



**GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**  
**GUÍA PARA EL ALUMNADO DE 3º CURSO**  
**CURSO ACADÉMICO 2023-2024**

## Tabla de Contenidos

<b>1.- Información del Grado en Ingeniería Química .....</b>	<b>3</b>
Presentación .....	3
Competencias de la Titulación .....	3
Estructura de los Estudios de Grado.....	3
Las Asignaturas de Tercer Curso en el Contexto del Grado.....	4
Tipos de Actividades a Realizar .....	5
Trabajo de Fin de Grado .....	6
Movilidad .....	7
Prácticas académicas externas .....	7
Tutorías académicas.....	7
Plan de Acción Tutorial (PAT).....	7
Coordinación.....	7
Otra información de interés.....	8
<b>2.- Información específica para el grupo .....</b>	<b>9</b>
Asignación de estudiantes a grupos docentes .....	9
Calendario, horario y exámenes.....	9
Profesorado .....	9
<b>ANEXO I.....</b>	<b>10</b>

# 1.- 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 deberás solicitar el próximo año académico si deseas 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 necesites 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).

## 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.**

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

### 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. Se recomienda consultar la normativa:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

[http://www.ehu.eus/documents/19559/1492311/practicas\\_ext\\_IQ\\_es.pdf](http://www.ehu.eus/documents/19559/1492311/practicas_ext_IQ_es.pdf)

### 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 común a la rama Industrial y las específicas de Ingeniería Química. Indicar que las asignaturas "Transferencia de Materia" y "Diseño de Reactores", del primer cuatrimestre, y la asignatura "Procesos de Separación", del segundo cuatrimestre, se ofertan también en inglés (Mass Transfer, Reactor Design, Separation Processes, respectivamente).

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

MÓDULO	Tipo	Asignatura	Semestre	Créditos
Tecnología Específica de IQ	Obligatoria	Experimentación en Ingeniería Química II	1-2	9
Tecnología Específica de IQ	Obligatoria	Ingeniería de Procesos y Producto	1-2	9
Tecnología Específica de IQ	Obligatoria	Transferencia de Materia	1	6
Tecnología Específica de IQ	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 de IQ	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.**

Asignatura	Resumen del contenido de las asignaturas
Experimentación en Ingeniería Química II	Prerrequisitos: Para matricularse de esta asignatura los alumnos deberán haberse matriculado, al menos una vez, de las siguientes asignaturas: <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> 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.
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 página web de la Facultad de Ciencia y Tecnología, correspondiente al Grado de Ingeniería Química:

<https://www.ehu.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-ingenieria-quimica>

## Tipos de Actividades a Realizar

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	
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>74</b>	<b>15</b>	<b>48</b>	<b>40</b>

**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	
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>51</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>30</b>

## Trabajo de Fin de Grado

El Trabajo Fin de Grado (TFG) supone la realización por parte de cada estudiante y de forma individual de un proyecto, memoria o estudio original bajo la supervisión de uno o más directores o directoras, en el que se integren y desarrollen los contenidos formativos recibidos, capacidades, competencias y habilidades adquiridas durante el periodo de docencia del Grado.

En la Normativa sobre la elaboración y defensa del TFG de la FCT-ZTF se detallan las fases del TFG y los requisitos a cumplir para que un/a estudiante comience a elaborar su TFG. Las fechas importantes para el curso 2023/24 son las siguientes:

**Preinscripción (12-14 de julio de 2023, ambos inclusive):** preinscripción mediante formulario online:

[https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/tfg\\_aurreinskripzioa](https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/tfg_aurreinskripzioa)

**Inscripción:** para poder inscribir el TFG, el máximo de créditos pendientes para finalizar el grado es de 72 (60 créditos de cuarto curso más 12 pendientes de cursos anteriores). Dos vías:

- o **1-8 de septiembre de 2023** (ambos inclusive): las profesoras y profesores inscriben los **trabajos acordados** con el alumnado, a la vez que registran la **oferta de trabajos no acordados** para su posterior selección por el alumnado.
- o **20-22 de septiembre de 2023** (ambos inclusive): Selección en GAUR de temas por el alumnado que **no** haya **acordado** previamente un trabajo. Se podrán elegir del listado un máximo de cinco temas.

**Adjudicación (25-29 de septiembre de 2023, ambos inclusive):** todos los temas de TFG son definitivamente adjudicados, tras lo cual, a cada estudiante le llega un correo electrónico.

**Matriculación, entrega de la memoria y defensa:** la matrícula dará derecho a dos convocatorias oficiales de defensa en cada curso académico. Para la matriculación, se deben tener superados todos los créditos del Grado a excepción del TFG. Las fechas de matriculación y defensa para el curso 2023/24 serán:

Convocatoria	Matrícula y Entrega memoria	Defensa
Febrero	12-15 de febrero de 2024	4-8 de marzo de 2024
Junio	19-21 de junio de 2024	10-12 de julio de 2024
Agosto	19-23 de julio de 2024	4-6 de septiembre de 2024

### **Más información sobre el TFG:**

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/trabajos-fin-grado>

[https://www.ehu.eus/documents/19559/37321287/IQ\\_TFG\\_es.pdf/011dc42a-fff6-1ffc-462c-79047d3e4c56?t=1676619808436](https://www.ehu.eus/documents/19559/37321287/IQ_TFG_es.pdf/011dc42a-fff6-1ffc-462c-79047d3e4c56?t=1676619808436)

## **Movilidad**

---

Es posible cursar un semestre o un curso académico en otra universidad en el marco de uno de los programas de intercambio en los que participa la Facultad. Los requisitos a cumplir y otra información de interés pueden consultarse en <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/programas-intercambio-alumnado>.

