



# GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

## Facultad de Ciencia y Tecnología

### Guía de 3º Curso del Estudiante

#### Tabla de Contenidos

<b>INFORMACIÓN DEL GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA.....</b>	<b>2</b>
PRESENTACIÓN .....	2
COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN.....	2
ESTRUCTURA DE LOS ESTUDIOS DE GRADO .....	3
LAS ASIGNATURAS DE TERCER CURSO EN EL CONTEXTO DEL GRADO .....	5
TIPOS DE ACTIVIDADES A REALIZAR .....	7
PLAN DE ACCIÓN TUTORIAL .....	8

---

## Información del Grado en INGENIERÍA QUÍMICA

---

### ***Presentación***

---

Bienvenido al 3º Curso del Grado de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco. Con la formación en conocimientos básicos alcanzada el curso anterior, en este curso se introducen materias tecnológicas básicas más específicas de la Ingeniería Química, donde se comienza a abordar el estudio de todos aquellos sistemas en los que las sustancias experimentan una modificación en su composición, contenido energético o estado físico.

Ahora es el momento adecuado para informarse de los programas de intercambio que deberá solicitar el próximo año académico si desea finalizar el Grado con alguna estancia en el extranjero cursando parte de los estudios de último curso y/o Trabajo Final de Grado. La información que necesita sobre los programas de intercambio académico, y también de prácticas en empresas y formación complementaria, se lleva a cabo a través del Servicio de Asesoramiento del Estudiante de Ciencia y Tecnología (SAECYT), que se encarga de la gestión de los trámites administrativos (en el caso de las prácticas externas utilizando el sistema informático PraktiGes de la UPV-EHU).

Este próximo curso 2015-2016 las asignaturas Diseño de Reactores, Transferencia de Materia y Procesos de Separación también se ofertarán en inglés además de en euskera y castellano.

### ***Competencias de la Titulación***

---

El Grado en Ingeniería Química debe formar profesionales que conozcan el diseño de Procesos y Productos, incluyendo la concepción, cálculo, construcción, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones donde se efectúen Procesos en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la Industria Química y de otros sectores relacionados como el Farmacéutico, Biotecnológico, Alimentario o Medioambiental.

Con esta formación podrá desempeñar puestos en la Industria Manufacturera, en empresas de Diseño y Consultoría, en tareas de Asesoría Técnica, Legal o Comercial, en la Administración y en la Enseñanza en los niveles secundario y universitario, así como el ejercicio libre de la profesión y la elaboración de dictámenes y peritaciones.

## Estructura de los Estudios de Grado

El plan de estudios está orientado hacia objetivos concretos relacionados con la adquisición de las competencias que se han considerado esenciales para tu graduación en Ingeniería Química. La secuenciación de las materias y de las asignaturas está planteada para que el estudiante pueda ir alcanzando, de forma escalonada la formación en Ingeniería Química. Los contenidos formativos están diseñados con un número de créditos necesarios para alcanzar las competencias y, al mismo tiempo, adecuados para que el esfuerzo requerido sea factible para la mayoría de los/as estudiantes.

**Tabla 1. Estructura de los estudios y organización de las enseñanzas.**

<i><b>Tipo</b></i>	<i><b>Curso 1º</b></i>	<i><b>Curso 2º</b></i>	<i><b>Curso 3º</b></i>	<i><b>Curso 4º</b></i>	<i><b>TOTAL</b></i>
<b>Materias básicas de rama ingenieril</b>	48	27			75
<b>Obligatorios</b>	12	33	60	19,5	124,5
<b>Prácticas Externas</b>				12	12
<b>Trabajo Fin Grado</b>				10,5	10,5
<b>Optativos</b>				18	18
<b>Total</b>	60	60	60	60	240

### Módulo 1. FORMACIÓN BÁSICA (75 créditos)

Integrado principalmente por las materias básicas de la Ingeniería Química, con el objetivo de que el/la estudiante adquiera capacidad de identificación, formulación y resolución de problemas propios de estas áreas, así como dotar al estudiante de la capacidad para comprender y aplicar, en el campo de la Ingeniería Química, los fundamentos científicos y tecnológicos de la química, matemáticas, estadística, física, informática, expresión gráfica y administración de empresa.

## **Módulo 2. COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL (61,5 créditos)**

Integrado por materias comunes de la rama industrial, en el que se pretende que el/la estudiante adquiera la capacidad para el diseño y modelización de sistemas dinámicos, operaciones y procesos, en el ámbito de la Ingeniería Química, así como dotar al estudiante de la capacidad para comprender y aplicar en el campo de la Ingeniería Química los fundamentos científicos y tecnológicos de química, materiales, electrotecnia y electrónica, automática y control, energía y mecánica de fluidos, medioambiente, diseño mecánico y proyectos de ingeniería.

## **Módulo 3. TECNOLOGÍA ESPECÍFICA: INGENIERÍA QUÍMICA (63 créditos)**

Integrado por materias específicas, en el que se pretende que el/la estudiante adquiera capacidad para aplicar criterios de calidad y procedimientos de mejora continua en los sistemas productivos, tecnológicos y de servicios que ofrece la Ingeniería Química a la Industria Química y a otros sectores industriales relacionados. Se persigue dotar al estudiante de la capacidad para comprender y aplicar, en el campo de la Ingeniería Química, los fundamentos científicos y tecnológicos de las bases de la ingeniería química, transferencia de materia y operaciones de separación, cinética y reactores químicos, biotecnología, ingeniería de procesos y producto.

## **Módulo 4. INTENSIFICACIÓN (18 créditos)**

Integrado por 8 asignaturas optativas cuyo objetivo es la intensificación en el conocimiento y aplicación de materias de la Ingeniería Química y la proyección del conocimiento y capacidades adquiridas previamente por los/as alumnos/as hacia sectores industriales de actualidad, que son de interés estratégico, desde las perspectivas económica y social. Así, deberás cursar 4 asignaturas, de las 8, en las que podrás adquirir capacidades de interés en los sectores industriales del petróleo y petroquímica, de energías renovables, ecoindustria e industria asociada al medio ambiente y a la microbiología y biotecnología, integrando la filosofía de la seguridad y las acciones de minimización de riesgos con el resto de capacidades.

## **Módulo 5. PRÁCTICAS EXTERNAS (12 créditos)**

Las prácticas externas proporcionan una visión aplicada de los conocimientos y un contacto directo con la industria. Se establecen 12 créditos de prácticas externas obligatorias que se realizarán en empresas o centros públicos con una duración de 300 horas de presencia del estudiante. La UPV/EHU tiene establecidos convenios con un importante número de empresas que se comprometen a incorporar estudiantes para la realización de prácticas, entre las que se incluyen algunas de las más representativas de los sectores industriales en los que presta servicio la Ingeniería Química.

## Módulo 6. TRABAJO FIN DE GRADO (10,5 créditos)

El Trabajo Fin de Grado es el ejercicio final previo a la graduación, en el que el/la alumno/a realiza una síntesis de todas las competencias adquiridas a lo largo de la carrera, en todas y cada una de las asignaturas.

### *Las Asignaturas de Tercer Curso en el Contexto del Grado*

Las asignaturas que desarrollará en tercer curso son las mostradas en la Tabla 2. Como puede observar, se corresponden con las del módulo de formación básica, el módulo a la rama Industrial y las específicas de Ingeniería Química. Las asignaturas Diseño de Reactores, Transferencia de Materia y Procesos de Separación también se ofertan en inglés además de en euskera y castellano.

**Tabla 2. Distribución de créditos de las asignaturas de tercer curso de G.I.Q.**

MÓDULO	Tipo	Asignatura	Semestre	Créditos
Tecnología Específica: Ingeniería Química	Obligatoria	Experimentación en Ingeniería Química II	1-2	9
Tecnología Específica: Ingeniería Química	Obligatoria	Ingeniería de Procesos y Producto	1-2	9
Tecnología Específica: Ingeniería Química	Obligatoria	Transferencia de Materia	1	6
Tecnología Específica: Ingeniería Química	Obligatoria	Diseño de Reactores	1	6
Común a la Rama Industrial	Obligatoria	Principios de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	1	6
Común a la Rama Industrial	Obligatoria	Resistencia de Materiales	1	6
Tecnología Específica: Ingeniería Química	Obligatoria	Procesos de Separación	2	6
Común a la Rama Industrial	Obligatoria	Instrumentación y Control de Procesos Químicos	2	6
Común a la Rama Industrial	Obligatoria	Ingeniería de Materiales	2	6

Un breve contenido de cada una de las asignaturas se ha reflejado en la Tabla 3.

**Tabla 3. Resumen de los contenidos de las asignaturas de tercer curso de G.I.Q.**

<b>Asignatura</b>	<b><i>Resumen del contenido de las asignaturas</i></b>
Experimentación en Ingeniería Química II	<p>Prerrequisitos: Para matricularse de esta asignatura los alumnos deberán haberse matriculado, al menos una vez, de las siguientes asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transferencia de materia</li> <li>- Operaciones de separación</li> <li>- Instrumentación y control de procesos químicos</li> </ul> <p>Desarrollos prácticos en el laboratorio asociados a las asignaturas de tercer curso de ingeniería química. Diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada sobre transferencia de materia, operaciones de separación, reactores químicos y control de procesos. Aplicación de los resultados experimentales para realizar diseños de instalaciones de procesos.</p>
Ingeniería de Procesos y Producto	Análisis y síntesis de procesos. Simulación de procesos. Métodos algorítmicos de síntesis de procesos. El desarrollo de producto en la industria química. La industria química. Análisis estructural. Materias primas y productos. Ejemplos significativos de procesos químicos industriales.
Transferencia de Materia	Mecanismos de transferencia y equilibrio. Termodinámica de los procesos de separación. Transferencia de materia. Procesos de etapa única. Procesos de etapa múltiple. Equipos.
Diseño de Reactores	Análisis y diseño de reactores ideales homogéneos. Optimización de las condiciones de proceso. Flujo real y su consideración en el diseño. Análisis y diseño simplificado de reactores heterogéneos. Seguridad. Contribución a la sostenibilidad.
Principios de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	Introducción a los conceptos, métodos y dispositivos relativos a las ingenierías eléctrica y electrónica que constituyen los conocimientos básicos de estas materias que son de utilidad para un ingeniero químico. En relación con la ingeniería eléctrica, se introducen los aspectos básicos de transformadores y su relación con los sistemas de distribución eléctrica; de motores, tanto de corriente alterna como continua; y de los sistemas de conversión de energía eléctrica alterna en continua y viceversa. Los principios de electrónica se desglosan en dispositivos y componentes electrónicos, diodos, transistores, etc.; circuitos electrónicos, con énfasis en la medida e instrumentación; y sistemas de comunicación entre instrumentos.
Resistencia de Materiales	Fundamentos. Estructura de materiales. Propiedades mecánicas. Esfuerzos y deformaciones en vigas. Torsión. Flexión. Esfuerzos en recipientes de pared delgada. Ensayos estáticos y dinámicos. Normas.

Procesos de Separación	Características generales de las operaciones de separación. Desarrollo de las operaciones de separación más importantes: absorción y desorción, destilación binaria, extracción, secado, cristalización, adsorción, intercambio iónico, cromatografía, separaciones de membranas.
Instrumentación y Control de Procesos Químicos	Elementos de medida en la industria química. Dinámica de sistemas lineales en lazo abierto. Control con realimentación. Estabilidad en lazo cerrado. Sintonía de controladores. Control en cascada. Control en lazo directo. Control multivariable.
Ingeniería de Materiales	Difusión en sólidos. Diagramas de fases. Materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, y compuestos. Materiales funcionales. Preparación y procesado. Criterio de selección.

Las Fichas de las asignaturas con la información completa se muestran en el Anexo I de la guía. Esta información está disponible en la intranet del grado de Ingeniería Química:

<https://zabaldu.ehu.es/web/ceg-ingenieria-quimica>

y podrá ser actualizada durante el curso.

### ***Tipos de Actividades a Realizar***

En la intranet del grado de Ingeniería Química podrá encontrar el calendario actualizado de actividades a desarrollar a lo largo del curso. Además en las Tablas 4a y 4b se resume la distribución docente en horas presenciales en función del tipo de actividad.

**Tabla 4a. Distribución docente (en horas presenciales) en el primer semestre.**

Asignatura	Magistral	Prácticas de aula	Prácticas de ordenador	Seminario	Prácticas de laboratorio
Experimentación en Ingeniería Química II		4		8	24
Ingeniería de Procesos y Producto	25	9	5	6	
Transferencia de Materia	35	15	5	5	
Diseño de Reactores	25	20		9	6
Principios de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	30	10	5	5	10
Resistencia de Materiales	25	20		15	
Total	140	78	15	48	40

**Tabla 4b. Distribución docente (en horas presenciales) en el segundo semestre.**

Asignatura	Magistral	Prácticas de aula	Prácticas de ordenador	Seminario	Prácticas de laboratorio
Experimentación en Ingeniería Química II		8		16	30
Ingeniería de Procesos y Producto	25	9	5	6	
Procesos de Separación	35	15	5	5	
Instrumentación y Control de Procesos Químicos	28	22	6	4	
Ingeniería de Materiales	40	5		15	
Total	128	59	16	46	30

### ***Plan de Acción Tutorial***

Siguiendo las actuaciones del Plan de Acción Tutorial, durante el primer mes (septiembre) debéis concertar una entrevista con vuestro Tutor, asignado en el primer curso del Grado. El objetivo es ofrecer una orientación en cuestiones relacionadas con el ámbito académico y profesional y realizar un seguimiento de los progresos en el aprendizaje y la adquisición de competencias transversales. El seguimiento/valoración está basado en una serie de entrevistas periódicas entre el alumno y el Tutor.

Las materias que requieran una calificación en estas competencias, serán también valoradas por el Tutor.



