



Universidad  
de Huelva

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA

## Guía Docente

Curso 2011-2012

### Titulación Ingeniería Química

#### DATOS DE LA ASIGNATURA\*

\* Asignatura en experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS

<b>Nombre:</b>			
Laboratorio de Ingeniería Química II			
<b>Denominación en inglés<sup>1</sup>:</b>			
Chemical Engineering Laboratory II			
<b>Código:</b>	<b>Año del Plan de Estudios:</b>	<b>Tipo:</b>	
440099021	Publicación BOE: 25-06-1999	<input checked="" type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input type="checkbox"/> Optativa	
<b>Créditos:</b>			
	<b>Totales:</b>	<b>Teóricos:</b>	<b>Prácticos:</b>
Créditos L.R.U.	6,00	0,00	6,00
Créditos E.C.T.S.	5,2	0,0	5,2
<b>Departamento:</b>			
Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica			
<b>Área de Conocimiento:</b>			
Ingeniería Química			
<b>Curso:</b>	<b>Cuatrimestre:</b>	<b>Ciclo:</b>	
Tercero	1º Cuatrimestre	Primero	
<b>Web de la asignatura:</b>			

<sup>1</sup> Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

#### DATOS DE LOS PROFESORES

<b>Nombre:</b>	<b>e-mail:</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>Despacho:</b>
Miguel Ángel Delgado Canto	miguel.delgado@diq.uhu.es	959219865	P4-N6-1

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

<b>1.1. Descriptores de la asignatura:</b>
Laboratorio integrado de prácticas sobre propiedades termodinámicas y de transporte, flujo de fluidos, transmisión de calor y cinética de reacciones químicas.
<b>1.2. Descriptores de la asignatura (en inglés)<sup>2</sup>:</b>
Integrated laboratory of practices based on thermodynamics and transport properties, fluid mechanic, heat transfer and kinetic of chemical reactions.
<sup>2</sup> Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título
<b>2. Situación de la asignatura.</b>
<b>2.1. Prerrequisitos:</b>
No existen
<b>2.2. Contexto dentro de la titulación:</b>
Esta asignatura se enmarca al final del primer ciclo de la titulación de Ingeniero Químico. Es una asignatura de carácter práctico donde se abordan de forma empírica conceptos y métodos de cálculo aprendidos en asignaturas teóricas del primer y segundo curso de Ingeniero Químico, garantizando así una mayor asimilación por parte del alumno. Por otra parte, implican una profundización en el temario de operaciones básicas y métodos de cálculo y diseño que no pueden tratarse de forma tan rigurosa y aplicada en las clases teóricas.
<b>2.3. Recomendaciones:</b>
Este laboratorio recoge prácticas de asignaturas teóricas ya cursadas, donde deben emplearse y aplicarse conocimientos y habilidades adquiridos en Operaciones Básicas I y Mecánica de Fluidos y Transmisión de calor, que se imparten en 2º curso de la titulación. En este sentido, y para un buen aprovechamiento de la asignatura, es recomendable que el alumno matriculado en este laboratorio haya cursado anteriormente estas asignaturas. Asimismo, es muy conveniente saber estar en el laboratorio guardando las medidas de seguridad pertinentes y manteniendo una actitud profesional en todo momento.

### 3. Competencias a adquirir por los estudiantes.

#### 3.1. Competencias transversales o genéricas.

##### 3.1.1. Competencias instrumentales:

<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de análisis y síntesis.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de organización y planificación.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de una lengua extranjera.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de gestión de la información.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Resolución de problemas.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Toma de decisiones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de informática en el ámbito de estudio.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

##### 3.1.2. Competencias personales:

<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en equipo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un contexto internacional.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidades en las relaciones interpersonales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Razonamiento crítico.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Compromiso ético.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

##### 3.1.3. Competencias sistémicas:

<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Aprendizaje autónomo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Adaptación a nuevas situaciones.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> Bajo	Habilidad para trabajar de forma autónoma.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Creatividad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Liderazgo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Iniciativa y espíritu emprendedor.
<input checked="" type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Motivación por la calidad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Sensibilidad hacia temas medioambientales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

#### 3.2. Competencias específicas.

##### 3.2.1. Competencias cognitivas (saber):

Analizar sistemas utilizando balances de materia y energía  
Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química e ingeniería  
Comparar y seleccionar alternativas técnicas  
Realizar estudios bibliográficos y sintetizar resultados