## **Prácticas académicas externas**

---

La realización de prácticas en entidades externas facilita la incorporación de los estudiantes al mundo laboral, proporcionando, además de conocimientos y competencias de contenido práctico, experiencia profesional. Además de las prácticas externas curriculares (obligatorias), en el Grado en Ingeniería Química es posible realizar también prácticas externas extracurriculares (de carácter voluntario). Para poder realizar las prácticas académicas externas, se deberán haber superado 120 ECTS. Más información en: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

## **Tutorías académicas**

---

La tutoría académica es un proceso que consiste básicamente en brindar asesoría y orientación académica a las y los estudiantes a través de un profesor o una profesora. Esta asesoría está encaminada a apoyar al alumnado en las materias que están cursando. A comienzo de cada cuatrimestre cada docente dará a conocer su horario de tutorías.

## **Plan de Acción Tutorial (PAT)**

---

El Plan de Acción Tutorial (PAT) ofrece a las y los estudiantes la oportunidad de disponer de un profesor tutor o de una profesora tutora que favorecerá su integración en la vida universitaria y les orientará durante toda su trayectoria académica.

Las profesoras tutoras y los profesores tutores pretenden:

- apoyar y orientar a las y los estudiantes en su proceso de formación integral, en su aspecto tanto académico como personal y profesional.
- favorecer la integración de las y los estudiantes en la actividad académica de la Facultad.
- informar a las y los estudiantes sobre los servicios y actividades que tienen a su disposición en el ámbito universitario.
- identificar las dificultades que pueden aparecer durante el desarrollo de los estudios y facilitar el desarrollo de habilidades y estrategias de aprendizaje.
- asesorar en la toma de decisiones, especialmente en la elección del itinerario curricular.
- transmitir información que pueda resultar de interés para el desarrollo académico y profesional de las y los estudiantes.

La asignación de tutores o tutoras a cada estudiante del Grado en Ingeniería Química se realizará al inicio del primer curso. Esa asignación permanecerá vigente hasta la obtención del Grado.

## **Coordinación**

---

La coordinación del Grado recae en la Comisión de Estudios de Grado (CEG). Esta realiza funciones de apoyo al desarrollo curricular, seguimiento, revisión y mejora del Grado. A la hora de redactar esta guía, la CEG del Grado en Ingeniería Química está formada por:

Tipo	Coordinador/a	Datos de contacto
<b>Grado</b>	<b>Javier Ereña Loizaga</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:javier.arena@ehu.eus">javier.arena@ehu.eus</a> 946015363 B1.P1.14
<b>1º curso</b>	<b>Miriam Arabiourrutia Gallastegi</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:miriam.arabiourrutia@ehu.eus">miriam.arabiourrutia@ehu.eus</a> 946018149 B1.P2.8
<b>2º curso PAT</b>	<b>Asier Aranzabal Maiztegi</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:asier.aranzabal@ehu.eus">asier.aranzabal@ehu.eus</a> 946015554 B1.P1.15
<b>3º curso Prácticas externas</b>	<b>Eva Epelde Bejerano</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:eva.epelde@ehu.eus">eva.epelde@ehu.eus</a> 946015361 A4.P1.8
<b>4º curso TFG</b>	<b>Beñat Pereda Ayo</b> Dpto. Ingeniería Química	<a href="mailto:benat.pereda@ehu.eus">benat.pereda@ehu.eus</a> 946012263 B1.P1.15

Se puede consultar información actualizada de la CEG del Grado en Ingeniería Química en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/comisiones-grado#ComisionesdeEstudios7>

Además, para cada asignatura del Grado se ha nombrado un/a coordinador/a de asignatura que se encarga de coordinar el equipo docente que la imparte. La relación de coordinadores/as de asignaturas del Grado en Ingeniería Química puede consultarse en el siguiente enlace:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/coordinacion-asignaturas-ig>

## Otra información de interés

En algunas asignaturas del Grado, el equipo docente utiliza un aula virtual de apoyo a la docencia presencial. Estas aulas están en eGela (<https://egela.ehu.eus>). Para acceder a eGela hay que introducir el usuario LDAP, que se asigna a cada estudiante al realizar la matrícula como alumnado de nuevo ingreso. También se utiliza el usuario LDAP para acceder a GAUR, herramienta informática para la realización de trámites administrativos y la consulta de datos relativos a la vida académica del alumnado.

Cada estudiante matriculado en el Grado en Ingeniería Química dispone de una cuenta de correo electrónico corporativa, cuya dirección y contraseña le fueron entregadas al realizar la matrícula como alumnado de nuevo ingreso. A esta cuenta de correo corporativa se remiten todos los mensajes del profesorado, de eGela, del equipo decanal u otros estamentos universitarios. Es posible redirigir los mensajes que llegan a esta cuenta al correo personal. Más información en: [https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc\\_alumnado](https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/bbc_alumnado)  
También dispone de un servicio de albergue de disco (<https://www.ehu.eus/es/group/ikt-tic/bildu>).

Ante cualquier duda o problema en la utilización del correo corporativo o en general de los servicios informáticos de la UPV/EHU, se recomienda contactar con CAU vía web <http://lagun.ehu.eus>, utilizando el usuario LDAP. Para más información sobre el CAU visitar: <http://www.ehu.eus/cau>.

El Servicio de Asesoramiento del Estudiante de la Facultad de Ciencia y Tecnología (SAECYT) asesora al estudiante y realiza los trámites necesarios para poder realizar prácticas en empresa o participar en un programa de intercambio. Se encuentra ubicado en la Secretaría de la Facultad. Más información sobre el SAECYT en <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/atencion-estudiantes>

### Más Información sobre el Grado en Ingeniería Química:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/grado-ingenieria-quimica>

### Página web de la Facultad:

<https://www.ehu.eus/zientzia-teknologia-fakultatea>



---

## **2.- Información específica para el grupo**

---

### **Asignación de estudiantes a grupos docentes**

---

Durante las primeras semanas de clase se informará de la asignación de cada estudiante a los grupos docentes en las diferentes modalidades docentes para las que haya más de un grupo programado.

### **Calendario, horario y exámenes**

---

El calendario lectivo del Centro puede consultarse en la página web:

<https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/calendario>

El horario, con la correspondiente información sobre las aulas donde se impartirá cada actividad, así como el calendario oficial de exámenes, se publica y actualiza en la web de la Facultad. Pueden consultarse en: <https://www.ehu.eus/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/egutegia-ordutegiak>. Además, en el enlace anterior también pueden consultarse los tribunales de 5ª y 6ª convocatoria nombrados para las asignaturas del Grado.