## ANEXO I

GUÍA DOCENTE		2015/16	
Centro	310 - Facultad de Ciencia y Tecnología	Ciclo	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química	Curso	3er curso
ASIGNATURA			
26735 - Transferencia de Materia			Créditos ECTS : 6
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA			
Higidura kantitatea eta energiaren transmisioarekin batera, materia transferentziak prozesu kimikoetan gerta daitezken hiru garraio fenomenoen deskribapena osatzen du, zeinek Ingeniaritza Kimikoaren oinarririk garrantzitsuenetariko bat dira.			
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
CM01 - Analizar, utilizando balances de materia y energía, instalaciones, equipos o procesos en los que la materia experimente cambios de morfología, composición, estado, energía o reactividad. CM03 - Analizar, modelizar y calcular operaciones de separación en base a los principios de termodinámica aplicada y transferencia de materia. CM09 - Cotejar modelos teóricos y resultados de simulación con resultados reales obtenidos en unidades de laboratorio y planta piloto. CM11 - Manejar con destreza las tecnologías de la información y comunicación aplicadas al aprendizaje, las fuentes de información y las bases de datos específicas de la Ingeniería Química, así como herramientas ofimáticas de apoyo a presentaciones orales. CM12 - Comunicar y transmitir, eficazmente por escrito y básicamente de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos, en un entorno pluridisciplinar y multilingüe. CM13 - Organizar y planificar actividades, en grupos de trabajo, con reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad, razonamiento crítico y espíritu constructivo, iniciándose en el liderazgo de grupos. CM14 - Desarrollo del liderazgo de grupos de trabajo, con asignación de tareas, estableciendo estructuras con reconocimiento de la diversidad del grupo. CM15 - Resolver problemas de las materias correspondientes a la Ingeniería Química, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente, sostenibilidad, criterio ético y fomento de la paz.			
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS			
1.- Introducción. Introducción. Mecanismos de transferencia de materia. Concentración: definiciones y unidades. Transferencia de materia entre fases: equilibrio y transferencia; requisitos para la transferencia de materia; contacto continuo y contacto intermitente entre las fases. 2.- Termodinámica de los procesos de separación. Introducción. Balances de Energía, Entropía y Exergía en procesos de separación. Equilibrio de fases. Modelos ideales de gas y líquido. Modelos de propiedades termodinámicas no ideales: Ecuaciones de estado, Ecuaciones de correlación de coeficiente de actividad. Selección del modelo apropiado. Mezclas binarias. Mezclas multicomponentes: temperatura de burbuja, temperatura de rocío. Destilación flash. 3.- Difusión molecular en fluidos. Introducción. Difusión molecular en estado estacionario. Coeficientes de difusión. Difusión molecular en flujo laminar. Difusión molecular en flujo turbulento. Difusión molecular en gases. Difusión molecular en líquidos. Aplicaciones de la difusión molecular. 4.- Coeficientes de transferencia de materia. Introducción. Coeficientes de transferencia de materia en flujo laminar. Coeficientes de transferencia de materia en flujo turbulento. Modelos para la transferencia de materia en interfase. 5.- Procesos de etapa única. Introducción. Criterios de equilibrio. Condiciones de equilibrio. Regla de las fases de Gibbs y grados de libertad. Sistemas binarios vapor-líquido (absorción, destilación). Sistemas ternarios líquido-líquido (extracción con disolventes).Sistemas sólido-líquido (lixiviación, cristalización y adsorción). Sistemas gas-sólido (adsorción). Introducción a los sistemas multifásicos. 6. Procesos de etapa multiple. Introducción. Cascadas de etapas de contacto: configuración en corrientes paralelas, corrientes cruzadas y contracorriente. Cascadas de etapas de contacto específicas: cascadas sólido-líquido, cascadas de extracción líquido-líquido, cascadas multicomponente vapor-líquido, cascadas de membranas. Sistemas híbridos. Métodos de cálculo generales: método de cálculo aproximado general; métodos de cálculo riguroso y simplificado general. 7. Equipamiento para los procesos de transferencia de materia. Introducción. Características generales del equipamiento utilizado en transferencia de materia. Eficacia y capacidad de etapa. Tanque agitado-separador. Columnas de platos. Columnas de relleno. Otros equipos utilizados en operaciones de transferencia de materia.			
METODOLOGÍA			
Eskola orduetan teoria aurkeztu eta gero adibide praktikoak lantzen dira, zailtasuna handituz. Kalkuluen konplexutasuna kontuan hartuta ariketak kalkulu orrietan ebazten dira, ordenagailuaren erabilera gomendatuta dagoelarik.			
TIPOS DE DOCENCIA			

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	52	8	22		8				

**Leyenda:** M: Maistral S: Seminario GA: P. de Aula GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador  
GCL: P. Clínicas TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 15%
- Exposición de trabajos, lecturas... 5%
- IRAKASGAIAREN JARRAIPENA ETA PARTE HARTZEA (FOROA) 5%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA O EXAMEN: 50 - 60 % DEL TOTAL
- RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS: 10 - 15 % DEL TOTAL
- REALIZACIÓN DE TRABAJOS E INFORMES ESCRITOS: 10 - 15 % DEL TOTAL
- PRÁCTICAS DE ORDENADOR (EXAMEN, INFORME, ASISTENCIA, ETC.): 5 - 10 % DEL TOTAL
- EXPOSICIÓN ORAL (TRABAJOS, INFORMES, PROBLEMAS Y CASOS, ETC.): 5 - 10 % DEL TOTAL
- INFORMES DE TUTORES DEL ESTUDIANTE: 5 % DEL TOTAL

- EN LA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA LA EVALUACIÓN SE REALIZARÁ EXCLUSIVAMENTE MEDIANTE UN EXAMEN FINAL

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- AZTERKETA: Teoria + ariketak. Teoria test moduko proba, ariketak ordenagailuaren bidez ebatziko dira (LO Calc edo MS Excel) %100

### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

aula virtual moodle

### BIBLIOGRAFIA

#### Bibliografía básica

Costa, E., y cols. "Ingeniería Química. 5. Transferencia de materia". Ed. Alhambra,. Madrid (1986).  
Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (10979-84).  
Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (2006).  
Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1980).

#### Bibliografía de profundización

Kirk-Othermer Encyclopedia of Chemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).  
Reid, R.C. y cols. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

#### Revistas

International Journal of Heat and Mass Transfer, ISSN- 0947-7411. editado por Elsevier.

#### Direcciones de internet de interés

[www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html](http://www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html)

<http://webbook.nist.gov/chemistry/>

### OBSERVACIONES

<div> <div>GUÍA DOCENTE</div> <div>2015/16</div> </div>	
<div> <div>Centro</div> <div>310 - Facultad de Ciencia y Tecnología</div> </div>	<div> <div>Ciclo</div> <div>Indiferente</div> </div>
<div> <div>Plan</div> <div>GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química</div> </div>	<div> <div>Curso</div> <div>3er curso</div> </div>
<div>ASIGNATURA</div>	
<div>26736 - Diseño de Reactores</div>	<div> <div>Créditos ECTS :</div> <div>6</div> </div>
<div>DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Se establecen los fundamentos necesarios para el diseño cuantitativo de los reactores químicos y bioquímicos, tanto discontinuos como continuos, y la metodología para este diseño, mediante la utilización de la cinética de la reacción y los balances de materia y de energía. De esta forma el alumno podrá seleccionar el tipo reactor adecuado para un sistema de reacción determinado, y establecer las dimensiones del reactor y las condiciones de operación óptimas.</p> <p>Si bien los conceptos y metodología fundamentales de la asignatura se desarrollan con modelos de flujo ideal, se explicará también el diseño considerando el flujo real y los fundamentos y características de los reactores heterogéneos, con especial énfasis en los reactores bioquímicos, con enzimas y microorganismos.</p> <p>La asignatura, es eminentemente práctica, con objeto de que el alumno aprenda a diseñar, lo que requiere una actitud participativa del alumno, que para progresar en el aprendizaje, en lugar de memorizar ha de resolver cuestiones y problemas.</p> <p>El aprendizaje exige engarzar los conocimientos de diferentes materias de la asignatura, lo que exige seguimiento y participación del alumno continuados.</p> <p>Se aplican conocimientos básicos de Matemáticas, Física y Química, así como otros más avanzados de Termodinámica y Cinética, Mecánica de Fluidos, Transmisión de Calor y Transferencia de Materia.</p>	
<div>COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Específicas: Descripción median ecuaciones de los fenómenos químicos y bioquímicos que ocurren en el reactor. Análisis y diseño de reactores ideales homogéneos. Optimización de las condiciones de proceso, con consideraciones de producción y económicas. Cuantificación del flujo real y su consideración en el diseño. Análisis y diseño simplificado de reactores heterogéneos y para procesos bio-tecnológicos, con microorganismos y con enzimas. Consideración de la seguridad y medio ambiente. Contribución a la sostenibilidad.</p> <p>Transversales: Manejar las fuentes de información y bases de datos, así como herramientas ofimáticas. Comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos. Planificar actividades en grupo, potenciando la diversidad, razonamiento crítico e innovación. Desarrollar el liderazgo y el reparto de tareas. Resolver problemas científicos y tecnológicos, con criterios de calidad, respeto al medio ambiente y sostenibilidad. Proyectar los conocimientos hacia la industria.</p>	
<div>CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS</div>	
<p>INTRODUCCION. Fundamentos del diseño de reactores. Evolución histórica. Desarrollo de reactores. Reactores homogéneos y heterogéneos. Aspectos a considerar en el diseño. Herramientas y etapas en el diseño: modelos microcinéticos, de flujo y macrocinéticos. Estado actual del tema y perspectivas.</p> <p>REACTOR DISCONTINUO. Utilización en la obtención de la ecuación cinética: métodos integral y diferencial. Reactores de volumen constante y de volumen variable. Ecuaciones de diseño en régimen isoterma. Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Criterios de optimización. Reactores semicontinuos.</p> <p>REACTOR CONTINUO TUBULAR. El tiempo espacial. Flujo ideal de pistón. Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Recirculación.</p> <p>REACTOR DE MEZCLA PERFECTA. Concepto de mezcla perfecta. Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Comparación con el reactor tubular ideal. Combinación de reactores: diseño analítico y gráfico de una batería. Comparación con reactores aislados.</p> <p>DISEÑO OPTIMO PARA REACCIONES SENCILLAS. Selección del reactor y diseño para reacciones sencillas. Comparación de reactores ideales. Optimización de las condiciones de proceso.</p> <p>DISEÑO OPTIMO PARA REACCIONES COMPLEJAS. Selección del reactor y diseño para reacciones complejas. Rendimiento y selectividad. Comparación de reactores para reacciones en serie y en paralelo. Diseño óptimo a partir del estudio de la selectividad.</p> <p>REGIMENES OPTIMOS DE TEMPERATURA. Efecto de la temperatura sobre el diseño en reacciones endotérmicas y exotérmicas. Perfil óptimo de temperatura en reactores tubulares. Aproximaciones prácticas en reactores industriales.</p>	

REACTORES CONTINUOS AUTOTERMICOS. Condiciones de operación estable en reactores de mezcla perfecta. Estabilidad y estados estacionarios. Efecto de las variables de proceso. Operación autotérmica en reactores tubulares.

CIRCULACION NO IDEAL EN REACTORES. Distribución del tiempo de residencia. Diseño para reacciones de primer orden y de otras cinéticas. Modelo de dispersión. Modelo de tanques en serie.

CONSIDERACIONES DE TRANSPORTE DE PROPIEDAD. Transferencia de materia y transmisión de calor. Coeficientes de transferencia de materia y de calor característicos. Consideraciones de diseño. Aumento de escala.

REACTORES DE CONTACTO GAS-SÓLIDO. Descripción y selección del reactor. Reactores catalíticos de lecho fijo: Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Reactores de lecho fluidizado y sus aplicaciones en reacciones catalíticas y no catalíticas. Modelos de diseño.

REACTORES DE CONTACTO G-L y G-L-S. Conceptos generales y modelos macrocinéticos. Tipos de reactor y criterios para la selección. Principales aplicaciones.

REACTORES BIOLOGICOS CON MICROORGANISMOS. Cinética. Modelos estructurados y no estructurados. Reactor discontinuo y continuo.

REACTORES BIOLOGICOS CON ENZIMAS. cinéticas. Inmovilización de enzimas. Reactores con enzimas inmovilizadas. Estrategias de reacción.

SEGURIDAD Y CONTRIBUCION A LA SOSTENIBILIDAD. Condiciones límite para la seguridad. Alternativas de diseño seguras. Condicionantes ambientales. Contribución del diseño de los reactores a la sostenibilidad. Innovaciones en el diseño.

METODOLOGÍA

Los seminarios serán para ampliar materias, resolver dudas y desarrollar inciativas del alumno.

Las prácticas de aula son clases participativas de problemas, con sinergia con las clases magistrales.

Las prácticas de laboratorio corresponden a los principios fundamentales de diseño de los reactores y a su flujo real.

Si bien los fundamentos son conceptuales y teóricos, el objetivo del aprendizaje es fundamentalmente práctico y aplicado.

Mediante los problemas y cuestiones se pretende que la asignatura de al alumno una formación finalista.

El alumno tiene la posibilidad de desarrollar su iniciativa personal en la resolución de los problemas, dentro de una metodología general, bien establecida internacionalmente.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	25	9	20	6					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	38	10	32	10					

Leyenda:

M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 30%
- Prueba tipo test 30%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación final será consecuencia del examen final (90%), evaluación de guiones de prácticas y trabajos complementarios (10%).

Se harán tres exámenes parciales voluntarios, para eliminar las materias correspondientes a cada tercio de la asignatura.

El examen final será obligado para quien no haya eliminado toda la materia por parciales, y el alumno se examinará de la materia no eliminada. Aquellos alumnos que habiendo eliminado quieran subir nota, podrán realizar el examen final,

cumplimentando los cuestionarios correspondientes a las materias en las que quieran mejorar.

**CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

El examen de la convocatoria extraordinaria consistirá en la respuesta a una pregunta teórica, varias cuestiones y un problema.

**MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Temas redactados por el profesor y explicados en el aula, y problemas trabajados en el aula y resueltos por el profesor.

**BIBLIOGRAFIA**

**Bibliografía básica**

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 2002.  
Fogler, S.H., Essential of Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, New Jersey, 2011.  
Cuevas-García, R., Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos, Reactores Intermitentes, PFR y CSTR, Editorial Académica Española, Madrid, 2013.  
Conesa,J.A., Diseño de Reactores Heterogéneos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2010  
Hill, Ch. G., An Introduction to Chemical Reaction Engineering, John Wiley, Nueva York, 1977.