##### 3.2.2. Competencias procedimentales e instrumentales (saber hacer):

Calcular  
Operar  
Evaluar

##### 3.2.2. Competencias actitudinales (ser):

Iniciativa  
Mentalidad creativa  
Cooperación

4. Objetivos:
<p>En líneas generales, varios son los objetivos que se buscan con estas prácticas: por una parte se pretende que el alumno observe en la realidad aquellos fenómenos que ha estudiado en teoría y aplique los conceptos y métodos de cálculo que ha aprendido. También, es interesante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarizar al alumno con los procedimientos de búsqueda bibliográfica de información y datos técnicos.</li> <li>• Diseñar, planificar y ejecutar experimentos de forma eficiente y rigurosa.</li> <li>• Interpretar y presentar informe de los resultados experimentales y extraer conclusiones de ellos.</li> </ul> <p>Trabajar en equipo de forma eficiente.</p>

5. Metodología (en horas de trabajo del estudiante):			
	Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre	
	Presenciales		
Clases de teoría	0,0	0,0	
Clases de problemas	0,0	0,0	
Clases prácticas	45,0	0,0	
Actividades académicas dirigidas	15,0	0,0	
	Exámenes		
	0,0	0,0	
	No presenciales		
Estudio de clases teóricas (factor de trabajo: 1,00)	0,0	0,0	
Estudio de clases de problemas y prácticas (factor de trabajo: 1,75)	78,7	0,0	
Preparación de actividades académicamente dirigidas y otras actividades	0,0	0,0	
<b>Total:</b>	<b>138,7</b>	<b>0,0</b>	
<b>Trabajo total del estudiante: 140,9 horas.</b>			
<b>Horas presenciales:</b>	<b>60,0</b>	<b>Horas no presenciales:</b>	<b>78,7</b>
		<b>Exámenes:</b>	<b>0,0</b>

6. Técnicas docentes.	
6.1. Técnicas docentes utilizadas:	
<input type="checkbox"/> Sesiones académicas de teoría <input type="checkbox"/> Sesiones académicas de problemas <input checked="" type="checkbox"/> Sesiones prácticas en laboratorio <input type="checkbox"/> Seminarios, exposiciones y debates <input checked="" type="checkbox"/> Trabajo en grupos reducidos <input checked="" type="checkbox"/> Resolución y entrega de problemas/prácticas <input checked="" type="checkbox"/> Realización de pruebas parciales evaluables <input type="checkbox"/> Otras: Especificar <input type="checkbox"/> Otras: Especificar	
6.2. Desarrollo y justificación:	
<p>Se pretende que el alumno recopile, analice y utilice información bibliográfica y datos técnicos sobre el caso práctico a realizar, para que diseñe, planificar y ejecutar la experimentación de forma eficiente y rigurosa. Deberá decidir de forma profesional y responsable sobre su mejor solución, empleando para ello las herramientas teóricas aprendidas en otras asignaturas y bibliografía utilizada así como la evidencia experimental recogida en el laboratorio.</p> <p>Los alumnos desarrollarán la asignatura en grupos de trabajo de dos personas. Al inicio de la práctica a cada grupo se le entregará un breve guión orientador de la misma, donde se recoge una descripción del dispositivo experimental, el problema experimental a resolver por el alumno y la bibliografía recomendada. Tras un período de consulta de dicha bibliografía, cada grupo debe planificar con antelación el montaje del dispositivo experimental, las variables a estudiar, los métodos de cálculo a utilizar y los experimentos que</p>	

han de efectuar, con el fin de obtener la información necesaria para lograr los objetivos planteados en el caso práctico.

Destacar la necesidad no sólo de que los alumnos adquieran la capacidad crítica de análisis y discusión de los resultados obtenidos, sino que comprendan la necesidad e importancia de la fiabilidad de los resultados numéricos. Todo ello sin olvidar fomentar actitudes de limpieza, pulcritud y orden tan necesarias para el desarrollo profesional de cualquier trabajo experimental.

## 7. Bloques temáticos:

BLOQUE I: MECÁNICA DE PARTÍCULAS SÓLIDAS

BLOQUE II. SEPARACIONES POR MEMBRANAS

BLOQUE III. SEPARACIONES BASADAS EN EL FLUJO DE FLUIDOS

## 8. Temario desarrollado:

BLOQUE I: MECÁNICA DE PARTÍCULAS SÓLIDAS

### PRÁCTICA 1. MOLIENDA Y TAMIZADO

Utilizando un molino de bolas, se estudiará el efecto del número, tamaño y material de las bolas y del tiempo de operación sobre la molienda. Se analizará la influencia de estas variables de operación sobre las curvas de distribución de tamaños de partículas obtenidas mediante tamizado.

