el seno de un fluido
- ✓ Determinar el diámetro de una partícula conocida su velocidad límite de caída
- ✓ Estimar la caída de presión en una torre de relleno
- ✓ Resolver problemas de inundación en torres de relleno
- ✓ Describir los elementos básicos de construcción de una torre de relleno
- ✓ Determinar la caída de presión en un lecho fluidizado
- ✓ Estimar la velocidad mínima de fluidización
- ✓ Estimar la velocidad de arrastre de partículas sólidas por un fluido
- ✓ Estimar la expansión de un lecho
- ✓ Determinar el volumen de filtrado, la velocidad y el tiempo de filtración
- ✓ Determinar el área de filtración necesaria para una aplicación
- ✓ Relacionar el espesor de la torta con la caída de presión
- ✓ Describir el funcionamiento de diferentes tipos de filtros: filtros prensa, rotatorios y filtros de banda...
- ✓ Determinar el tamaño de sólido separado en una separación centrífuga
- ✓ Evaluar la potencia de agitación
- ✓ Evaluar tiempos de mezcla
- ✓ Aplicar principios de cambio de escala en tanques agitados

b. Contenidos

Tema 7.- Caracterización de partículas sólidas y movimiento relativo sólido-fluido. Caracterización de partículas individuales y de masas de sólidos. Medida y distribución de tamaños. Flujo externo. Velocidad límite de caída y sedimentación.

Tema 8.- Lechos porosos. Rellenos: tipos y parámetros característicos. Caída de presión en lechos porosos. Torres de relleno: características y elementos. Inundación en torres de relleno. Caída de presión en torres de relleno. Velocidad de mojado. Hold-up.

Tema 9.- Lechos fluidizados. Fluidización. Velocidad mínima de fluidización. Caída de presión en lechos fluidizados. Expansión de lechos fluidizados. Aplicaciones de lechos fluidizados.



Tema 10.- Filtración. Ecuaciones de filtración en torta, Ec. de Darcy. Filtración a caída de presión constante y a caudal constante. Compresibilidad de la torta. Equipos de filtración.

Tema 11.- Agitación y mezcla. Tanques agitados: potencia, velocidad y tiempo de mezcla. Equipo.

c. Evaluación

Examen Final

Tarea 2

Tarea 3

d. Bibliografía básica

- Coulson J.M., & Richardson J.F., 2011, Chemical Engineering, Vol. 1. Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 6th Edition
- Coulson J.M., & Richardson J.F., 2013, Chemical Engineering, Vol. 2. Particle Technology & Separation Processes, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 5th Edition
- Sinnott R.K., Coulson J.M., Richardson J.F., 2005, Chemical Engineering, Vol. 6: Chemical Engineering Design, Butterworth-Heinemann ed., Oxford, 4th Edition

e. Bibliografía complementaria

- Mc Cabe W.L., Smith J.C., Harriott P., 2007, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, Mc Graw-Hill, Interamericana Editores S.A., 7ª Edición

f. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3	Semanas 8 -14 del cuatrimestre

5. Métodos docentes y principios metodológicos

El curso se distribuye en clases teóricas, de aula y seminarios.

Las clases teóricas emplearán, principalmente el método expositivo para transmitir los conocimientos fundamentales de la asignatura. El estudiante dispondrá con antelación del material empleado para la exposición.

Las clases prácticas en aula servirán de apoyo para la profundización y aplicación de los conocimientos expuestos en las clases teóricas. Los conocimientos teóricos se aplicarán a la resolución de ejemplos y casos concretos relacionados con la realidad industrial. Se trabajará de manera especial la estrategia de resolución de los problemas, la formulación de hipótesis y su comprobación, la resolución numérica de problemas y el análisis de resultados.



El curso tiene programados 5 seminarios de dos horas de duración cada uno, que se desarrollarán en grupo, destinados a profundizar en la resolución de problemas y la aplicación de métodos de cálculos y que permitirán también el desarrollo de competencias transversales como la capacidad de análisis y síntesis, el trabajo en equipo y el juicio crítico, entre otras.

A lo largo del curso está prevista la entrega de tres tareas, al menos una de ellas coordinada con el resto de las asignaturas de tercer curso. Cada año se plantea un proceso común, sobre el que cada asignatura trabaja un aspecto particular. Habitualmente esta asignatura se ocupa del diseño hidrodinámico de alguno de los equipos y/o el diseño de alguno de los intercambiadores de calor del proceso.

Se realizará una visita técnica a un polo industrial químico, con el objetivo de acercar al estudiante la realidad industrial y fomentar la necesaria relación Universidad-Empresa. La visita incluirá plantas de diferentes sectores de la Ingeniería Química y presentaciones por profesionales especializados.

La programación de todas estas actividades, seminarios, tareas, evaluaciones parciales y visitas técnicas se realiza de forma coordinada por los profesores de todas las asignaturas de este sexto cuatrimestre de la titulación. El calendario conjunto con las actividades de todas las asignaturas está disponible en la página web de la Escuela de Ingenierías Industriales (<http://eii.uva.es/titulaciones/Grados/calActividades/index.php?Grado=442>) y en el aula virtual de las asignaturas.

Web/Aula virtual. Todo el contenido del curso se encuentra disponible en el Campus Virtual UVA (<http://campusvirtual.uva.es>), incluido el programa de la asignatura, la propia guía docente, el calendario de actividades, las calificaciones de seminarios y tareas realizados, el horario de clases y un calendario con todos los eventos.

Para cada tema concreto, se encuentran en el aula virtual:

- Transparencias de los contenidos expuestos en las clases de teoría
- Bibliografía de referencia
- Colecciones de problemas
- Direcciones de páginas webs de interés, principalmente sobre equipo.
- Tareas propuestas y material para su preparación

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	28	Estudio y trabajo autónomo individual	70
Clases prácticas	20	Estudio y trabajo autónomo grupal	20
Laboratorios			
Prácticas externas, clínicas o de campo	2		
Seminarios	10		
Otras actividades			
Total presencial	60	Total no presencial	90

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen Final	60%	Constará de dos partes: 1) Resolución de dos problemas (60% de la nota del examen) 2) Cuestiones teórico-prácticas (40% de la nota del examen) Es necesario una nota superior a 4,0 en problemas y en teoría para considerar el resto de notas
Tareas	30%	Entrega de materiales solicitados como tareas programadas a lo largo del curso
Control de los temas relacionados con transmisión de calor	10%	

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Se tiene que cumplir que la Nota en Resolución de Problemas del examen > 4,0 y Nota de cuestiones teóricas en el examen > 4,0 para que se tengan en cuenta la nota de Tareas y la del Control
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se tiene que cumplir que la Nota en Resolución de Problemas del examen > 4,0 y Nota de cuestiones teóricas en el examen > 4,0 para que se tengan en cuenta la nota de Tareas y la del Control



8. Consideraciones finales

Si la nota de uno de los bloques temáticos de la asignatura (calculada como $0,6 \cdot \text{Nota de problema del bloque} + 0,4 \cdot \text{Nota de teoría del bloque}$) resulta ser $\geq 5,0$, se considerará el bloque como superado, y el alumno podrá solicitar examinarse sólo del otro bloque en la convocatoria extraordinaria. En cuyo caso, se le guardará la nota del examen ordinario para el bloque superado. En ningún caso se guardarán notas para cursos sucesivos.