**Bibliografía de profundización**

Butt, J.B., Reaction Kinetics and Reactor Design, 2nd Edition, Marcel Dekker Inc., Nueva York,-Basel, 2000.  
Coker, A.K., Kayode, C.A., Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design, Elsevier Inc., 2001.  
Froment, G.F., Bischoff, K.B., Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Ed, John Wiley, Nueva York, 1990.  
Jakobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heilderberg, Berlin, 2008.  
Rawlings, J.B., Ekerdt, J., Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill Publishing, Madison. Wisconsin, 2002.

**Revistas**

AIChE Journal  
Chemical Engineering Journal  
Chemical Engineering Science  
Industrial Engineering Chemistry Research  
Chemical Engineering Education

**Direcciones de internet de interés**

**OBSERVACIONES**



GUÍA DOCENTE		2015/16																															
Centro	310 - Facultad de Ciencia y Tecnología	Ciclo	Indiferente																														
Plan	GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química	Curso	3er curso																														
ASIGNATURA																																	
26756 - Resistencia de Materiales			Créditos ECTS : 6																														
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA																																	
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA																																	
<p>A. Familiaridad con los distintos tipos de esfuerzos que puede experimentar un material</p> <p>B. Familiaridad con las deformaciones producidas por esos esfuerzos</p> <p>C. Habilidad para analizar el comportamiento de ciertos elementos estructurales, como las barras, las vigas, los ejes y los depósitos de paredes delgadas</p> <p>D. Capacidad para calcular la resistencia de estos elementos</p> <p>E. Recíprocamente, capacidad para calcular las dimenmsiones de los mismos.</p>																																	
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS																																	
<p>1.- Sistemas de Fuerzas</p> <p>2.- Introducción. Nociones Iniciales</p> <p>3.- Barras compuestas</p> <p>4.- Vigas. Fuerza Cortante y Momento Flector</p> <p>5.- Esfuerzos Normales en la Flexión</p> <p>6.- Esfuerzo Cortante en Vigas</p> <p>7.- Deformación de Vigas. Vigas Hiperestáticas</p> <p>8.- Esfuerzos Compuestos</p> <p>9.- Torsión</p> <p>10.- Depósitos de Paredes Delgadas sometidos a Presión Interna</p>																																	
METODOLOGÍA																																	
TIPOS DE DOCENCIA																																	
<table><tr><td>Tipo de Docencia</td><td>M</td><td>S</td><td>GA</td><td>GL</td><td>GO</td><td>GCL</td><td>TA</td><td>TI</td><td>GCA</td></tr><tr><td>Horas de Docencia Presencial</td><td>25</td><td>15</td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Horas de Actividad No Presencial del Alumno</td><td>37</td><td>23</td><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA	Horas de Docencia Presencial	25	15	20							Horas de Actividad No Presencial del Alumno	37	23	30						
Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA																								
Horas de Docencia Presencial	25	15	20																														
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	37	23	30																														
<p>Leyenda:</p> <p>M: Macistral                      S: Seminario                      GA: P. de Aula                      GL: P. Laboratorio                      GO: P. Ordenador</p> <p>GCL: P. Clínicas                      TA: Taller                      TI: Taller Ind.                      GCA: P. de Campo</p>																																	
SISTEMAS DE EVALUACIÓN																																	
<p>- Sistema de evaluación final</p>																																	
HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN																																	
<p>- Prueba escrita a desarrollar %</p> <p>- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) %</p> <p>- Trabajos individuales %</p> <p>- Exposición de trabajos, lecturas... %</p>																																	
CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA																																	
<p>Examen escrito (ejercicios, casos o problemas)                      &gt;= 90 %</p> <p>Trabajo individual y exposición oral (voluntario)                      &lt;= 10 %</p>																																	
CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA																																	
MATERIALES DE USO OBLIGATORIO																																	
BIBLIOGRAFIA																																	

**Bibliografía básica**

Gere, J. M. Timoshenko. Resistencia de Materiales, 6ª edición, Ed. Paraninfo, España, 2005.  
Hearn, E. J. Mechanics of Materials, Ed. Butterworth-Heineman, Oxford, 1995.

**Bibliografía de profundización**

Seed, G. M. Strength of Materials. An Undergraduate Text, Saxe-Coburg Publications, Edinburgh, 2001.  
Case, J.; Chilver, A. and Ross, C. T. F. Strength of Materials and Structures, 4ª edición, Ed. Butterworth-Heineman, Oxford, 1999.  
Tweeddale, J. G. Mechanical Properties of Metals, Ed. George Allen & Unwin Ltd., 1964.  
Testing of Metals, Ed. David & Charles PLC, Newton Abbot, 1972.  
Mann, J. Y. Fatigue of Materials: An Introductory Text, Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1967.

**Revistas**

Engineering Structures  
Engineering Failure Analysis  
Engineering Fractures Mechanics  
International Journal of Mechanical Engineering Education

**Direcciones de internet de interés**

ASM, asociación internacional con base en USA, sobre todo tipo de materiales. <http://asmcommunity.asminternational.org>  
ASME <http://es.asme.org>  
CSIC, revistas de materiales.  
<http://materconstrucc.revistas.csic.es>

**OBSERVACIONES**



<div> <div>GUÍA DOCENTE</div> <div>2015/16</div> </div>	
<div> <div>Centro</div> <div>310 - Facultad de Ciencia y Tecnología</div> </div>	<div> <div>Ciclo</div> <div>Indiferente</div> </div>
<div> <div>Plan</div> <div>GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química</div> </div>	<div> <div>Curso</div> <div>3er curso</div> </div>
<div>ASIGNATURA</div>	
<div>26757 - Ingeniería de Procesos y Producto</div>	<div> <div>Créditos ECTS :</div> <div>9</div> </div>
<div>DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</div>	
<div> <p>La labor de un ingeniero es multifacética, pero su principal desempeño es la del desarrollar nuevos sistemas para convertir materiales y energía en productos útiles. Los ingenieros químicos diseñan procesos para obtener todo tipo de productos químicos: farmacéuticos, cosméticos, alimentarios, materiales de construcción, fibras, papel, etc. El diseño de procesos y productos es probablemente la actividad más creativa del Ingeniero Químico, ya que le permite desarrollar nuevo procesos químicos y bioquímicos, introducir cambios en los procesos existentes para mejorarlos desde el punto de vista medioambiental y/o económico, etc. Esta actividad requiere de capacidad creativa de resolución de problemas, aplicando los principios básicos de la ingeniería química y de la economía, así como los aspectos concernientes al medio ambiente, a la seguridad y a la salud.</p> <p>El objetivo de la asignatura es aprender estrategias para el diseño base de productos y procesos atendiendo a criterios técnicos y económicos, que servirán para analizar posteriormente los procesos de producción más importantes de la industria química. Estas estrategias son las que se emplean previas al diseño detallado de los equipos, aspecto relacionado con las asignaturas específicas del último curso del grado.</p> <p>Es una asignatura relacionada prácticamente con todas las asignaturas del grado, especialmente con las de los tras primeros cursos, ya que se requiere integrar conceptos y procedimientos básicos, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear y resolver balances de materia y energía de procesos</li> <li>• Resolver la estequiometria de la reacción y calcular la conversión y selectividad del reactivo.</li> <li>• Emplear el primer y segundo principio de la termodinámica.</li> <li>• Emplear conceptos básicos de equilibrio líquido-vapor.</li> <li>• Emplear conceptos básicos de operaciones de separación.</li> <li>• Emplear conceptos de equipos básicos para el transporte de fluidos: bombas, compresores</li> <li>• Emplear las bases de la transferencia de calor.</li> <li>• Emplear conceptos de equipos básicos para el intercambio de calor..</li> <li>• Emplear conceptos de cálculo numérico asistido por ordenador,&amp;#8230;</li> <li>• &amp;#8230;</li> </ul> </div>	
<div>COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</div>	
<div> <p>Los resultados de aprendizaje a los que debe llegar el alumno al final de la asignatura son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buscar información técnica y científica, incluyendo la literatura en lengua extranjera (inglés), para el diseño de un proceso químico para la fabricación de un producto químico a escala industrial.</li> <li>2. Emplear criterios de seguridad y de protección del medio ambiente en el diseño de un proceso químico industrial.</li> <li>3. Realizar un diagrama de flujo del proceso.</li> <li>4. Realizar el diseño básico (caso base) del proceso.</li> <li>5. Preparar y resolver la simulación del proceso propuesto.</li> <li>6. Emplear las heurísticas apropiadas en cada etapa del diseño.</li> <li>7. Seleccionar el equipo adecuado para las operaciones básicas del proceso y determinar los parámetros base de su diseño.</li> <li>8. Realizar la integración energética para la minimización de recursos energéticos a través de la tecnología pinch.</li> <li>9. Estimar los costes de fabricación y operación de un proceso químico industrial.</li> <li>10. Estimar la viabilidad económica del un proceso químico industrial.</li> <li>11. Mostrar los resultados de diseño a través de un informe técnico.</li> <li>12. Realizar el diseño de proceso en equipo.</li> <li>13. Planificar actividades para el diseño de proceso químico.</li> <li>14. Analizar los procesos para la producción de los compuestos químicos más importantes de la industria química en base a estrategias de diseño y de operación citadas anteriormente.</li> </ol> <p>En la consecución de este objetivo, el alumno desarrollará las competencias del módulo de Tecnología Específica: Ingeniería Química, asociadas a esta asignatura: M03CM01, M03CM02, M03CM05, M03CM06, M03CM10 y M03CM15. Igualmente, en los trabajos en equipo, los alumnos desarrollarán las competencias de ese módulo M03CM11, M03CM12, M03CM13 y M03CM14.</p> </div>	

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

- Temario:
- 1.- El diseño de procesos y productos. Naturaleza del diseño. Etapas en el diseño de productos y procesos. Protección medioambiental. Consideraciones de seguridad.
  - 2.- Síntesis de procesos. Creación de una base de datos preliminar. Aproximaciones al diseño de procesos. Síntesis preliminar de procesos. Desarrollo del diseño del caso base.
  - 3.- Simulación para la síntesis de procesos. Introducción. La estructura de un simulador de procesos. Algoritmos de solución. Información necesaria para realizar la simulación. Corrientes de recirculación.
  - 4.- Heurísticas para la síntesis de procesos. Materias primas y reacciones. Distribución de productos. Separaciones. Aporte y retirada de calor en reactores. Intercambiadores de calor y hornos. Variación de presión. Tamaño de partícula en sólidos. Separación de partículas.
  - 5.- Diseño de reactores y redes de reactores. Evaluación del reactor. Modelos de reactores ideales. Concentración, temperatura, presión y fases. Reactores reales. Diseño para configuraciones complejas. Diseño de redes de reactores usando la región alcanzable.
  - 6.- Síntesis de trenes de separación. Estructura general del sistema de separación. Criterios de selección de métodos de separación. Selección del equipo. Secuencias de columnas de destilación. Secuencias de operaciones para separación de mezclas no ideales. Sistemas de separación para mezclas de gases. Sistemas de separación para mezclas sólido-fluido.
  - 7.- Integración energética en plantas de proceso. Necesidades mínimas de calefacción y refrigeración y diseño de cambiadores de calor para satisfacer las mínimas necesidades energéticas. Integración de calor y trabajo. Integración de columnas de destilación.
  - 8.- Diseño de procesos por lotes. Diseño de unidades de procesos discontinuos. Diseño de procesos reactor-separador. Diseño de secuencias para procesar un único producto. Diseño de secuencias para procesar múltiples productos.
  - 9.- Estimación de costes. Inmovilizado, capital circulante y total. Tipos y precisión de las estimaciones. Costes de fabricación: materias primas, servicios, tratamiento de residuos, mano de obra. Amortización del capital.
  - 10.- Análisis de rentabilidad. Criterios de rentabilidad. Evaluación de riesgos. Comparación de proyectos. Evaluación de alternativas de equipos. Análisis para modificaciones de procesos.
  - 11.- Diseño del producto. Mapas de innovación. Proceso de desarrollo de productos. Etapa conceptual. Etapa de viabilidad. Etapa de desarrollo. Etapa de fabricación. Introducción del producto.
  - 12.- La industria química: características. Perspectiva histórica de la Industria Química. Características. Análisis estructural. Evolución y tendencias.
  - 13.- Energía, materias primas y productos. La energía en la industria química. Componentes de servicios auxiliares. Consumo de energía y eficiencia energética. Materias primas y productos. La industria química y el medio ambiente.
  - 14.- Gases industriales (oxígeno, nitrógeno y gases nobles). Separación de los gases del aire. Producción de frío. Destilación. Instalación industrial. Obtención de gases nobles. Productos.
  - 15.- Proceso Solvay. Química del proceso Solvay. Diagramas de Jaenecke. Instalación Solvay. Procesos electrolíticos en la producción de cloro-sosa. Celulas de diafragma, de mercurio, y de membrana. Productos y aplicaciones.
  - 16.- Ácido sulfúrico. Materias primas. Etapas de combustión, catálisis y absorción. Producto y aplicaciones.
  - 17.- Materiales de construcción, metalúrgicos y fertilizantes.
  - 18.- El refino del petróleo. Fraccionamiento. Procesos catalíticos y no catalíticos de conversión. FCC. Hidrocraqueo. Coquización retardada. Productos y aplicaciones.
  - 19.- Industria petroquímica. Materias primas. Procesos petroquímicos de base. Obtención de olefinas y gas de síntesis: procesos de síntesis; gas de síntesis; etileno; propileno. Aromáticos. Polímeros más importantes.

**METODOLOGÍA**

- A continuación se detalla lista de tipos de actividades de aprendizaje que se emplean en la asignatura:
- 1. Diseño base de un proceso industrial. Trabajo en equipo.
  - 2. Lectura y síntesis de material de libros de texto
  - 3. Cuestionarios
  - 4. Resolución de ejercicios (simulación, integración de calor, estimación de costes, análisis de viabilidad, consumo de materiales y energía, etc.)
  - 5. Clases magistrales
  - 6. Búsqueda bibliográfica
  - 7. Exposición de trabajos
  - 8. Exámenes

**TIPOS DE DOCENCIA**

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	50	12	18		10				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	75	24	26		10				

Leyenda:

M: Maestral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 40%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EXAMEN (60 - 80%)

Individual.