### **Profesorado**

---

La información sobre el profesorado (datos de contacto, horas de tutoría) que imparte las asignaturas de este grupo puede consultarse en la web institucional del grado:

<https://www.ehu.eus/es/web/guest/grado-ingenieria-quimica/profesorado>

Para acceder a la información de un profesor/a en el enlace anterior, basta con pinchar en el nombre del profesor/a.

**ANEXO I**  
**(GUÍAS DOCENTES DE LAS ASIGNATURAS)**

Las asignaturas vienen ordenadas por orden alfabético.

**COURSE GUIDE**

2023/24

**Faculty**

310 - Faculty of Science and Technology

**Cycle**

.

**Degree**

GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering

**Year**

Third year

**COURSE**

26736 - Chemical Reactor Design

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

This course establishes the fundamentals for the design and scale-up of both continuous and discontinuous chemical and biological reactors, together with a design methodology based on reaction kinetics and heat and mass transfer balances. Accordingly, students will be able to select the suitable reactor type for a given reaction system, and establish the reactor dimensions and operating conditions

Although the course 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 particular emphasis on heterogeneous reactors and biochemical reactors using enzymes and microorganisms.

The course has a strong practical component aimed at instructing students in the design of reactors, which requires their participative engagement with subject's learning process rather than memorizing questions and exercises.

The subject requires solving personal and group assignments on the basis of continuous evaluation assessment. This requires basic understanding of mathematics, physics and chemistry, as well as advanced thermodynamics and kinetics, fluid mechanics, and heat and mass transfer.

Although the basic concepts and methodology are developed in terms of ideal flow, the design will also be approached by considering nonideal flow and the features and fundamentals of heterogeneous reactors, with special emphasis placed on biochemical reactors containing enzymes and microorganisms

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT**

Specifics: Describing chemical and biochemical phenomena in the reactor through the use of mass and energy balances. Analysis and design of ideal homogeneous reactors. Optimization of process conditions from different perspectives, e.g. production, selectivity, economic, among others. Identifying and quantifying ideal flows or mixings, and its implications in the design of reactors. Simplified analysis of heterogeneous reactors used for chemical or biological processing. Introduce concepts associated with the reactor design as safety, environment and sustainability.

Transversals: Manage information from different sources and databases. Communicate and transmit the knowledge, abilities and skills acquired. Planning group activities, including exercises and laboratory assignments. Promoting diversity, critical thinking and innovation. Develop leadership and management skills. Solving problems with scientific and technological quality criteria, respect for the environment and aiming sustainability. Focus concepts to the industrial production of goods.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

**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.

**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.

**PLUG FLOW CONTINUOUS REACTOR.** Concept of space time. Ideal plug flow. Design for different temperature regimes. Recirculation.

**CONTINUOUSLY STIRRED TANK REACTOR.** Concept of perfect mix. Design for different temperature regimes. Comparison with the ideal plug flow reactor. Combination of reactors: analytical and graphic optimization. Comparison with isolated reactors.

**OPTIMAL DESIGN FOR SIMPLE REACTIONS.** Selecting the reactor design for simple reactions. Comparison of ideal reactors. Optimizing the process conditions.

**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.

**OPTIMAL TEMPERATURE REGIMES.** Effect of temperature on the design in endothermic and exothermic reactions. Optimum temperature profile in tubular reactors. Practical approaches in industrial reactors.

CONTINUOUS AUTOTHERMAL REACTORS. Stable operating conditions in reactors perfect mix. Stability and steady states. Effect of process variables. Autothermal operation in tubular reactors.

NOT IDEAL FLOW REACTORS. Residence time distribution (RTD). Design for first-order reactions and other kinetics. Dispersion model. Tanks in series model.

TRANSPORT PROPERTY CONSIDERATIONS. Mass transfer and heat transfer. Mass transfer coefficients and heat characteristic. Design considerations. Scaling.

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.

GAS-LIQUID AND GAS-LIQUID-SOLID REACTORS. General concepts. Macroscopic models. Reactor types and criteria for reactor selection. Main applications.

BIOREACTORS WITH MICROORGANISMS. Kinetics. Structured and unstructured models. Discontinuous and continuous reactor.

BIOLOGICAL REACTORS WITH ENZYMES. Kinetics. Immobilization of enzymes. Reactors with immobilized enzymes. Response strategies.

SECURITY, ENVIRONMENTAL AND SUSTAINABILITY ASPECTS. Boundary conditions for safety. Alternatives for a safe design. Environmental conditions. Contribution of reactor design to sustainability. Design innovations.

#### TEACHING METHODS

Seminars to extend the fundamentals, answer any questions solve doubts and develop student initiatives.

Classroom practices to perform exercises in an interactive way, and promote synergy with lectures.

Laboratory practices to address the main fundamentals of reactor design and nonideal flow.

Although the fundamentals are theoretical concepts, the subject is intended to be essentially practical and applied.

Exercises and questions will provide students with an overall instruction.

Students will have the opportunity to develop their own personal initiatives in problem-solving within an internationally established methodology.

#### TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	25	9	20	6					
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	38	10	32	10					

**Legend:** M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups  
 GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups  
 TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

#### Evaluation methods

- End-of-course evaluation

#### Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 90%

- Exercises, cases or problem sets 10%

#### ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The continuous assessment requires the uninterrupted assistance to class (unless justified).

The student who chooses the final exam option needs to communicate to the subject teacher in a written document, explicitly renouncing to the continuous assessment.

The student who chooses the continuous assessment will be evaluated by three partial exams that need to be passed. In case one or two exams are passed, the corresponding topics included in the exam/s will be "eliminated". In these particular cases, the student will be re-evaluated with the exam/s not passed the day of the final exam.

The student has the chance to rise her/his mark in the final exam by performing the one, several partial/s or the entire subject exam.