### PRÁCTICA 2. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FRICCIÓN DURANTE LA CAÍDA DE UNA ESFERA EN UN FLUIDO.

El objeto de esta práctica es evaluar el factor de rozamiento durante la caída de una partícula esférica en el seno de un fluido mediante la aplicación de un balance de fuerzas, considerando que se ha alcanzado la velocidad terminal de caída. Para ello se dispone una serie de tubos, de suficiente longitud, llenos de diferentes fluidos con distintas densidades y viscosidades. Se lanzan esferas de distinto material y tamaño y se miden los tiempos que tardan en atravesar una longitud de tubo determinado. Midiendo experimentalmente las variables geométricas de las partículas y las propiedades de los fluidos, el alumno debe construir la gráfica del factor de rozamiento frente al número de Reynolds modificado y comprobar que los valores obtenidos se corresponden con las correlaciones propuestas en la bibliografía.

### PRÁCTICA 3. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FRICCIÓN EN LA CIRCULACIÓN DE UN FLUIDO POR UN LECHO FIJO

Previa determinación experimental de las propiedades geométricas del relleno, se hace circular un fluido a través de un lecho fijo midiéndose el caudal y las pérdidas de presión. El alumno deberá representar el factor de fricción frente al número de Reynolds modificado y correlacionar los valores experimentales obtenidos con las ecuaciones disponibles en la bibliografía.

### PRÁCTICA 4. FLUIDIZACIÓN

Mediante observación directa se determinarán las velocidades límite de fluidización, la altura y la pérdida de carga de un lecho de partículas de vidrio en función del caudal de agua. El lecho estará constituido por partículas esféricas de diferentes diámetros, así como por partículas con otras geometrías. Se compararán los valores experimentales con los predichos por las ecuaciones teóricas.

### PRÁCTICA 5. DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE ESPECÍFICA DE UN RELLENO.

Mediante la circulación de una mezcla glicerina/agua a través de un lecho vertical y medida del caudal y pérdidas de presión, se puede evaluar la superficie específica del relleno en régimen laminar a través de la ecuación de Kozeny. La mezcla glicerina/agua debe proporcionar la suficiente viscosidad para conseguir régimen laminar a caudales no excesivamente bajos.

BLOQUE II. SEPARACIONES POR MEMBRANAS

### PRÁCTICA 6. ÓSMOSIS INVERSA

Las membranas se caracterizan por dos parámetros fundamentales, permeabilidad y rechazo. Los parámetros de operación son la presión de operación y la recuperación. La práctica consistirá en la determinación de la permeabilidad o flujo normalizado de la membrana, midiendo el flujo permeado con una alimentación de agua destilada a una presión de trabajo y calculando el coeficiente de rechazo y permeabilidad al soluto cuando se trabaja con disoluciones de agua salobre a diferentes

presiones. Una vez caracterizados los cartuchos de los que se dispone se realizarán diversos montajes en serie, en paralelo y mixto. Finalmente, mediante los correspondientes balances de materia, se calcularán la recuperación de cada instalación y la calidad del agua obtenida en cada caso.

### BLOQUE III. SEPARACIONES BASADAS EN EL FLUJO DE FLUIDOS

#### PRÁCTICA 7. FILTRACIÓN

En un filtro de laboratorio que opera a diferencias de presión constantes se estudiará para distintas áreas de filtración, el volumen de filtrado obtenido en función del tiempo. Se calcularán las constantes de la correspondiente ecuación de filtración y se establecerán las relaciones existentes entre la resistencia específica media de la torta o la

resistencia del medio filtrante y la diferencia de presión establecida en cada experiencia. Se emplearán suspensiones con las que se puedan obtener tortas compresibles e incompresibles.

Para esta práctica, se dispone de tres tipos de filtros, que permiten estudiar diferentes aspectos de la operación de filtración:

- ✓ Filtro a presión: Permite estudiar la compresibilidad de la torta, realizando experimentos a diferentes presiones.
- ✓ Filtro a vacío: Se centrará en el estudio de la influencia del área de filtración. También se puede estudiar la compresibilidad de la torta.
- ✓ Filtro prensa: A escala planta piloto, permite estudiar el efecto del área de filtración, así como el tiempo óptimo de operación.