Se realizarán dos exámenes parciales en enero y en mayo.

TRABAJOS INDIVIDUALES Y EN EQUIPO. (20-40%)

NOTA:

No presentarse al examen final (Junio) supondrá la renuncia a la convocatoria de evaluación y constará como un No Presentado (Artículo 39, Normativa de Gestión para las Enseñanzas de Grado, UPV/EHU).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EXAMEN (60 - 80%)

Individual.

Se realizarán dos exámenes parciales en enero y en mayo.

TRABAJOS INDIVIDUALES Y EN EQUIPO. (20-40%)

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Simulador de Procesos PRO/II.

Material suministrado en la plataforma Moodle.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía básica

"Product & Process design principles: Synthesis, analysis and evaluation", 3ª ed.

Seider, W.D., Seader, J.D., Lewin, D.R., Widagdo, S., John Wiley & Sons, N.Y, (2010).

"Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes", 3ª ed.

Turton, R., Bailie, R.C., Whiting, W.B., Shaeiwitz, J.A., Prentice Hall PTR (2009).

"Product Design and Development", 4ª ed.

Vian, A., "Curso de Introducción a la Química Industrial",.2ª edición. Reverté. Barcelona (1999).

Stocchi, E., "Industrial Chemistry". Volumen 1. Inorgánica. Ellis Horwood, London, (1990).

Ulrich, K.T., Eppinger, S.D., McGraw-Hill International Edition(2008).

"Survey of Industrial Chemistry". 3ª ed.

Chenier P. J., Kluwer Academic. New York (2002).

"An introduction to Industrial Chemistry"

Heaton, C.A.(ed), Blackie Academic & Professional (London) 2º ed. (1991)

"Cryogenic Systems". 2ª Ed.

Barron, R. F., Oxford University Press. New York (1985).

"Sulfuric acid manufacture Analysis Control and Optimation".

Davenport, W.G and King, M.J., Elsewvier. Amsterdam (2006).

Bibliografía de profundización

"Chemical Product Design".

Cussler, E.L., Moggridge, G.D., Cambridge University Press, (2001).  
"Chemical Engineering Design", 5ª ed.  
Sinnott, R.K., Towler, G., Butterworth & Heinemann, Burlington, MA (2009).  
"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"  
Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., West, R.D., 5ª ed., McGraw-Hill, Nueva York (2002).  
"Systematic Methods of Chemical Process Design"  
Biegler, L.T., Grossman, I.E., Westerberg, A.W., Prentice Hall, N.J. (1997).  
"Encyclopedia of Chemical Processing and Desing",  
McKetta, John J. (Ed.), Marcel Dekker, INC. New York (1977- ).  
"Inorganic Chemistry - An Industrial and Environmental Perspective",  
Swaddle T.; Elsevier, (1997)  
"Industrial Organic Chemistry". 3ª ed.,  
Weissermel K. & Arpe J., VCH Publishers, Inc. New York (1997).  
"Handbook of Industrial Chemistry",  
Farhat A., Bassam M.A. and Speight, J.G.; Chauvel A., Lefebvre G., Editions Technip, Paris (1989)

Revistas

Direcciones de internet de interés

[http://www.cheresources.com/process\\_design.shtml](http://www.cheresources.com/process_design.shtml)  
<http://www.process-design-center.com/>  
<http://www.ingquimica.com/>  
<http://www.aiche.org/>  
<http://www.icheme.org/>  
<http://www.sener.es/SENER/index.aspx>  
<http://www.trsa.es/spanish/index.asp>

OBSERVACIONES

<div> <div>GUÍA DOCENTE</div> <div>2015/16</div> </div>	
<div> <div>Centro</div> <div>310 - Facultad de Ciencia y Tecnología</div> </div>	<div> <div>Ciclo</div> <div>Indiferente</div> </div>
<div> <div>Plan</div> <div>GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química</div> </div>	<div> <div>Curso</div> <div>3er curso</div> </div>
<div>ASIGNATURA</div>	
<div>26758 - Principios de Ingenieria Eléctrica y Electrónica</div>	<div> <div>Créditos ECTS :</div> <div>6</div> </div>
<div>DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Conocimientos previos: Física general (énfasis en Electricidad) y Matemáticas Generales (énfasis en números complejos y cálculo de soluciones de ecuaciones diferenciales simples), ya que la Electricidad es la base de esta asignatura, los números complejos son necesarios para el planteamiento y cálculos en corriente alterna- léase fasores- y las ecuaciones diferenciales lineales son básicas para los estudios de regímenes transitorios en circuitos eléctricos lineales. La asignatura se divide en bloques temáticos y éstos en lecciones. La organización docente consiste en clases de teoría, clases de problemas y prácticas de ordenador y de laboratorio.</p> <p>Los bloques temáticos son los siguientes y se exponen cronológicamente en el orden en que se describen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Circuitos elementales de corriente continua y de corriente alterna con descripción de los componentes de circuito básicos ( fuentes, resistencias, condensadores, bobinas etc.). Combinaciones en serie, paralelo y mixtas.Potencia eléctrica en continua y en alterna. Fasores. Factor de potencia, su interpretación y su utilidad. Caso práctico: mejora del factor de potencia en una instalación. Teoremas de Thevenin y Norton para simplificación de circuitos complejos por los más elementales con fuente, resistencia - o admitancia- interna - y carga. Circuitos no ideales. Problemas asociados y prácticas de ordenador y de laboratorio (combinaciones de componentes en circuitos, resonancias, transitorios, manejo de instrumentos de medida).</li> <li>- Sistemas de corriente alterna trifásicos. Conexiones en triángulo y en estrella y en triángulo- estrella y en estrella- triángulo. Importancia y relevancia industrial. Fórmulas de corriente y tensión de fase y de línea en cada tipo de conexión. Potencia de fase y total. Sistemas equilibrados y sus fórmulas de tensiones, corrientes y potencia ( de fase y total) y desequilibrados. Causas habituales de los posibles desequilibrios en sistemas trifásicos.Problemas de sistemas trifásicos . Prácticas de laboratorio.</li> <li>- Exposición de los principios generador-motor y motor- generador. Generadores y motores de continua y de alterna.Fórmulas ideales de circuito y de potencias mecánica y eléctrica que intervienen en problemas tipo de generador-motor y de motor-generador. Casos no ideales. Problemas de generadores y motores.</li> <li>- Principios de Electrónica: dispositivos y componentes: diodos, transistores, amplificadores de potencia y operacionales. Sensores. Conversores analógico-digital y digital-analógico.</li> <li>- El diodo de union PN, ecuación de Shockley, aproximaciones lineales y aplicaciones. Rectificador de media onda y de onda completa. Circuitos limitadores.</li> <li>- El transistor bipolar de unión. Curvas características, zonas de trabajo y recta de carga. Aplicaciones. Amplificadores en zona activa. Zonas de corte y saturación.</li> <li>- Amplificadores. Modelos de caja negra. Ganancia, respuesta en frecuencia y ancho de banda. Amplificadores operacionales. Amplificador inversor y no inversor. Sumadores, derivadores e integradores. Aplicaciones de los amplificadores operacionales y practicas de laboratorio.</li> </ul>	
<div>COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Introducción a los conceptos, métodos y dispositivos relativos a las ingenierías eléctrica y electrónica que constituyen los conocimientos básicos de estas materias que son de utilidad para un Ingeniero Químico. Relativo a la ingeniería eléctrica se introducen los aspectos básicos de transformadores y su relación con los sistemas de distribución eléctrica; de motores, tanto de corriente alterna como continua; y de los sistemas de conversión de energía eléctrica alterna en continua y viceversa. Los principios de electrónica se desglosan en dispositivos y componentes electrónicos, diodos, transistores, etc.; circuitos electrónicos, con énfasis en la medida e instrumentación; y sistemas de comunicación entre instrumentos.</p>	
<div>CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS</div>	
<div> <div>Programa</div> <div> <div>1- Principios de Ingeniería Eléctrica</div> <div>1.1- Circuitos eléctricos, teoremas de circuitos, Puente de Wheatstone,</div> </div> </div>	



Circuitos de corriente continua. Circuitos de corriente alterna. Circuitos trifásicos, Dispositivos de medida

1.2- Transformadores y distribución eléctrica.

1.3- Motores y generadores de corriente continua

1.4- Motores y generadores de corriente alterna

2- Principios de Electrónica

2.1- Dispositivos y componentes electrónicos

Diodo. Transistor. Amplificador Operacional. Otros dispositivos

2.2- Circuitos electrónicos para el acondicionamiento de señal

Filtros. Amplificador de instrumentación. Otros circuitos para sensores. Conversores analógico-digital y digital-analógico.

Prácticas de Ordenador: Simulación de circuitos eléctricos y electrónicos.

Prácticas de Laboratorio: Instrumentos de medida, circuitos RC (régimen permanente y régimen transitorio) ; Circuitos RLC, filtros y resonancia; Circuitos rectificadores y limitadores; Circuitos con amplificadores operacionales.

METODOLOGÍA

Típicamente se da una clase de problemas por cada dos de teoría y prácticas de laboratorio y de ordenador.

Clases de teoría: exposiciones teóricas acompañadas de problemas tipo resueltos por el profesor.

Clases de problemas: Resolución en clase por los alumnos de problemas propuestos previamente que deben de traer al menos planteados previamente. El profesor complementa y corrige los errores que puedan haberse realizado en la resolución de dichos problemas.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10	10	5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15	15	7,5				

**Leyenda:**

M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 40%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación de la asignatura se realiza en función de la nota de un examen teórico/práctico (60%) y de la resolución en clase de problemas propuestos y de los informes de las prácticas de laboratorio (40%).

La asistencia a todas las clases de prácticas de laboratorio es obligatoria, salvo por causa justificada, así como la correcta realización de las mismas y la presentación del correspondiente informe, lo cual se requiere para la obtención de una evaluación positiva de la asignatura.

Para dicha evaluación positiva de la asignatura, se requiere asimismo obtener un mínimo de cuatro puntos sobre diez en el examen teórico/práctico.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

El sistema de evaluación consiste en un examen teórico-práctico que aporta un 60% de la nota junto con la nota de prácticas de laboratorio realizadas durante el curso que aporta el 40% de la nota, cuya presentación de informes y asistencia a las sesiones durante el curso lectivo es obligatoria.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Los dos primeros libros de la bibliografía que sigue así como colecciones de libros de problemas resueltos.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía básica

- \* Electrical & Electronic Engineering Principles, Noel Morris. Prentice-Hall, 1994.
- \* Electric Motors and Drives. Fundamental, Types and Applications. Austin Hugues, 2009.
- \* Electric Circuits. Mahmood Nahvi and Joseph Edminister. SCHAUM'S Outline Series, Edición 4. McGraw-Hill, 2003.
- \* Electrotecnia. José García Trasancos. Editorial Thomson-Paraninfo, Madrid, 2004.
- \* Electronic Circuit Analysis and Design, W.H. Hayt r. and G. W. Neudeck, segunda edición, John Wiley & Sons, Inc. , 1995
- \* The Electronics Companion, AC Fisher- Gripps, I o P, 2005.
- \* Fisika, Zientzialari eta Ingeniarientzat, PM Fishbane et al., editado por UPV / EHU, 2008.
- \* Electronic Devices and Circuits, M. Hassul and D. Zimmerman, Prentice-Hall, 1997.

**Bibliografía de profundización**

- \* Electric Machines and Electromechanics, S.A. Nasar, Schaum'S Outline Series, McGraw-Hill, 1997.
- \* Electric Power Systems, S. A. Nasar, SCAHUM 'S, McGrawu-Hill, 1990.
- \* Máquinas Eléctricas, S.J. Chapman, 4ªEd., McGraw-Hill, 2005.
- \* Che- Mun Ong , Dynamic Simulation and Electrtrical Machinery using Matlab/ Simulink, Prentice-Hall

**Revistas**

**Direcciones de internet de interés**

**OBSERVACIONES**

No hay observaciones

<div> <div>GUÍA DOCENTE</div> <div>2015/16</div> </div>	
<div> <div>Centro</div> <div>310 - Facultad de Ciencia y Tecnología</div> </div>	<div> <div>Ciclo</div> <div>Indiferente</div> </div>
<div> <div>Plan</div> <div>GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química</div> </div>	<div> <div>Curso</div> <div>3er curso</div> </div>
<div>ASIGNATURA</div>	
<div>26759 - Experimentación en Ingeniería Química II</div>	<div> <div>Créditos ECTS :</div> <div>9</div> </div>
<div>DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Prerrequisitos: Para matricularse de esta asignatura los alumnos deberán tener aprobada la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química I y haberse matriculado, al menos una vez, de las siguientes asignaturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transferencia de materia</li> <li>- Procesos de separación</li> <li>- Diseño de reactores</li> <li>- Instrumentación y control de procesos químicos</li> </ul> <p>Objetivos: Desarrollos prácticos en el laboratorio asociados a las asignaturas de tercer curso de ingeniería química.</p>	
<div>COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</div>	
<p>Competencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseñar y gestionar procedimientos de experimentación aplicada sobre transferencia de materia, operaciones de separación, reactores químicos y control de procesos.</li> <li>- Comprender el funcionamiento de los equipos y fenómenos que tienen lugar en las diferentes unidades de proceso estudiadas, y familiarizarse con la toma de datos y la posterior manipulación de los mismos para determinar diferentes parámetros o analizar la influencia de determinadas variables en el proceso.</li> <li>- Aplicar los resultados experimentales para realizar diseños de instalaciones de procesos.</li> </ul>	
<div>CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS</div>	
<p>Temario:</p> <p>Bloque A) Transferencia de materia y Operaciones de separación</p> <p>Práctica 1. Cálculo de coeficientes de difusión: Experimento de Winkelman.</p> <p>Práctica 2. Cálculo de coeficiente individual de transferencia de materia: Transferencia de materia aire-agua en columna de pared mojada y columna de goteo.</p> <p>Práctica 3. Cálculo de coeficiente gloabl de transferencia de materia: Intercambio iónico en tanque de mezcla.</p> <p>Bloque B) Diseño de Reactores</p> <p>Práctica 4. Estudio de variables de operación en reacciones gas-sólido catalíticas sobre catalizador ácido</p> <p>Práctica 5. Diseño de reactores continuos isotermos (mezcla perfecta, batería de reactores de mezcla y flujo pistón) para reacción en fase líquida de segundo orden</p> <p>Práctica 6. Circulación no ideal en reactores homogéneos. Medida de la distribución de tiempos de residencia. Aplicación de los modelos de dispersión y de tanques en serie</p> <p>Bloque C) Operaciones de separación</p> <p>Práctica 7. Desorción de amoniaco en disolución acuosa.</p> <p>Práctica 8. Destilación de una mezcla binaria.</p> <p>Práctica 9. Extracción líquido-líquido.</p> <p>Práctica 10. Intercambio iónico en lecho fijo.</p> <p>Bloque D) Control de Procesos Químicos.</p> <p>Práctica 11. Identificación y modelado dinámico de un proceso con un único lazo de control. Análisis de diversos métodos de sintonía de controladores PID. Aplicación de los modelos.</p> <p>Práctica 12. Análisis de un control en cascada. Sintonía de los controladores. Sintonía en la planta.</p> <p>Práctica 13. Control multivariable de un sistema con dos lazos de control. Análisis de la interacción. Sintonía de los dos controladores.</p>	
<div>METODOLOGÍA</div>	
<p>Los alumnos son divididos en grupos de 3 o 4 personas para la realización de las prácticas y los informes correspondientes. El examen sin embargo es individual.</p> <p>Cada cuatrimestre los alumnos llevan a cabo las prácticas correspondientes a dos bloques : Transferencia de materia y Diseño de reactores en el primero y Procesos de separación e Instrumentación y control de procesos químicos en el</p>	



segundo.