The final mark of the subject will be the result of: 90% exams: average of the three partial exams of the entire subject exam; 10% lab. practices and complementary works.

## EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The extraordinary exam consists of a theoretical question, several short questions, and an exercise.

## MANDATORY MATERIALS

Topics delivered by the teacher and explained in the classroom, and exercises set by the teacher and used in the classroom.

## BIBLIOGRAFÍA

### 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.

### Detailed 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.

### Journals

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

### Web sites of interest

## OBSERVATIONS

During the evaluation tests it is not allowed to use books, notes or notebooks, as well as any kind of mobile phone, computer or electronic devices. Only didactic material, devices or computer authorized by the teaching team may be used. If unethical or dishonest behaviour is detected the protocol dealing with academic ethics and prevention of fraudulent and dishonest behaviour in evaluation test and academic assessments in the UPV/EHU will be applied.



**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26736 - Diseño de Reactores

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

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.

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.

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.

El aprendizaje exige engarzar los conocimientos de diferentes materias de la asignatura, lo que exige seguimiento y participación del alumno continuados.

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.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Específicas: Descripción mediante 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.

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.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

**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.

**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.

**REACTOR CONTINUO TUBULAR.** El tiempo espacial. Flujo ideal de pistón. Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Recirculación.

**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.

**DISEÑO OPTIMO PARA REACCIONES SENCILLAS.** Selección del reactor y diseño para reacciones sencillas. Comparación de reactores ideales. Optimización de las condiciones de proceso.

**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.

**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.

**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 BIOLÓGICOS CON MICROORGANISMOS. Cinética. Modelos estructurados y no estructurados. Reactor discontinuo y continuo.

REACTORES BIOLÓGICOS 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 iniciativas 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 el alumno tenga 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/a	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 final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 90%  
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación continua exige la asistencia continuada a clase (salvo justificación).

El alumno/a que opte por el examen final deberá comunicarlo por escrito al profesor de la asignatura, renunciando explícitamente a la evaluación continua.

El alumno/a sometido a evaluación continua realizará tres exámenes parciales, que habrán de ser aprobados para aprobar la asignatura. En caso de aprobar uno o dos, el alumno/a eliminará la materia correspondiente y se tendrá que examinar en el examen final de la materia no eliminada.

Aquellos alumnos/as que habiendo aprobado los tres parciales, quieran subir nota, podrán realizar el examen final, cumplimentado los cuestionarios correspondientes a los parciales cuya evaluación quieran mejorar.

La calificación final será consecuencia de del resultado de los exámenes parciales, o del examen final (90 % en ambos casos) y de la evaluación de los guiones de prácticas y trabajos complementarios (10 %).

## 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.

## BIBLIOGRAFÍA

### 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

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU.

**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26759 - Experimentación en Ingeniería Química II

**Créditos ECTS :** 9**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

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:

- Transferencia de materia
- Procesos de separación
- Diseño de reactores
- Instrumentación y control de procesos químicos

Objetivos: Desarrollo práctico (a nivel de laboratorio) del conocimiento adquirido en las asignaturas cursadas en el tercer curso del Grado en Ingeniería Química.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Competencias:

- 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.
- Aplicar los resultados experimentales para realizar diseños de instalaciones de procesos.

Resultados:

- Diseñar y gestionar procedimientos de experimentación aplicada sobre transferencia de materia, operaciones de separación, reactores químicos y control de procesos.
- Redactar informes de forma profesional.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

Temario:

Bloque A) Transferencia de materia y Operaciones de separación

Práctica 1. Cálculo de coeficientes de difusión: Experimento de Winkelman.

Práctica 2. Cálculo de coeficiente individual de transferencia de materia: Transferencia de materia aire-agua en columna de pared mojada y columna de goteo.

Práctica 3. Cálculo de coeficiente global de transferencia de materia: Intercambio iónico en tanque de mezcla.

Bloque B) Diseño de Reactores

Práctica 4. Estudio de variables de operación en reacciones gas-sólido catalíticas sobre catalizador ácido

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

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

Bloque C) Operaciones de separación

Práctica 7. Desorción de amoníaco en disolución acuosa.

Práctica 8. Destilación de una mezcla binaria.

Práctica 9. Extracción líquido-líquido.

Práctica 10. Intercambio iónico en lecho fijo.

Bloque D) Control de Procesos Químicos.

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.

Práctica 12. Análisis de un control en cascada. Sintonía de los controladores. Sintonía en la planta.

Práctica 13. Control multivariable de un sistema con dos lazos de control. Análisis de la interacción. Sintonía de los dos controladores.

**METODOLOGÍA**

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.

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 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 las 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. Antes de comenzar con las sesiones de GL, en las horas de seminario, los alumnos tendrán que realizar un examen oral referente a cada práctica, que será evaluado por el profesor correspondiente. Los estudiantes dispondrán de un máximo de 2 oportunidades para aprobar el examen oral (5/10) y en caso de no lograrlo serán penalizados reduciendo la nota de dicha práctica al 50%. Al final de cada sesión de GL, los alumnos han de enviar al profesor correspondiente un fichero Excel con los datos obtenidos en la práctica realizada y que luego usarán para realizar el informe. Si no se entrega el fichero Excel no se podrá entregar el informe de prácticas. Después de que los alumnos hayan realizado las prácticas correspondientes, se llevan a cabo otras sesiones de seminario para la aclaración del tratamiento de los datos y cálculos necesarios para realizar el informe correspondiente a cada una de las prácticas. Desde este momento, los alumnos dispondrán de aproximadamente dos semanas más para la entrega final de los informes.

#### 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/a	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 continua
- Sistema de evaluación final

#### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 40%
- Defensa oral 10%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- 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.): 10% del total.  
Examen oral inicial: 10% del total.