#### PRÁCTICA 8. SEDIMENTACIÓN

A partir de los datos de sedimentación de laboratorio para carbonato cálcico en agua, obtenidos en un sistema discontinuo, se calculará la altura y el área de un espesador a gran escala, destinado a trabajar con el mismo tipo de suspensión, para diferentes exigencias de clarificación o espesamiento. Se estudiará la influencia de la concentración de la alimentación y la adición de sustancias floculantes sobre los parámetros de diseño.

## 9. Bibliografía.

### 9.1. Bibliografía general:

INGENIERÍA QUÍMICA, VOL. 2. OPERACIONES BÁSICAS  
Coulson, J.M. y Richardson, J.F  
Reverté, Barcelona, 1988

CHEMICAL ENGINEERING, VOL. 2. PARTICLE TECHNOLOGY AND SEPARATION PROCESSES  
Coulson, J.M. and Richardson  
Reverté, Barcelona, 1991

SOLID-LIQUID SEPARATION  
Svarovsky (ed.)  
Butteworhts, London, 1990

PERRY MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO  
Perry R.H., Green D.W., Maloney J.O  
McGraw-Hill, México. 1992

OPERACIONES BÁSICAS DE INGENIERÍA QUÍMICA  
Mc Cabe, Smith, Harriot,  
Mc Graw-Hill, Madrid, 1991

UNIT OPERATIONS  
Brown  
Wiley & Sons., New York, 1950

INGENIERÍA QUÍMICA, VOL. 3. FLUJO DE FLUIDOS  
Costa Novella  
Alhambra Universidad, Madrid, 1984

BASIC PRINCIPLES OF MEMBRANE TECHNOLOGY.  
Mulder, M.  
Kluwer, Dordrecht, 1996.

### 9.2. Bibliografía específica:

## 10. Técnicas de evaluación.

### 10.1. Técnicas de evaluación utilizadas:

- Examen teórico-práctico
- Trabajos desarrollados durante el curso
- Participación activa en las sesiones académicas
- Controles periódicos de adquisición de conocimientos
- Examen práctico en aula de informática
- Otras: Especificar
- Otras: Especificar

### 10.2. Criterios de evaluación y calificación:

Se propone que la evaluación del alumno sea el resultado de los siguientes apartados:

- Informe de prácticas: Con este informe se evaluará el trabajo realizado por el grupo en el tratamiento y gestión de la bibliografía utilizada, en el diseño, planificación y ejecución de la experimentación y, por último, se evaluarán los resultados obtenidos, discusión de los mismos y conclusiones alcanzadas. Constituirá un 30% de la nota final.
- Prueba final escrita: Se trata de un examen escrito donde cada alumno debe contestar a una serie de cuestiones sobre aspectos teóricos y prácticos relacionados con las prácticas realizadas. Corresponderá al 50% de la calificación final.
- Actitud y participación: Este apartado refleja la participación activa del alumno en el planteamiento, diseño, planificación y desarrollo de la práctica y su actitud profesional en cuanto normas de seguridad, tratamiento de residuos, etc. Esta nota es el resultado de una evaluación continua del

mismo durante la realización de la práctica. Corresponderá a un 20% de la nota final.

Se considerará aprobada la asignatura cuando se obtenga una puntuación igual o superior a 5 sobre un total de 10 puntos.



**11. Organización docente semanal (en horas presenciales del alumno)****11.1. Primer cuatrimestre:**

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
7ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	0,0	0,0	20,0		5,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	20,0		5,0	0,0	
11ª	0,0	0,0	5,0		5,0	0,0	
12ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Periodo de exámenes						0,0	
<b>Totales</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>45,0</b>		<b>15,0</b>	<b>0,0</b>	

**11.2. Segundo cuatrimestre:**

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
7ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
11ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
12ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Periodo de exámenes						0,0	
<b>Totales</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	

**12. Mecanismos de control y seguimiento:**

- ✓ Tutorías individualizadas por grupo.
- ✓ Encuestas a los alumnos.

- ✓ Reuniones con los profesores de las asignaturas del tercer curso de Ingeniero Químico durante y al finalizar el primer cuatrimestre, al objeto de analizar y evaluar el desarrollo del proceso enseñanza/aprendizaje.
- ✓ Teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas, se propondrán acciones concretas de mejora para el próximo curso