En cada uno de los cuatrimestres, en primer lugar se imparten las clases magistrales en las cuales se aborda el fundamento teórico de las prácticas a desarrollar. Posteriormente, se realizan una sesiones de seminario donde se explica el trabajo concreto a desarrollar en cada una de las prácticas, que incluye la visita a laboratorio para la observación del equipo experimental a utilizar. Después de que los alumnos hayan realizado las prácticas correspondientes, se llevan a cabo otras sesiones de seminario para la aclaración de las posibles dudas que les hayan surgido en la realización de los informes. Desde este momento, los alumnos dispondrán de aproximadamente dos semanas más para la entrega final de los guiones.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	12	24		54					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	12	33		90					

**Leyenda:** M: Magistral S: Seminario GA: P. de Aula GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador  
GCL: P. Clínicas TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 40%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 20%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 40%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen: 40 % del total  
Realización de trabajos e informes escritos (guiones de prácticas): 40 % del total  
Seguimiento en laboratorio (asistencia, manejo de equipos, cuaderno de laboratorio, etc.): 20 % del total.

Para poder aprobar la asignatura, será necesario obtener al menos un 3/10 en el examen escrito en cada uno de los bloques. Además, se exigirá una nota media de examen de 4/10. También se exigirá a cada alumno ser autor o coautor de todos los informes de prácticas y tener aprobada la nota media de informes y de laboratorio.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En caso de tener que acudir a la convocatoria extraordinaria, habrá que examinarse de todos los bloques, teniendo que obtener al menos un 3/10 en el examen escrito en cada uno de ellos. Además, se exigirá una nota media de examen de 4/10. No se tendrá en cuenta la nota obtenida en los exámenes de la convocatoria ordinaria.

Se mantendrá la nota de los informes y del laboratorio, siempre que éstos estuviesen aprobados, en caso contrario, habrá que volver a entregar los informes suspendidos o realizar las prácticas correspondientes.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Guiones de cada práctica  
Cuaderno de laboratorio

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía básica

Lide, D.R. Ed. CRC Handbook of Chemistry and Physics, 89th Edition, CRC press, London, 2008  
Perry, R.H., Manual del Ingeniero Químico, (4 vol), 7ª Ed, McGraw Hill, México, 2002.  
Treybal, R.E., Mass Transfer Operations, 3ª Ed., McGraw Hill, Nueva York, 1980.  
Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 1990.  
Stephanopoulos, G., Chemical Process Control: An Introduction to Thery and Practice, Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, N.J., 1984.

Bibliografía de profundización

Seader, J.D., Henley, E.J., Separation Process Principles, John Wiley & Sons, Nueva York, 1998.

Jacobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, 2008  
Seborg, D.E., Edgar, T.F., Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control", John Wiley and Sons, Nueva York (1989).  
(2º Ed 2004)

**Revistas**

Chemical Engineering Education,  
Ingeniería Química

**Direcciones de internet de interés**

<http://www.vrupl.evl.uic.edu/vrichel/> (Virtual Reality in Chemical Engineering Laboratory)  
<http://www.che.iitb.ac.in/courses/uglab/manuals/labmanual.pdf> (Chemical Engineering Laboratory Manual)  
<http://www.che.boun.edu.tr/che302/Chapter%201.pdf> (Chemical engineering laboratory I)

**OBSERVACIONES**

GUÍA DOCENTE		2015/16	
Centro	310 - Facultad de Ciencia y Tecnología	Ciclo	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química	Curso	3er curso
ASIGNATURA			
26760 - Ingenieria de Materiales			Créditos ECTS : 6
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA			
<p>La Ingeniería de Materiales es una asignatura obligatoria que pertenece al Módulo 2 (común a la rama Industrial) del Grado de Ingeniería Química, y que se imparte en el segundo cuatrimestre del 3er curso. En esta asignatura se analizan en primer lugar algunos conceptos básicos de la química del estado sólido y la ciencia de materiales como la difusión, los equilibrios de fases o las propiedades mecánicas y térmicas de los materiales. A continuación se muestran al alumno las características de los diferentes tipos de materiales, así como las relaciones existentes entre sus estructuras y sus propiedades. Se destacan las principales aplicaciones y usos potenciales de los materiales más comunes, así como los efectos que sobre ellos pueden tener las condiciones de servicio: temperatura, atmósfera, &amp;#8230;</p>			
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
<p>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Establecer, considerando los principios básicos de la ingeniería y resistencia de materiales, las especificaciones y el diseño de los equipos e instalaciones idóneas para un proceso.</li><li>- Resolver problemas de las materias comunes de la rama industrial, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente y sostenibilidad.</li></ul> <p>Competencias transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Utilizar las tecnologías de la información y comunicación aplicadas al aprendizaje a nivel avanzado, y manejar de forma básica las fuentes de información, incluyendo bases de datos específicas.</li><li>- Comunicar y transmitir, básicamente, por escrito y de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos.</li></ul> <p>El alumno debe adquirir los conocimientos teórico-prácticos que le permitan formarse una opinión crítica sobre la selección, usos, preparación y aplicaciones en servicio de los diferentes materiales. Es decir, el alumno tiene que ser capaz de participar en el diseño de componentes, sistemas y procesos seleccionando los materiales más adecuados de entre el amplio espectro disponible en la actualidad.</p>			
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS			
<p>1. Introducción: Clasificación de los materiales. Relación estructura-propiedades-procesado. Diseño y Selección de materiales</p> <p>2. Difusión: Mecanismos de difusión. Estado estacionario y no estacionario. Aplicaciones de la difusión en el procesado de materiales. Sinterización.</p> <p>3. Equilibrio de fases. Sistemas binarios y ternarios. Microestructuras. Diagramas de importancia tecnológica.</p> <p>4. Propiedades térmicas: Capacidad calorífica. Dilatación térmica. Conductividad térmica. Esfuerzos térmicos.</p> <p>5 Materiales metálicos: Clasificación. Procesado de materiales metálicos. Tratamientos térmicos. Aleaciones férreas: aceros y fundiciones. Aleaciones no férreas. Aleaciones ligeras.</p> <p>6. Materiales cerámicos: Estructura. Propiedades. Procesado de los cerámicos. Arcillas. Vidrios. Refractarios. Cementos. Abrasivos. Zeolitas. Cerámicas avanzadas.</p> <p>7. Materiales poliméricos. Clasificación. Solubilidad y estabilidad química. Cristalinidad. Comportamiento térmico y mecánico. Tipos de polímeros: plásticos (termoplásticos y termoestables), elastómeros, fibras, películas, ...</p> <p>8. Materiales compuestos: Clasificación. Función de la fibra y de la matriz. Materiales reforzados por partículas y por fibras. Anisotropía. Materiales en capas.</p> <p>9. Materiales eléctricos, ópticos y magnéticos Conductores electrónicos e iónicos. Efectos termoeléctricos. Semiconductores. Dieléctricos. Materiales ferroeléctricos y piezoeléctricos. Propiedades ópticas de los diferentes tipos de materiales. Luminiscencia, fosforescencia y láseres. Fibra óptica. Materiales magnéticos duros y blandos. Ferritas. Almacenamiento y grabación magnética. Superconductores.</p> <p>10. Técnicas de caracterización de materiales Difracción de rayos X. Análisis térmico. Microscopía electrónica.</p>			

Caracterización espectroscópica: IR, UV-visible, RMN, RPE, XPS.

METODOLOGÍA

Las clases magistrales se dedican a la exposición de las propiedades y aplicaciones de los diferentes materiales de uso común, así como de los conceptos teóricos necesarios para la comprensión de los diferentes fenómenos físico-químicos que influyen en su procesado y en las microestructuras que presentan.

En las prácticas de aula se resolverán problemas numéricos sencillos relacionados con ejemplos de aplicación de algunos materiales comunes.

Los alumnos trabajaran de forma autónoma algunos temas seleccionados relacionados con las propiedades eléctricas ópticas y magnéticas de los materiales que se expondrán y discutirán en los seminarios.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	40	15	5						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	30	45	15						

**Leyenda:** M: Maqistral S: Seminario GA: P. de Aula GL: P. Laboratorio GO: P. Ordenador  
GCL: P. Clínicas TA: Taller TI: Taller Ind. GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 40%
- Prueba tipo test 10%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 40%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 5%
- Exposición de trabajos, lecturas... 5%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

1. Evaluación Mixta  
La contribución de las diferentes partes a la nota final es:  
Examen final escrito (test + desarrollo + problemas): 65%  
Resolución de problemas y casos prácticos en el aula: 25%  
Realización y defensa de un trabajo: 10%

La nota mínima requerida en cada uno de los apartados es de 4.0  
La renuncia a este sistema de evaluación debe ser comunicada al profesor antes de finalizar la octava semana del curso.

2. Evaluación Final  
La nota se determinará al 100% a partir de una única prueba escrita que incluirá cuestiones a desarrollar y problemas.  
Para renunciar a este sistema de evaluación basta con no presentarse al examen.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La nota se determinará al 100% a partir de una única prueba escrita que incluirá cuestiones a desarrollar y problemas.  
Para renunciar a esta convocatoria basta con no presentarse al examen.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAFIA

**Bibliografía básica**

W.D. Callister, D.G. Rethwisch, &#8220;Materials Science and Engineering: An Introduction&#8221;, 9th ed; John Wiley & Sons, E.E.U.U. (2013). W.D. Callister, Jr. &#8220;Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales&#8221;; Ed. Limusa. Ciudad de Mexico (2013). W.D. Callister, &#8220;Materialen zientzia eta ingeniaritza. Hastapenak&#8221;, 7th edition; U.P.V./E.H.U. (2011).

**Bibliografía de profundización**

J.C. Anderson, K.D. Leaver, R.D. Rawlings and J.M. Alexander, "Materials Science for Engineers", 5 Ed, CRC Press Inc., U.K. (2003).

M. F. Ashby y D. R. H. Jones, &#8220;Engineering Materials: An introduction to Properties, applications and

Design&#8221;. 3th edition Elsevier, Oxford (2012).  
D.R. Askeland, P.P. Fulay, W.J. Wright, "The Science and Engineering of Materials", 6. Ed. SI, Cengage-Engineering (2012). D.R. Askeland, P.P. Phulé, &#8220;Ciencia e Ingeniería de Materiales&#8221;, Thomson (2004)  
J.F. Shackelford, &#8220;Introduction to Materials Science for Engineers&#8221;. 7ª ed., Pearson Prentice Hall, NJ (2009). J.F. Shackelford, &#8220;Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros&#8221;, 6ªEd.; Pearson Prentice Hall, Mexico (2005)  
W.F. Smith, J. Hashemi, "Foundations of Materials Science and Engineering", 5. Ed. McGraw-Hill, México (2009). W.F. Smith, J. Hashemi, "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales", 4. Ed. McGraw-Hill, México (2006)  
P.L. Mangonon, &#8220;Ciencia de Materiales: Selección y Diseño&#8221;; Pearson Educación., Mexico (2001)  
J.M. Montes, F.G. Cuevas, J. Cintas, &#8220;Ciencia e Ingeniería de los Materiales&#8221;. Paraninfo, Madrid (2014)