Sistema de evaluación continua:

Se realizará un examen oral inicial para cada práctica a realizar. En caso de que no se apruebe la prueba oral (5/10) la nota de dicha práctica se reducirá al 50%. Además, se realizarán dos exámenes parciales a lo largo del curso. Para evitar la realización del examen final, los alumnos tendrán que aprobar (5/10) cada uno de los bloques de los exámenes parciales. En el examen final, el alumno tendrá que examinarse de aquellos bloques de la asignatura que no ha aprobado en los exámenes parciales. Si el alumno obtuviese en uno de los bloques del examen final una nota superior a la conseguida en el mismo bloque en el examen parcial, se tendrá en cuenta la nota conseguida en el examen final, pero si fuese menor, se considerará la media de ambos valores. Para poder aprobar la asignatura, será necesario haber obtenido al menos un 3.5/10 en cada uno de los bloques tras el examen final. Además, se exigirá una nota media de examen de 4.5/10. También se exigirá a cada alumno haber realizado todas las prácticas de laboratorio, ser autor o coautor de todos los informes de prácticas y tener aprobada la nota media de informes y de laboratorio.

Sistema de evaluación final:

El alumno tendrá un plazo de 18 semanas a contar desde el comienzo del curso para presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua. De este modo, el alumno no tendrá derecho a ser evaluado mediante los exámenes parciales. Para poder aprobar la asignatura, se exigirá: Obtener al menos un 3.5/10 en cada uno de los bloques del examen final, una nota media de examen de 4.5/10, además de haber realizado todas las prácticas de laboratorio, ser autor o coautor de todos los informes de prácticas y tener aprobada la nota media de informes y de laboratorio.



## RENUNCIA A LA CONVOCATORIA

Tanto en el caso de evaluación final, como en el caso de evaluación continua, al ser el peso de la prueba final de la asignatura "Experimentación en Ingeniería Química II" superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea <<no presentado o no presentada>>. (Art. 12.2 Texto aprobado en la Comisión de Grado del día 16 de mayo de 2019 y aplicable en 2019/20)

En el caso de que las condiciones sanitarias impidan la realización de la evaluación en los términos descritos con anterioridad, para todo o parte del alumnado matriculado en la asignatura, se atenderán las directrices emitidas por el Rectorado sobre la evaluación en el momento de realizarla.

Todos los alumnos matriculados en la asignatura han de realizar todas las pruebas (examen oral, prácticas de laboratorio, informes y examen final), independientemente de la convocatoria en la que se encuentren.

## 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 3.5/10 en el examen escrito en cada uno de ellos. Además, se exigirá una nota media de examen de 4.5/10. 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.

En el caso de que las condiciones sanitarias impidan la realización de la evaluación en los términos descritos con anterioridad, para todo o parte del alumnado matriculado en la asignatura, se atenderán las directrices emitidas por el Rectorado sobre la evaluación en el momento de realizarla.

Todos los alumnos matriculados en la asignatura han de realizar todas las pruebas (examen oral, prácticas de laboratorio, informes y examen final), independientemente de la convocatoria en la que se encuentren.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Guiones de cada práctica  
Cuaderno de laboratorio

## BIBLIOGRAFÍA

### 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 Theory 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). (2ª 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**

2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26760 - Ingeniería de Materiales

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

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, &#8230;

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

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.

Cursar esta asignatura contribuirá a que el alumno sea capaz de:

- 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.
- Resolver problemas de las materias comunes de la rama industrial, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente y sostenibilidad.
- 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.
- Comunicar y transmitir, básicamente, por escrito y de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

1. Introducción: Clasificación de los materiales. Relación estructura-propiedades-procesado. Diseño y Selección de materiales
2. Difusión: Mecanismos de difusión. Estado estacionario y no estacionario. Aplicaciones de la difusión en el procesado de materiales. Sinterización.
3. Equilibrio de fases. Sistemas binarios y ternarios. Microestructuras. Diagramas de importancia tecnológica.
4. Propiedades térmicas: Capacidad calorífica. Dilatación térmica. Conductividad térmica. Esfuerzos térmicos.
5. Materiales metálicos: Clasificación. Procesado de materiales metálicos. Tratamientos térmicos. Aleaciones férricas: aceros y fundiciones. Aleaciones no férricas. Aleaciones ligeras.
6. Materiales cerámicos: Estructura. Propiedades. Procesado de los cerámicos. Arcillas. Vidrios. Refractarios. Cementos. Abrasivos. Zeolitas. Cerámicas avanzadas.
7. Materiales poliméricos. Clasificación. Solubilidad y estabilidad química. Cristalinidad. Comportamiento térmico y mecánico. Tipos de polímeros: plásticos (termoplásticos y termoestables), elastómeros, fibras, películas, ...
8. Materiales compuestos: Clasificación. Función de la fibra y de la matriz. Materiales reforzados por partículas y por fibras. Anisotropía. Materiales en capas.
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.
10. Técnicas de caracterización de materiales Difracción de rayos X. Análisis térmico. Microscopía electrónica. 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/a	30	45	15						

**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 continua
- 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 Continua

La contribución de las diferentes partes a la nota final es:

- Examen teórico (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 por escrito al profesor antes de finalizar la novena 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

#### BIBLIOGRAFÍA

##### Bibliografía básica

W.D. Callister, D.G. Rethwisch, "Materials Science and Engineering", 9th ed; John Wiley & Sons, E.E.U.U. (2013).  
"Ciencia e Ingeniería de Materiales", traducción de la 9th ed; Ed. Reverté. Barcelona (2016). W.D. Callister, "Materialien zientzia eta ingeniartzatza. Hastapenak", 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, "Engineering Materials: An introduction to Properties, applications and Design". 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, "Ciencia e Ingeniería de Materiales", Thomson (2004)

J.F. Shackelford, "Introduction to Materials Science for Engineers". 7ª ed., Pearson Prentice Hall, NJ (2009). J.F.

Shackelford, "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros", 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, "Ciencia de Materiales: Selección y Diseño"; Pearson Educación., Mexico (2001)

J.M. Montes, F.G. Cuevas, J. Cintas, "Ciencia e Ingeniería de los Materiales". Paraninfo, Madrid (2014)

#### **Revistas**

Nature Materials, Chemistry of Materials, Journal of Materials Chemistry

#### **Direcciones de internet de interés**

#### **OBSERVACIONES**

**GUÍA DOCENTE** 2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología

**Ciclo** Indiferente

**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química

**Curso** 3er curso

#### ASIGNATURA

26757 - Ingeniería de Procesos y Producto

**Créditos ECTS :** 9

#### DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

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.