**Revistas**  
Nature Materials, Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry

**Direcciones de internet de interés**

**OBSERVACIONES**

<div> <div>GUÍA DOCENTE</div> <div>2015/16</div> </div>	
<div> <div>Centro</div> <div>310 - Facultad de Ciencia y Tecnología</div> </div>	<div> <div>Ciclo</div> <div>Indiferente</div> </div>
<div> <div>Plan</div> <div>GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química</div> </div>	<div> <div>Curso</div> <div>3er curso</div> </div>
<div>ASIGNATURA</div>	
<div>26761 - Instrumentación y Control de Procesos Químicos</div>	<div> <div>Créditos ECTS :</div> <div>6</div> </div>
<div>DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA</div>	
<div> <p>El objetivo de la asignatura es aprender nociones básicas de control, usando ejemplos típicos de la Ingeniería Química, para que el alumno sea capaz de diseñar y calcular los parámetros de un lazo de control. En primer lugar se analizan los diferentes elementos que componen un lazo de control, estudiando su dinámica. Posteriormente se analiza el lazo de control cerrado, estudiando su estabilidad y el diseño de controladores con realimentación de forma que la respuesta del lazo sea satisfactoria utilizando diferentes criterios de comportamiento. Otro objetivo de la asignatura es que los alumnos conozcan la instrumentación clásica para medir variables típicas en las industrias químicas.</p> <p>En algunas asignaturas de segundo y tercer curso, los alumnos han calculado y diseñado equipos, unidades y procesos, siempre en estado estacionario. Esta asignatura introduce la variable temporal en esos cálculos, reflejando la realidad de cambios dinámicos en el funcionamiento de las operaciones y los procesos, poniendo de manifiesto la necesidad de controlar esas operaciones y procesos y mostrando cómo hacerlo.</p> <p>La asignatura pertenece al Módulo II: Común a la Rama Industrial y no requiere conocimientos previos específicos de Ingeniería Química, aunque los ejemplos utilizados corresponden siempre a unidades propias de la Ingeniería Química, basados en los balances de materia y energía objeto de la asignatura Fundamentos de Ingeniería Química y Biotecnología de primer curso. La asignatura aporta conocimientos imprescindibles para el desarrollo experimental que se realiza en el segundo cuatrimestre de la asignatura &amp;#8220;Experimentación en Ingeniería Química II&amp;#8221; de tercer curso del grado de Ingeniería Química.</p> </div>	
<div>COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</div>	
<div> <div>Competencias:</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dominar los principios básicos de los equipos industriales de instrumentación y de control.</li> <li>- Comparar y seleccionar instrumentos para medir variables de proceso.</li> <li>- Utilizar TICs para el aprendizaje.</li> <li>- Redactar informes técnicos transmitiendo los conocimientos y resultados.</li> <li>- Analizar y diseñar configuraciones de control.</li> </ul> <div>Objetivos:</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprender los fundamentos de la dinámica de procesos.</li> <li>- Dominar la terminología de control de procesos.</li> <li>- Comprender los fundamentos del control con realimentación.</li> <li>- Diseñar lazos de control.</li> <li>- Sintonizar lazos de control.</li> </ul> </div>	
<div>CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS</div>	
<div> <div>I. INTRODUCCIÓN</div> <div>1.- Objetivos de la asignatura. Clasificación de las variables en un proceso químico. Elementos de diseño de un sistema de control. Elementos de un lazo de control.</div> <div>2.- Modelos matemáticos. Leyes fundamentales. Ejemplos de modelos: series de CSTR; CSTR no isoterma; tanques calorifugados.</div> <div>II. DINAMICA DE SISTEMAS ABIERTOS LINEALES</div> <div>3.- Tipos de elementos. Ecuaciones diferenciales. La transformación de Laplace: Solución de ecuaciones diferenciales lineales usando transformadas de Laplace. Concepto de unción de transferencia.</div> <div>4.- Respuesta de sistemas de primer orden. Respuesta a perturbaciones. Ejemplos físicos de sistemas de primer orden.</div> <div>5.- Linealización e interacción de sistemas. Técnicas de linealización. Sistemas de primer orden en serie: sin o con interacción.</div> <div>6.- Sistemas de segundo orden. Respuesta a perturbaciones. Tiempo muerto o retardo. Respuesta a perturbaciones. Elementos de procesos en general.</div> <div>III. INSTRUMENTACIÓN</div> <div>7.- Medida y transmisión de señales. Variables de proceso. Características de la medida. Clasificación de los instrumentos de medida. La transmisión de la medida. Diagramas P&amp;I.</div> <div>8.- Medidores de temperatura: tipos y selección del sensor. Medidores de presión y nivel: tipos y selección del sensor.</div> <div>9.- Medidores de caudal. Tipos y selección de medidores de caudal. Medidores de composición. Sistemas de muestreo y acondicionamiento.</div> </div>	



10.- Operación final de control. Actuadores. Elementos finales de control. Válvulas de control: tipos características y accesorios. Dimensionado de válvulas de control. Bombas de velocidad variable.

#### IV. CONTROL EN LAZO CERRADO

11.- Concepto de control con realimentación. Clasificación de los controladores. Acciones básicas de control: proporcional, integral y derivada. Acciones combinadas.

12.- Funciones de transferencia en sistemas cerrados. Respuesta en lazo cerrado. Efecto de las diferentes acciones de control. Concepto y criterio de estabilidad.

13.- Criterio de estabilidad de Routh-Hurwitz. Concepto del lugar de las raíces. Construcción del lugar de las raíces.

14.- Respuesta en frecuencias. Criterios de estabilidad de Bode y de Nyquist. Márgenes de ganancia y de fase.

15.- Diseño de controladores con realimentación. Criterios sencillos de comportamiento y a lo largo del tiempo. Selección del tipo de controlador. Técnicas de sintonización de los parámetros del controlador.

16.- Otras configuraciones de control. Control en cascada. Ratio Control. Control en lazo directo (feedforward). Control multivariable.

### METODOLOGÍA

En las clases magistrales se aporta la información teórica fundamental de cada uno de los temas, resaltando los aspectos claves. Esta información puede complementarse con la bibliografía específica, cuya referencia se muestra más abajo y en las clases magistrales al final de cada tema. En las clases de problemas se resuelven problemas tipo, asociados a cada uno de los temas.

En las clases de ordenador se enseña el manejo del software Loop-Pro (Control Station), herramienta de aprendizaje de la asignatura y algunos comandos básicos y aplicaciones de Scilab o Matlab específicos de Control para reforzar los conceptos vistos en las clases magistrales. En las clases de seminario se aborda la enseñanza de los temas de instrumentación. Dado que muchas características de la instrumentación cambian rápidamente con el tiempo, es preferible verlas en este tipo de clases, donde los alumnos pueden exponer sus hallazgos y dudas sobre los instrumentos usados actualmente para medida de variables.

Los alumnos deben entregar por escrito 7 tareas correspondientes a los puntos más importantes de la asignatura: desarrollo de un modelo dinámico de una operación, 5 tareas de simulación con Control Station (obtención experimental de funciones de transferencia, control proporcional, control proporcional-integral, control proporcional-integral-derivativo, control PID adaptativo) y una tarea consistente en buscar información para especificar un instrumento de medida. En las tareas escritas se evaluará tanto el contenido conceptual como el formato y la presentación escrita, de acuerdo a unos criterios que se expondrán en la plataforma virtual utilizada.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	28	4	22		6				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	42	10	28		10				

#### Leyenda:

M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 35%
- Prueba tipo test 35%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La calificación final de la asignatura se conformará ponderando el 70 % de la calificación obtenida en el examen final test/práctico con el 30 % de la calificación obtenida en las 7 tareas prácticas a realizar durante el curso.

Los alumnos pueden superar el examen final mediante 2 exámenes parciales correspondientes a la primera y segunda parte de la asignatura (temas 1-7 y 8-16 respectivamente). Para superar cada una de las partes hay que tener una puntuación de 5 sobre 10. La calificación del examen parcial de la primera parte valdrá el 40 % y el de la segunda parte el 60 %. La(s) parte(s) no superada(s) se evaluarán en el examen final de la asignatura.

En todos los exámenes (parciales o finales), para aprobar se exige obtener al menos el 40 % del total, tanto en el test como en los problemas.

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La calificación final de la asignatura se conformará ponderando el 70 % de la calificación obtenida en el examen final

test/práctico con el 30 % de la calificación obtenida en las 7 tareas ya realizadas durante el curso.  
Para aprobar, se exige obtener al menos el 40 % del total, tanto en el test como en los problemas.

**MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

- Material suministrado en la plataforma egela.
- Software LOOP-PRO.

**BIBLIOGRAFIA**

**Bibliografía básica**

- 1.- Stephanopoulos, G. "Chemical Process Control", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1984).
- 2.- Seborg, D.E., Edgar, T.F., Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control", 2ª ed. John Wiley and Sons, New York (2004).
- 3.- Bequette, B.W., "Process control: modeling, design and simulation", Prentice Hall, N.J. (2003).
- 4.- Riggs, J.B., Karim, M.N., "Chemical and Bio-Process Control", 3ª ed., Pearson education Inc., Boston, MA (2006).
- 5.- Creus, A. "Instrumentación Industrial", 8ª ed., Marcombo S.A., Barcelona (2010).
- 6.- Ollero de Castro, P., Fernández, E. "Control e instrumentación de procesos químicos", Editorial Síntesis, Madrid (1997).

**Bibliografía de profundización**

- Smith, C.A., Corripio, A.B. "Principles and Practice of Automatic Process Control", 3ª ed. John Wiley and Sons, New York (2006). Traducción de la 1ª ed. "Control Automático de Procesos: Teoría y Práctica", Limusa, Mexico (1991).
- Ogunnaike, B., Ray, W.H., "Process Dynamics, Modeling and Control", Oxford University Press, New York (1994).
- Marlin, T.E., "Process Control: Designing Processes and Control Systems for Dynamic Performance", 2ª ed., McGraw-Hill, New York (2000).

**Revistas**

**Direcciones de internet de interés**

<http://www.isa.org/>  
<http://www.controlstation.com/>  
<http://www.library.cmu.edu/ctms/>  
<http://www.controlglobal.com/>  
<http://www.controlguru.com/pages/table.html>  
<http://www.cambridge.org/us/features/chau/matlab/matlabindex.html>  
<http://www.controleng.com/archives/2000/ctl0601.00/000601.htm>  
<http://network54.com/Hide/Forum/30020>

**OBSERVACIONES**



GUÍA DOCENTE		2015/16	
Centro	310 - Facultad de Ciencia y Tecnología	Ciclo	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química	Curso	3er curso
ASIGNATURA			
26762 - Procesos de Separación		Créditos ECTS :	6
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA			
<p>Desarrollada durante milenios, la separación de mezclas en componentes esencialmente puros es actualmente de vital importancia en los procesos de fabricación de la industria química y biotecnológica. La mayor parte del equipamiento de estas plantas tiene como fin la purificación de materias primas, productos intermedios y productos finales. Estos procesos están controlados fundamentalmente por la transferencia de materia y determinan en muchas ocasiones la rentabilidad del proceso.</p> <p>Esta asignatura requiere de los conocimientos de la asignatura de "Transferencia de materia"; del primer cuatrimestre de tercer curso del grado de Ingeniería Química, y aporta los conocimientos adecuados para el desarrollo experimental que se realiza en la asignatura "Métodos Experimentales en Ingeniería Química II"; de tercer curso del grado de Ingeniería Química.</p>			
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
<ul style="list-style-type: none"><li>- Analizar, utilizando balances de materia y energía, instalaciones, equipos o procesos en los que la materia experimente cambios composición.</li><li>- Integrar con los fundamentos básicos y los comunes a las ingenierías los fundamentos de la Ingeniería Química, de la Ingeniería Bioquímica y de la Biotecnología.</li><li>- Analizar, modelizar y calcular operaciones de separación en base a los principios de termodinámica aplicada y transferencia de materia.</li><li>- Cotejar modelos teóricos y resultados de simulación con resultados reales obtenidos en unidades reales.</li><li>- Manejar con destreza las tecnologías de la información</li><li>- Comunicar y transmitir, eficazmente por escrito y básicamente de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos.</li><li>- Organizar y planificar actividades, en grupos de trabajo.</li><li>- Desarrollo del liderazgo de grupos de trabajo, con asignación de tareas, estableciendo estructuras con reconocimiento de la diversidad del grupo.</li><li>- Resolver problemas de las materias correspondientes a la Ingeniería Química y Biotecnología, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente.</li></ul> <p>Características generales de las operaciones de separación. Desarrollo de las operaciones de separación más importantes: absorción y desorción, destilación binaria, extracción, secado, cristalización, adsorción, intercambio iónico, cromatografía, separaciones de membranas.</p>			
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS			
<p>1. Introducción a los procesos de separación. Procesos de separación en la Industria Química. Mecanismos de Separación: Separación por adición o creación de fase; Separación por Barrera; Separación por agente sólido; Separación por gradiente o campo externo. Modos de operación. Factor de recuperación y pureza de productos. Energía para la separación. Selección del proceso de separación.</p> <p>2. Absorción y desorción de mezclas diluidas. Equilibrio líquido-gas de mezclas diluidas. Equipamiento utilizado: Operación por etapas: Operación en columna de platos. Eficacia de plato. Determinación gráfica y algebraica del número de etapas teóricas. Operación en columnas de relleno. Cálculo de la altura de relleno. HETP.</p> <p>3. Destilación de mezclas binarias. Equilibrio Vapor-líquido. Tipos de destilación. Equipo auxiliar. Consideraciones de diseño de la unidad. Destilación flash. Método gráfico aproximado (McCabe-Thiele): Número de etapas en rectificación. Número de etapas en agotamiento. Localización del plato de alimentación. Relación de reflujo óptima. Uso de la eficacia de Murphree. Método gráfico riguroso (Ponchon Savarit). Operación en columnas de relleno. Destilación en estado no estacionario.</p> <p>4. Extracción líquido-líquido en sistemas ternarios. Equilibrio líquido-líquido. Consideraciones generales de diseño. Extracción en una etapa. Cálculo del número de etapas en sistemas de múltiple etapa. Cantidad óptima de disolvente. Simplificaciones en sistemas inmiscibles.</p> <p>5. Extracción sólido-líquido. Equilibrio sólido-líquido. Consideraciones generales de diseño. Extracción en una etapa. Cálculo del número de etapas en sistemas de múltiple etapa. Cantidad óptima de disolvente. Modelo difusional de lixiviación.</p> <p>6. Secado de sólidos. Equilibrio de secado. Secaderos industriales. Interacción aire-agua: Temperatura húmeda y temperatura de saturación. Cinética de secado de sólidos. Modelos de secaderos. Cálculo de tiempo de secado en</p>			

secadores discontinuos. Dimensionado de secaderos continuos. Mejora de la eficacia del secadero.

7. Cristalización. Equilibrio en procesos de cristalización. Geometría y distribución de tamaño de cristales. Cinética de cristalización: Nucleación y crecimiento de cristales. Equipos industriales de cristalización. Balances de materia y energía en cristalizadores. Balance de poblaciones de cristales.

8. Adsorción, intercambio iónico y cromatografía. Sorbentes e intercambiadores de iones. Equilibrio de adsorción e intercambio iónico. Procesos de transferencia en sólidos adsorbentes Diseño de procesos de adsorción e intercambio discontinuos, semicontinuos y lecho fijo. Ciclos de adsorción e intercambio. Separaciones cromatográficas.

9. Introducción a las separaciones de membrana. Materiales de membrana. Módulos y unidades industriales de membranas. Procesos de transporte en membranas. Diálisis y electrodiálisis. Ósmosis inversa, Microfiltración y Ultrafiltración. Permeación de gas. Pervaporación.