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.

La asignatura "Ingeniería de Procesos y Producto" es una de las materias obligatorias anuales que se imparte en el 3º curso del Grado en Ingeniería Química. Se sitúa dentro del módulo 3 denominado "Tecnología Específica: Ingeniería Química" y está estrechamente relacionada con el resto de materias de su módulo (Bases de la Ingeniería Química, Fundamentos de Ingeniería Bioquímica, Transferencia de materia y Operaciones de separación, Cinética de procesos químicos y Reactores químicos), así como con asignaturas del Módulo común de Rama Industrial (Mecánica de fluidos, Termodinámica y Transmisión de Calor) y otras del Módulo de Formación Básica (Cálculo Numérico y Economía General). Por tanto, para poder desarrollar la asignatura sin excesiva dificultad se debe tener dominio en:

- (1) Plantear y resolver balances de materia y energía de procesos;
- (2) Resolver la estequiometría de la reacción y calcular la conversión y selectividad del reactivo;
- (3) Aplicar el 1º y 2º principio de la termodinámica.
- (4) Determinar las propiedades termodinámicas (U, H, S) de vapor de agua y del aire, mediante tablas y diagramas termodinámicos (P-V, T-S, etc.)
- (5) Aplicar conceptos de transferencia de materia (equilibrio líquido-vapor); de operaciones de separación (destilación sencilla), de transporte de fluidos (bombas, compresores, etc.), de transferencia de calor; y,
- (6) Aplicar métodos de cálculo numérico asistido por ordenador.

#### COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los resultados de aprendizaje a los que debe llegar el alumno al final de la asignatura y que serán objeto de evaluación son:

1. Realizar el diseño básico (caso base) del proceso.
2. 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.
3. Realizar e interpretar un diagrama de flujo del proceso.
4. Emplear la conversión y la selectividad y velocidad de reacción en el balance y diseño de un reactor químico.
5. Preparar y resolver la simulación asistida por ordenador del proceso propuesto.
6. Emplear las heurísticas apropiadas en cada etapa del diseño.
7. Seleccionar el equipo adecuado para las operaciones básicas del proceso y determinar los parámetros base de su diseño.
8. Realizar la integración energética para la minimización de recursos energéticos a través de la tecnología pinch.
9. Estimar los costes de fabricación y operación de un proceso químico industrial.
10. Estimar la viabilidad económica del un proceso químico industrial.
11. Comunicar los resultados de diseño a través de un informe técnico.
12. Realizar el diseño de proceso en equipo.
13. Planificar actividades para el diseño de proceso químico.
14. Emplear criterios de seguridad y de protección del medio ambiente en el diseño de un proceso químico industrial.
15. 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.
16. Describir y contextualizar la evolución histórica y las tendencias futuras de la industria química a través de una línea del tiempo.
17. Describir, interpretar y justificar el esquema general de fabricación de los principales productos de la industria química.



18. Identificar las materias primas implicadas en los diferentes procesos de fabricación de la industria química.
19. Establecer la dosificación adecuada de las materias primas, mediante diagramas de equilibrio, balances de materia y/o energía de los diferentes procesos químicos.
20. Determinar la producción de aire líquido en instalaciones industriales.
21. Identificar y justificar razonadamente las condiciones de operación utilizadas en las diferentes industrias químicas.
22. Describir las diferentes aplicaciones de los principales productos químicos.

#### Competencias :

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

#### Competencias Específicas

- M03CM01. 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.
- M03CM02. Integrar con los fundamentos básicos y los comunes a las ingenierías los fundamentos de la Ingeniería Química y de la Ingeniería Bioquímica.
- M03CM03. Analizar, modelizar y calcular operaciones de separación en base a los principios de termodinámica aplicada y transferencia de materia.
- M03CM05. Describir e integrar los procesos de transformación de materias primas con criterios de innovación, calidad de producto y sostenibilidad.
- M03CM06. Manejar técnicas de la Industria Química, medida y cálculo de propiedades de materias primas, unidades de proceso y productos.
- M03CM10. Establecer criterios de mejora de procesos como antesala de iniciativas de investigación, desarrollo e innovación.

#### Competencias Transversales

- M03CM11. 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.
- M03CM12. Comunicar y transmitir, eficazmente por escrito y básicamente de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos, en un entorno pluridisciplinar y multilingüe.
- M03CM13. 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.
- M03CM14. Desarrollo del liderazgo de grupos de trabajo, con asignación de tareas, estableciendo estructuras con reconocimiento de la diversidad del grupo.
- M03CM15. Resolver problemas de las materias correspondientes a la Ingeniería Química, planteados con criterios de calidad, sensibilidad p

### CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

#### 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 refinado del petróleo. Fraccionamiento. Procesos catalíticos y no catalíticos de conversión. FCC. Hidrocrackeo. 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. Análisis de video tutoriales
4. Cuestionarios.
5. Resolución de ejercicios (simulación, integración de calor, estimación de costes, análisis de viabilidad, consumo de materiales y energía, etc.
6. Clases magistrales.
7. Búsqueda bibliográfica.
8. Exposición de trabajos.
9. 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/a	75	24	26		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 continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 55%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 45%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

El sistema de evaluación de la asignatura es continuo. Por ello, a lo largo del curso, se proponen con cierta periodicidad actividades, de carácter evaluable, que facilitan la asimilación y el desarrollo progresivo de los resultados a los que se debe llegar.

**EXAMEN (40 -60%)**  
Individual.

Se realizarán dos exámenes parciales, en enero y en mayo/junio. El primero sobre el diseño de procesos químicos y el segundo sobre los productos básicos de la industria química y procesos de fabricación. Se requiere una calificación mínima de 5 en cada uno de los exámenes parciales. Los alumnos que no superen alguno de esos dos exámenes parciales podrán superarlas en una prueba final en junio.