METODOLOGÍA

En las clases magistrales se aportará la información relevante teórica de cada uno de los temas, resaltando los aspectos fundamentales de los mismos. Esta información debe complementarse con la bibliografía específica cuya referencia se aporta en las aulas virtuales y al final de cada tema. En las clases de problemas se resolverán, por parte del alumno, previa tutorización del profesor, problemas tipo asociados a cada uno de los temas.

En las clases de ordenador se resolverá un problema global de diseño de una unidad de separación, utilizando EXCEL como programa de cálculo, al ser este programa de uso tanto para el grupo de Ingeniería Química como de Biotecnología. Cada uno de los problemas planteados será desarrollado por grupos de tres alumnos, siendo cada uno de ellos líder y responsable de cada una de las fases en las que se subdivide el proceso:

Presentación de la Hoja principal (planteamiento, diagrama y resumen de la solución) y balance de materia y energía

Cálculo de la altura o longitud de contacto.

Cálculo de la sección y optimación del proceso minimizando el volumen del contactor.

En las clases de seminario se englobará la información necesaria para la resolución del problema global de diseño y su posterior desarrollo en una Hoja de cálculo. Tanto la asistencia a estas clases, como las de ordenador es obligatoria. Con objeto de complementar su formación en búsqueda bibliográfica, autonomía y presentación oral, cada grupo debe presentar de forma oral y escrita un tema sobre una operación de separación de membrana, como ejemplo de operación avanzada, estableciendo:

Definición, desarrollo histórico y equipamiento actual,

La metodología de diseño y

Aplicaciones actuales y futuras.

Cada miembro del grupo será responsable de cada una de estas etapas.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	52	8	22		8				

**Leyenda:**

M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Trabajos individuales 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA O EXAMEN: 70%DEL TOTAL  
(40% PRIMER PARCIAL, 30% SEGUNDO PARCIAL)

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y EXPOSICIÓN ORAL EN PIZARRA: 10 % DEL TOTAL

REALIZACIÓN DE INFORMES ESCRITOS Y EXPOSICIÓN ORAL DE UN PROCESO DE SEPARACIÓN DE MEMBRANA : 10 % DEL TOTAL (5% Nota conjunta y 5% individualizada)

PRÁCTICAS DE ORDENADOR (ASITENCIA, RESOLUCIÓN E INFORME ESCRITO DE UN CASO PRÁCTICO): 10 % DEL TOTAL(5% Nota conjunta y 5% individualizada)

NOTA MINIMA DE EXAMEN PARA APLICACIÓN DEL PROMEDIO: 4.0  
 PARA LA EVALUACIÓN SE REALIZARÁN UN EXAMEN FINAL Y DOS EXAMENES PARCIALES (TEMAS 1-5 (8 Abril) Y TEMAS 6-9 (13 Mayo)) PARA LA ELIMINACIÓN DE LA MATERIA EN ESTOS EXAMENES SE EXIGE APROBAR TANTO LA TEORÍA COMO PROBLEMAS.

**CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

EXAMEN ESCRITO SOBRE ASPECTOS TEORICOS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (70%)  
 TRABAJOS (PIZARRA; DISEÑO ORDENADOR; EXPOSICIÓN TEMA MEMBRANA) REALIZADOS DURANTE EL CURSO (30%)  
 OPCIONALMENTE:  
 RESOLUCIÓN DE PLANTEAMIENTOS TEÓRICOS SOBRE TEMA DE MEMBRANAS(10%) RESOLUCIÓN DE UN PROBLEMA TIPO MEDIANTE EL PROGRAMA EXCEL (10%)  
 DEFENSA ORAL DEL PROGRAMA DESARROLLADO, EXPLICANDO EL DIAGRAMA DE CALCULO REALIZADO (10%)

NOTA MINIMA DE EXAMEN PARA APLICACIÓN DEL PROMEDIO: 4.0

**MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

**BIBLIOGRAFIA**

**Bibliografía básica**

Henley, E.J., Seader, J.D., Roper, K., "Separation Process Principles". 3. Ed. John Wiley, Nueva York (2011).  
 Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (10979-84).  
 Henley, e.J., Seader, J.D. "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1988).  
 King, C.J. "Procesos de separación", Ed. Reverté, Barcelona (1980).  
 Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1970).  
 Blumberg, R., "Liquid-Liquid Extraction", Ed. Academic Press, London (1988).  
 Haselden, G.G., y cols. "Distillation & Absorption". Ed. Hemisfere Publishing, Nueva York (1991).  
 Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

**Bibliografía de profundización**

Kirk-Othermer Encyclopedia ofChemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
 Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).  
 Rousseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).  
 Reid, R.C. y cools. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

**Revistas**

Separation and Purification Methods, ISSN-0360-2540, editado por Taylor & Francis inc.  
 Separation and purification reviews, ISSN-1542-2119. editado por Taylor & Francis inc.  
 Separation Science and Technology, ISSN-0149-6395, editada por Taylor & Francis inc.

**Direcciones de internet de interés**

Herramienta interactiva del método de McCabe, <http://iq.ua.es/Ponchon/index.html>  
 Rectificación discontinua en columnas de relleno <http://w3.ua.es/ite/proyectos/proyectoRDCR/index.html>  
 Información del Physics Laboratory of NIST <http://physics.nist.gov/cuu/Units/>  
 IUPAC [http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html)  
<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distildes.htm>  
 Destilacion <http://www.brinstrument.com/fractional-distillation/links.html>  
 Extracción líquido-líquido <http://www.liquid-extraction.com/default.htm>  
 Equipo para extracción sólido-líquido [http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid\\_liquid\\_extraction](http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid_liquid_extraction)

**OBSERVACIONES**

\_\_\_\_\_

GUÍA DOCENTE		2015/16	
Centre	310 - Faculty of Science and Technology	Ciclo	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Bachelor`s Degree in Chemical Engineering	Curso	Third year
SUBJECT			
26735 - Mass Transfer			ECTS Credits: 6
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA			
Mass transfer completes the description of the three transfer phenomena that may take place in a chemical process alongside momentum and energy transfer. The three of them complete one of the most important basic concepts of Chemical Engineering			
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
CM01 - Analyze, using mass and energy balances, installations, equipment, and processes in which the matter undergoes changes in morphology, composition, state, energy, and reactivity. CM03 - Analyze, model, and calculate operations of separation on the basis of applied thermodynamics and mass transfer. CM09 - Compare theoretical models and simulated results with real results obtained in laboratory units and pilot plants. CM11 - Skillfully manage the information and communication technologies applied to learning, the sources of information and the specific data bases of Chemical Engineering, as well as office software to support oral presentations. CM12 - Communicate and transmit, efficiently in writing and basically in oral format, the knowledge, results, abilities, and skills adquired, in a pluridisciplinary and multilingual environment. CM13 - Organize and plan activities, in work groups, with recognition of diversity and multiculturalism, critical thinking and constructive spirit, originating in group leadership. CM14 - Development of leadership in work groups, with delegation of tasks, establishing structures with recognition of the diversity of the group. CM15 - Solve problems of matters corresponding to Chemical Engineering, laid out with quality criteria, sensitivity towards the environment, sustainability, ethical criteria, and encouragement of peace.			
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS			
1.-Introduction. Introduction. Mechanisms of Mass Transfer. Concentration: Definitions and Units. Mass Transfer between Phases: Equilibrium and Transfer Rate; Requirements for Mass Transfer; Continuous Contact and Intermittent Contact between Phases. 2.-Thermodynamics of the Separation Processes. Introduction. Energy, Entropy, and Exergy Balances in Separation Processes. Equilibrium of phases. Ideal models for gas and liquid. Nonideal thermodynamic property models: State Equations, Activity-Coefficient Correlation Equations. Selection of the Appropriate Model. Binary Mixtures. Multi-Component Mixtures: Bubble Point, Dew Point. Flash Distillation. 3.-Molecular Diffusion in Fluids. Introduction. Molecular Diffusion in Steady-State. Coefficients of Diffusion. Molecular Diffusion in Laminar Flow. Molecular Diffusion in Turbulent Flow. Molecular Diffusion in Gases. Molecular Diffusion in Liquids. Applications of Molecular Diffusion. 4.-Coefficients of Mass Transfer. Introduction. Coefficients of Mass Transfer in Laminar Flow. Coefficients of Mass Transfer in Turbulent Flow. Models for Mass Transfer in the Interphase. 5.-Single-Stage Processes. Introduction. Equilibrium Criteria. Equilibrium Conditions. Rule for the Phases of Gibbs and Degrees of Freedom. Vapor-Liquid Binary Systems (Absorption, Distillation). Liquid-liquid Ternary Systems (Extraction with Solvents). Solid-Liquid Systems (Liquefaction, Crystallization, and Adsorption). Gas-solid systems (Adsorption). Introduction to Multi-Phase systems. 6.-Multi-Stage Processes. Introduction. Cascade of Stages in Contact: Configuration in Parallel Currents, Crossed Currents, and Countercurrents. Cascade of Specific Stages in Contact: Solid-Liquid Cascades, Liquid-Liquid Extraction Cascades; Multi-Component Vapor-Liquid Cascades, Membrane Cascades. Hybrid Systems. General Calculation Methods: General Method of Approximate Calculation; Rigorous Calculation and General Simplified Methods. 7.-Equipment for Mass Transfer Processes. Introduction. General Characteristics of the Equipment used in Mass Transfer. Stage Efficiency. Mixer-Settler Tank. Plate Columns. Packed Columns. Other Equipment used in Mass Transfer Operations.			
METODOLOGÍA			
Theoretical information is presented during class hours and practical exercises are solved afterwards in increasing complexity. The use of computers is recommended due to the complexity of the calculations that have to be carried out. Thus, these exercises are solved by means of calculation sheets			
TIPOS DE DOCENCIA			



Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	52	8	22		8				

**Leyenda:**

M: Maistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 15%
- Exposición de trabajos, lecturas... 5%
- IRAKASGAIAREN JARRAIPENA ETA PARTE HARTZEA (FOROA) 5%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- CONTINUOUS ASSESSMENT TESTS OR EXAMS: 50-60% OF THE TOTAL
- PROBLEM-SOLVING AND CASE STUDIES: 10-15% OF THE TOTAL
- REALIZATION OF ASSIGNMENTS AND WRITTEN REPORTS: 10-15% OF THE TOTAL
- COMPUTER SKILLS (EXAM, REPORT, ATTENDANCE, ETC.): 5-10% OF THE TOTAL
- ORAL PRESENTATION (ASSIGNMENTS, REPORTS, PROBLEMS, CASE STUDIES, ETC.): 5-10% OF THE TOTAL
- TUTOR REPORTS ABOUT THE STUDENT: 5% OF THE TOTAL (Graduate in Chemical Engineering)

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- DURING THE SECOND CALL FOR EXAMS THE EVALUATION WILL BE BASED EXCLUSIVELY ON THE FINAL EXAM.

### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

egela

### BIBLIOGRAPHY

#### Basic bibliography

Costa, E., and cols. "Ingeniería Química. 5. Transferencia de materia". Ed. Alhambra,. Madrid (1986).  
 Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (10979-84).  
 Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (2006).  
 Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1980).

#### In-depth bibliography

Kirk-Othermer Encyclopedia of Chemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).  
 Perry, R.H. and cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).  
 Reid, R.C. and cols. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

#### Revistas

Internationl Journal of Heat and Mass Transfer, ISSN- 0947-7411. editado por Elsevier.

Heat mass transfer, ISSN- 0947-7411, editado por Springer.

#### Useful websites

Mass Transfer:

[eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html](http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html)  
[www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html](http://www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html)

Glossaries:

[higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences\\_glossary.pdf](http://higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences_glossary.pdf)  
[www.chemspy.com](http://www.chemspy.com)

Thermodynamic properties:

[webbook.nist.gov/chemistry/](http://webbook.nist.gov/chemistry/)  
[www.ddbst.com](http://www.ddbst.com)

**OBSERVACIONES**

GUÍA DOCENTE		2015/16	
Centre	310 - Faculty of Science and Technology	Ciclo	Indiferente
Plan	GINQUI30 - Bachelor`s Degree in Chemical Engineering	Curso	Third year
SUBJECT			
26736 - Chemical Reactor Design		ECTS Credits:	6
DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA			
<p>In this course we will learn how to design and scale biological and chemical reactors. The fundamentals target the calculation of reaction kinetics, mass balances and the reactor conditions (reactor type, volume, temperature, among others) assuming ideal systems; batch and continuous. We will set strategies for designing reactors and combination of them for simple reactions, including chemical and biological systems, setting the grounds for more complex heterogeneous systems, complex reactions, optimized temperature profiles and non-ideal flow reactors. Although the fundamental concepts and methodology of the course will be developed assuming ideal systems, we will also study the design considering real and complex ones, with special emphasis on heterogeneous reactors and biochemical reactors using enzymes and microorganisms.</p> <p>The course has a strong practical component and students learn to design reactors independently with the use of basic concepts, rather than memorizing formulas. Besides, the course requires a participatory attitude of each student for developing communication and teamwork skills. Thus, the subject requires solving personal and group assignments in a continuous evaluation fashion.</p> <p>Basic knowledge of mathematics, physics and chemistry, as well as more advanced thermodynamics and kinetics, fluid mechanics, heat transfer and mass transfer are applied.</p>			
COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
<p>Specific skills to be developed throughout the course:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&amp;#8226; Describing chemical and biochemical phenomena in the reactor through the use of mass and energy balances</li><li>&amp;#8226; Analysis and design of ideal homogeneous reactors</li><li>&amp;#8226; Optimization of process conditions from different perspectives, e.g. production, selectivity, economic, among others</li><li>&amp;#8226; Identifying and quantifying ideal flows or mixings, and its implications in the design of reactors</li><li>&amp;#8226; Simplified analysis of heterogeneous reactors used for chemical or biological processing</li><li>&amp;#8226; Introduce concepts associated with the reactor design as safety, environment and sustainability</li></ul> <p>Transversal skills to be developed throughout the course:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&amp;#8226; Manage information from different sources and databases</li><li>&amp;#8226; Communicate and transmit the knowledge, abilities and skills acquired</li><li>&amp;#8226; Planning group activities, including exercises and laboratory assignments</li><li>&amp;#8226; Promoting diversity, critical thinking and innovation</li><li>&amp;#8226; Develop leadership and management skills</li><li>&amp;#8226; Solving problems with scientific and technological quality criteria, respect for the environment and aiming sustainability</li><li>&amp;#8226; Focus concepts to the industrial production of goods</li></ul>			
CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS			
<p>1. Introduction. Basics of reactor design. Historical evolution. Reactor development. Homogeneous and heterogeneous reactors. Issues to consider in the design. Tools and design stages: micro and macrokinetic models. Current state of reactor design and future prospects.</p> <p>Section A. Homogeneous Reactor</p> <p>2. The batch reactor. Obtaining the kinetic equation using a batch reactor: integral and differential methods. Reactors for gas reactions with variable volume. Reactors for constant volume. Design equations in isothermal regime. The batch reactor with temperature profiles. Types of temperature regimes. Optimization criteria. Semicontinuous reactors.</p> <p>3. Plug flow continuous reactor. Concept of space time. Ideal plug flow. Design for different temperature regimes. Recirculation.</p> <p>4. Continuously stirred tank reactor. Concept of perfect mix. Design for different temperature regimes. Comparison with the ideal plugh flow reactor. Combination of reactors: analytical and graphic optimization. Comparison with isolated reactors.</p> <p>Section B. Optimization of Process Conditions</p> <p>5. Optimal design for simple reactions. Selecting the reactor design for simple reactions. Comparison of ideal reactors. Optimizing the process conditions.</p> <p>6. Optimal design for complex reactions. Reactor selection and design for complex reactions. Yield and selectivity. Comparison of reactors for reactions in series and parallel. Optimal design based on the study of selectivity.</p> <p>7. Optimal temperature regimes. Effect of temperature on the design in endothermic and exothermic reactions. Optimum</p>			



temperature profile in tubular reactors. Practical approaches in industrial reactors.