**TRABAJOS INDIVIDUALES Y EN EQUIPO. (40-60%)**

El aprendizaje del primer parcial se vertebrará entorno a un proyecto de diseño de un proceso químico industrial a realizar en equipos con varios entregables parciales y un informe final. Se requiere una calificación mínima de 5. Los alumnos que no superen dispondrán de otra oportunidad en la prueba final de junio.

En el segundo parcial se realizarán casos prácticos/problemas a resolver de manera individual y/o grupal sobre las diferentes industrias químicas, incidiendo en los principales aspectos de diseño y en la dosificación de las materias primas. Por otro lado, se realizarán trabajos en grupo donde se analizarán diferentes industrias químicas y se justificarán los criterios de diseño y operación establecidos a nivel industrial.

#### NOTAS sobre RENUNCIA A LA EVALUACIÓN CONTINUA.

A pesar de que la evaluación de la asignatura es continua, de acuerdo con el artículo 8.3 de la Normativa de Evaluación del Alumnado de la UVP/EHU, "en todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales y de 18 semanas para las anuales, a contar desde el comienzo del cuatrimestre o curso respectivamente, de acuerdo con el calendario académico del centro".

De acuerdo con el artículo 8.2b en la EVALUACIÓN FINAL (%100) se evaluarán los resultados de aprendizaje a través de una prueba, formada por uno o más exámenes y actividades (trabajos y/o proyecto individual o en equipo) de evaluación global de la asignatura, que se realizará durante el periodo oficial de exámenes. Calificación mínima en cada actividad 5.

#### NOTAS sobre RENUNCIA A LA EVALUACIÓN.

La renuncia a la convocatoria supondrá la calificación de no presentado o no presentada (art. 12.1).

En el caso de evaluación continua, dado que el peso de los exámenes parciales es inferior al 40% de la calificación de la asignatura, el alumnado podrá renunciar a la convocatoria en un plazo que, como mínimo, será hasta un mes antes de la fecha de finalización del periodo docente de la asignatura correspondiente. Esta renuncia deberá presentarse por escrito ante el profesorado responsable de la asignatura (art. 12.2)

Cuando se trate de evaluación final, la no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria correspondiente (art.12.3).

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EXAMEN (40 - 60%)

TRABAJOS INDIVIDUALES Y EN EQUIPO. (40-60%)

### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Simulador de Procesos PRO/II.  
Material suministrado en la plataforma eGela.

### BIBLIOGRAFÍA

#### 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 Optimization".  
Davenport, W.G and King, M.J., Elsevier. Amsterdam (2006).

### **Bibliografía de profundización**

"Chemical Product Design".  
Cussler, E.L., Moggridge, G.D., Cambridge University Press, (2001).  
"Chemical Engineering Design", 5ª ed.  
Sinnot, 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 Design",  
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**

**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26761 - Instrumentación y Control de Procesos Químicos

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

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 sintonizar 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 y sintonía 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.

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 las operaciones y los procesos y mostrando cómo hacerlo.

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 "Experimentación en Ingeniería Química II" de tercer curso del grado de Ingeniería Química.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Competencias:

- Dominar los principios básicos de los equipos industriales de instrumentación y de control.
- Comparar y seleccionar instrumentos para medir variables de proceso.
- Utilizar TICs para el aprendizaje.
- Redactar informes técnicos transmitiendo los conocimientos y resultados.
- Analizar y diseñar configuraciones de control.

Objetivos:

- Comprender los fundamentos de la dinámica de procesos.
- Dominar la terminología de control de procesos.
- Comprender los fundamentos del control con realimentación.
- Diseñar lazos de control.
- Sintonizar lazos de control.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

## I. INTRODUCCIÓN

- 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.
- 2.- Modelos matemáticos. Leyes fundamentales. Ejemplos de modelos: series de CSTR; CSTR no isoterma; tanques calorifugados.

## II. DINAMICA DE SISTEMAS ABIERTOS LINEALES

- 3.- Tipos de elementos. Ecuaciones diferenciales. La transformación de Laplace: Solución de ecuaciones diferenciales lineales usando transformadas de Laplace. Concepto de función de transferencia.
- 4.- Respuesta de sistemas de primer orden. Respuesta a perturbaciones. Ejemplos físicos de sistemas de primer orden.
- 5.- Linealización e interacción de sistemas. Técnicas de linealización. Sistemas de primer orden en serie: sin o con interacción.
- 6.- Sistemas de segundo orden. Respuesta a perturbaciones. Tiempo muerto o retardo. Respuesta a perturbaciones. Elementos de procesos en general.

## III. INSTRUMENTACIÓN

- 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&I.
- 8.- Medidores de temperatura: tipos y selección del sensor. Medidores de presión y nivel: tipos y selección del sensor.
- 9.- Medidores de caudal. Tipos y selección de medidores de caudal. Medidores de composición. Sistemas de muestreo y acondicionamiento.
- 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 tareas correspondientes a los puntos más importantes de la asignatura. 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/a	42	10	28		10				

**Leyenda:** M: Magistral  
GL: P. Laboratorio  
TA: Taller

S: Seminario  
GO: P. Ordenador  
TI: Taller Ind.

GA: P. de Aula  
GCL: P. Clínicas  
GCA: P. de Campo

#### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

#### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 75%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 25%

#### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Los porcentajes indicados en el apartado anterior son valores medios. A continuación se indican los intervalos de aplicación.

##### EVALUACIÓN CONTINUA

Pruebas de evaluación escritas. Valoración del 60 al 90%

Se realizarán varias pruebas escritas que evaluarán la asimilación de los conceptos de la asignatura y la capacidad de aplicación a la resolución de ejercicios, problemas o casos prácticos. Para superar una prueba hay que obtener al menos una puntuación de 5 sobre 10. Habrá una última prueba cuando no se hayan superado todas las pruebas anteriores. Calificaciones inferiores a 3,5 sobre 10 no aportarán valor a la calificación final.