8. Continuous autothermal reactors. Stable operating conditions in reactors perfect mix. Stability and steady states. Effect of process variables. Autothermal operation in tubular reactors.

Section C. Real flow and transport in reactors Property

9. Not ideal flow reactors. Residence time distribution (RTD). Design for first-order reactions and other kinetics. Dispersion model. Tanks in series model.

10. Transport property considerations. Mass transfer and heat transfer. Mass transfer coefficients and heat characteristic. Design considerations. Scaling.

Section D. Heterogeneous reactors

11. Gas-solid reactors. Description and selection of the reactor. Fixed bed catalytic reactors: Design for different temperature regimes. Fluidized bed reactors and their application in catalytic and non-catalytic reactions. Design models.

12. Gas-liquid and gas-liquid-solid reactors. General concepts. Macroscopic models. Reactor types and criteria for reactor selection. Main applications.

Section E. Bioreactors

13. Bioreactors with microorganisms. Kinetics. Structured and unstructured models. Discontinuous and continuous reactor. 14. Biological reactors with enzymes. Kinetics. Immobilization of enzymes. Reactors with immobilized enzymes. Response strategies.

Section F. Security

15. Security, environmental and sustainability aspects. Boundary conditions for safety. Alternatives for a save design.

Environmental conditions. Contribution of reactor design to sustainability. Design innovations.

## METODOLOGÍA

Lectures

Oriented to set the fundamentals of the subject, and with examples and exercises for applying these fundamentals plus getting skills of problem solving.

Seminars

Students alone or gathered in groups will solve exercises requiring the skills acquired in the course and additional communication skills with collages. Groups would be made according to the different background of the members (BioTech + ChemE + Basque + Spanish) for boosting cooperative interaction. The seminars target to expand concepts, answer questions and develop student initiatives.

Exercises

The exercises are designed to develop the key skills associated with this course, with a parallel learning of other capacities as analysis, synthesis and communication.

Laboratory

Several aspects of the subject would be performed in the laboratory, solving practical examples pre-visualized in the tutorials and seminars. These laboratory assignments will be performed in dedicated apparatus and facilities available for the students. After the work, the students need to upload a manuscript with the most relevant aspects and results of the work.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	25	9	20	6					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	38	10	32	10					

**Leyenda:**

M: Maestral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 30%
- Prueba tipo test 30%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

For the final mark, tasks are weighted as follows:

• Continuous assessment 90%

&#8226; Group assignments and laboratory 10%  
The continuous assessment consists in 3 exams perfumed throughout the semester; each passed exam &#8220;eliminates&#8221; the corresponding part of the subject.  
If the student does not pass any of the continuous assessments, he/she will be examined in the final exam. Students have the right to increase the mark of each of the continuous assessments in the final exam, performing the required assignments.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

El examen de la convocatoria extraordinaria consistirá en la respuesta a una pregunta teórica, varias cuestiones y un problema.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Temas redactados y problemas resueltos por el profesor.

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 2002.  
Fogler, S.H., Essential of Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, New Jersey, 2011.  
Cuevas-García, R., Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos, Reactores Intermitentes, PFR y CSTR, Editorial Académica Española, Madrid, 2013.  
Conesa,J.A., Diseño de Reactores Heterogéneos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2010  
Hill, Ch. G., An Introduction to Chemical Reaction Engineering, John Wiley, Nueva York, 1977.

In-depth bibliography

Butt, J.B., Reaction Kinetics and Reactor Design, 2nd Edition, Marcel Dekker Inc., Nueva York,-Basel, 2000.  
Coker, A.K., Kayode, C.A., Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design, Elsevier Inc., 2001.  
Froment, G.F., Bischoff, K.B., Chemical Reactor Analysis and Design, 2nd Ed, John Wiley, Nueva York, 1990.  
Jakobsen, H.A., Chemical Reactor Modeling, Springer Berlin Heilderberg, Berlin, 2008.  
Rawlings, J.B., Ekerdt, J., Chemical Reactor Analysis and Design Fundamentals, Nob Hill Publishing, Madison. Wisconsin, 2002.

Revistas

AICHe Journal  
Chemical Engineering Journal  
Chemical Engineering Science  
Industrial Engineering Chemistry Research  
Chemical Engineering Education

Useful websites

OBSERVACIONES

## GUÍA DOCENTE

2015/16

### Centre

310 - Faculty of Science and Technology

### Ciclo

Indiferente

### Plan

GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering

### Curso

Third year

## SUBJECT

26762 - Processes of Separation

**ECTS Credits:** 6

## DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Separation processes of pure components, which have been developed for thousands of years, are nowadays vital components of chemical and biotechnological industries. Most of the elements of these plants deal with the purification of the raw materials, intermediates and final products. These processes are basically controlled by mass transfer and establish in most cases the profitability of the process.

This course requires the knowledge acquired in the subject &#8220;Mass Transfer&#8221;, studied in the first semester of the third year of Chemical Engineering and Biotechnology degrees and provides the knowledge required for the subject &#8220;Experimental Methods in Chemical Engineering II&#8221;, also studied during the third year of the Chemical Engineering degree.

## COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Analyzing installations, equipments or processes where matter suffers composition changes, by means of mass and energy balances.
  - Integrating basic and common concepts of engineering in Chemical Engineering, Biochemical Engineering and Biotechnology concepts.
  - Analyzing, modelling and calculating separation operation based on applied thermodynamic and matter transfer fundamentals.
  - Comparing theoretical models and simulation results with real units&#8217; results.
  - Managing information technologies.
  - Communicating and transferring knowledge, results and ideas in a professional and multidisciplinary environment.
  - Organizing and planning activities in working groups.
  - Developing leadership in working groups, by means of assigning work taking into account the group diversity.
  - Solving chemical Engineering and Biotechnology problems, considering quality and environmental safety.
- In this course we will learn the general characteristics of separation processes and the development of the most important ones: absorption and stripping, binary distillation, extraction, drying, crystallization, adsorption, ion exchange, chromatography, membrane separations.

## CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS

1. Introduction to separation processes. Separation processes in the chemical industry. Separation mechanisms: separations by phase addition or creation, separations by barriers, separations by solid agents, separations by external field or gradient. Operation alternatives. Product recovery and purity factor. Energy for separation. Selection of separation processes.
2. Absorption and stripping of dilute mixtures. Liquid-gas equilibrium of dilute mixtures. Equipment. Operation in stages: Operation in trayed towers. Stage Efficiency. Graphical and algebraic methods for determining the theoretical number of stages. Operation in packed columns. Height of the filler. HETP.
3. Distillation of Binary Mixtures. Vapour-liquid equilibrium. Distillation types. Auxiliary equipment. Equipment and Design Considerations. Flash distillation. Approximate graphical methods (McCabe-Thiele): Number of rectifying stages. Number of stripping stages. Feed-stage location. Optimum reflux ratio. Use of Murphree vapour efficiency. Rigorous graphical method (Ponchon Savarit). Operation in packed columns. Distillation under non-steady state.
4. Liquid&#8211;liquid extraction with ternary systems. Liquid-liquid equilibrium. Design considerations. Single stage extraction. Number of steps in multi-stage systems. Solvent optimum amount. Simplification in non-miscible systems.
5. Liquid-solid extraction. Liquid-solid equilibrium. Design considerations. Single stage extraction. Number of steps in multi-stage systems. Solvent optimum amount. Leaching diffusional model.
6. Solids drying. Drying equilibrium. Industrial dryers. Air-water interactions: wet temperature and saturation temperature. Solid drying kinetics. Models for dryers. Drying time in discontinuous dryers. Continuous dryers&#8217; dimensions. Improvement of the dryer&#8217;s efficiency.
7. Crystallization. Crystallization equilibrium. Crystal geometry and distribution. Crystallization kinetics: nucleation and crystal growing. Industrial equipments for crystallization. Mass and energy balances in crystallizers. Crystal-population

balance.

8. Adsorption, Ion Exchange and Chromatography. Adsorbents and ion exchangers. Adsorption and ion exchange equilibrium. Transfer processes in solid adsorbents. Discontinuous, semi-continuous and fixed bed adsorption and ion exchange processes design. Adsorption and ion exchange cycles. Chromatographic separations.
9. Introduction to membrane separations. Membrane materials. Modules and industrial units. Mass transfer in membranes. Dialysis and electrodialysis. Reverse osmosis. Microfiltration and ultrafiltration. Gas permeation. Pervaporation.

METODOLOGÍA

Lectures (M): The theoretical background of each subject will be provided, pointing out the most relevant aspects. This information must be complemented with the specific bibliography that will be supplied at the end of each lesson.

Tutorials (GA): Students will have to resolve, previously guided by the teacher, several problems related to each lesson.

Computer Labs (GO): A general problem of a separation process will be solved, using the software Excel (or similar). This case-study will be developed in working groups of three students, being each of them responsible for each of the stages that make up the whole process:

- Presentation of the main sheet (proposal, diagram and summary of the solution) and mass and energy balances.
- Calculation of the contact height or length.
- Calculation of the section and optimization of the process by minimizing the contactor's volume.

Seminars (S): These lessons will be focused on obtaining the needed information for solving the general design problem and its subsequent development in a spreadsheet. Attendance is compulsory.

On the other hand, with the aim of complementing the formation of the students in bibliographic research, autonomy and oral presentation skills, each group will have to carry out and present a theoretical work about membrane separations, as an example of an advanced separation process. This work involves defining the following aspects, being each of the members of the group responsible for one of them:

- Definition, historical development and contemporary equipment.
- Design methodology.
- Current and future applications.

TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	52	8	22		8				

**Leyenda:**

M: Maestría

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación mixta
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Trabajos individuales 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Midterms (2) and final exam: 70 % (40 % first mid-term, 30 % second mid-term).

Problems resolution and oral presentations at blackboard: 10 %

Carrying out and presenting a theoretical work on membrane separation: 10 % (5 % team mark, 5 % individual mark)

Computer skills (attendance, resolution and report of a case-study): 10 % (5 % team mark, 5 % individual mark)

A minimum score of 4 in the exams is required for counting the rest of tasks required for the final grade. A final exam and two midterms (lessons 1-5 (8th of April) and lessons 6-9 (13th of May)) will be carried out.

Passing the midterms will involve not having to do the final exam but both the theoretical and problems parts must be passed.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Final written exam (theory and problems): 70 %.

Marks of the works carried out during the course: 30 %

Optionally:  
Theoretical questions about membrane separations (10 %), solving a practical case using the Excel software (10 %) and an oral presentation of the developed Excel program, explaining the performed calculations (10 %).  
A minimum score of 4 in the exam is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (10979-84).

Henley, e.J., Seader, J.D. "Operaciones de separación por etapas de equilibrio en Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1988).

King, C.J. "Procesos de separación", Ed. Reverté, Barcelona (1980).

Seader, J.D., Henley, E.J. "Separation Process Principles". Ed. John Wiley, Nueva York (1998).

Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1970).

Blumberg, R., "Liquid-Liquid Extraction", Ed. Academic Press, London (1988).

Haselden, G.G., y cols. "Distillation &Absorption". Ed. Hemisfere Publishing, Nueva York (1991).

Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

In-depth bibliography

Kirk-Othermer Encyclopedia ofChemical Technology, 38 Ed. John Wiley (1978-84).

Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 68 Ed. Ed. McGraw Hill, Mexico(1993).

Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).

Reid, R.C. y cools. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

Revistas

Separation and Purification Methods, ISSN-0360-2540, editado por Taylor & Francis inc.

Separation and purification reviews, ISSN-1542-2119. editado por Taylor & Francis inc.

Separation Science and Technology, ISSN-0149-6395, editada por Taylor & Francis inc.

Useful websites

Enlaces de interés <http://iq.ua.es/links.html> Herramienta interactiva del Método de Ponchon y Savarit

<http://iq.ua.es/McCabe-V2/index.htm>

Herramienta interactiva del método de McCabe, <http://iq.ua.es/Ponchon/index.html>

Rectificación discontinua en columnas de relleno <http://w3.ua.es/ite/proyectos/proyectoRDCR/index.html>

Información del Physics Laboratory of NIST <http://physics.nist.gov/cuu/Units/>

IUPAC [http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html)

<http://lorien.ncl.ac.uk/ming/distil/distildes.htm>

Destilacion <http://www.brinstrument.com/fractional-distillation/links.html>

Extracción líquido-líquido <http://www.liquid-extraction.com/default.htm>

Equipo para extracción sólido-líquido [http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid\\_liquid\\_extraction](http://test-equipment.globalspec.com/Industrial-Directory/solid_liquid_extraction)

OBSERVACIONES