Realización de trabajos individuales. Valoración del 10 al 40%

Se consideran las siguientes actividades:

- Resolución de ejercicios/problemas/casos prácticos
- Prácticas de ordenador
- Informes escritos

Las pruebas escritas son presenciales, mientras que los trabajos individuales son no presenciales.

Las alumnas y alumnos que deseen cambiar de la evaluación continua a una evaluación final lo deberán solicitar al Profesor/a de la asignatura mediante un escrito antes de la semana novena del curso o en la semana siguiente a la



semana de publicación de los resultados de la primera prueba escrita, si ésta es posterior a la semana novena.

#### EVALUACIÓN FINAL

Examen 100 % (presencial). Constará de una prueba teórica tipo test y la resolución de ejercicios/problemas.

#### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen 100 % (presencial). Constará de una prueba teórica tipo test y la resolución de ejercicios/problemas.

#### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

- Material suministrado en la plataforma e-gela.
- Software LOOP-PRO.

#### BIBLIOGRAFÍA

##### 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

**COURSE GUIDE**

2023/24

**Faculty** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering**Year** Third year**COURSE**

26735 - Mass Transfer

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

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.

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT**

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 acquired, 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 TEÓRICO-PRÁCTICOS**

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.

**TEACHING METHODS**

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.

## TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	52	8	22		8				

**Legend:** M: Lecture-based S: Seminar GA: Applied classroom-based groups  
GL: Applied laboratory-based groups GO: Applied computer-based groups GCL: Applied clinical-based groups  
TA: Workshop TI: Industrial workshop GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

## Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 70%
- Exercises, cases or problem sets 30%

## ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Percentages shown in the previous section are average values. The applied intervals are shown below:

Exams: 60-80% of the total.

There will be three midterm exams that will consider the assimilation of the concepts related to the subject as well as the ability to apply them in order to solve problems or practical cases. The first midterm exam will be related to the first four topics of the subject. The second one will cover the next three topics and the last one is related to the overall evaluation of the subject. The student will not be required to attend the final exam if he or she has obtained at least a 6.0/10 on each of the former midterm exams. Marks lower than 3.0/10 on these midterm exams will make the final exam mandatory.

- Continuous assessment tests or exams: 20-40% of the total.

The following activities will be considered:

Completion of practical work:

- Problem solving and case studies.
- Computer skills (exams, reports, attendance, etc.).

Individual or group tasks:

- Realization of assignments and reports.

Presentation of assignments, readings, etc.

- Oral presentation (assignments, reports, problems and case studies, etc.).

If a student wishes not to be evaluated by continuous assessment, he or she must present a refusal document to the professor in charge of the course within the first 9 weeks of the academic year. If the first midterm exam results are published later than that date, the students will have time until the week following their publication to present the resignation document. In this case, the final written exam will count towards 100% of the final mark.

Final evaluation

The evaluation will be based exclusively on the final exam. This final exam will consist of a theoretical part and another one of exercises. Students that do not sit the final exam will be qualified as "Not Attended" whenever they have duly presented their refusal not to be evaluated by continuous assessment.

## EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

During the extraordinary call for exams, the evaluation will be based exclusively on the final exam. This final exam will consist of a theoretical part and another one of exercises. Students that do not sit the final exam will be qualified as "Not Attended".

## MANDATORY MATERIALS

egela

## BIBLIOGRAFÍA

### Basic bibliography

Reference book:

Seader, J.D., Henley, E.J., Roper, D.K.; "Separation Process Principles"; Ed. John Wiley & Sons, Nueva York (2011).

Other books:

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 (1979-84).

Treybal, R.E. "Operaciones con transferencia de masa" H.A.S.A., Buenos Aires (1980).

### Detailed 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).

### Journals

International Journal of Heat and Mass Transfer, ISSN- 0947-7411. edited by Elsevier.

Heat mass transfer, ISSN- 0947-7411, edited by Springer.

### Web sites of interest

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:

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

## OBSERVATIONS

**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26758 - Principios de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

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.

Los bloques temáticos son los siguientes y se exponen cronológicamente en el orden en que se describen:

-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).

- 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.

- 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.

- Principios de Electrónica: dispositivos y componentes: diodos, transistores, amplificadores de potencia y operacionales. Sensores. Conversores analógico-digital y digital-analógico.

- El diodo de union PN, ecuación de Shockley, aproximaciones lineales y aplicaciones. Rectificador de media onda y de onda completa. Circuitos limitadores.

- El transistor bipolar de unión. Curvas características, zonas de trabajo y recta de carga. Aplicaciones. Amplificadores en zona activa. Zonas de corte y saturación.

- 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.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

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.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

Programa

1- Principios de Ingeniería Eléctrica

1.1- Circuitos eléctricos, teoremas de circuitos, Puente de Wheatstone,

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.

Clases de prácticas de ordenador: simulaciones de circuitos básicos usando PSPICE con objeto de reforzar los conceptos teóricos y entender las limitaciones de los circuitos reales.

Prácticas de laboratorio: montaje, análisis y discusión de circuitos básicos.

Además, se utilizará la herramienta eGela como medio de comunicación con el alumnado y como plataforma de difusión de material y recursos docentes.

## 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/a	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 final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

### SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA:

La evaluación de la asignatura se realiza en función de la nota de un examen teórico/práctico (70%) y de la resolución en clase de problemas propuestos y de los informes de las prácticas de laboratorio (30%).

La asistencia a todas las clases de prácticas de laboratorio es obligatoria, 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. Las prácticas se realizan en grupo y cada grupo ha de entregar un informe de cada práctica. De esta forma, se fomenta el trabajo en grupo.

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

El alumno que no quiera acogerse al sistema de evaluación continua debe presentar por escrito la renuncia a la evaluación continua de la convocatoria ordinaria con un plazo mínimo de 9 semanas desde el comienzo de la asignatura. En ese caso se utilizará el sistema de evaluación final.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL:



El sistema de evaluación final consistirá en un examen escrito teórico/práctico (70% de la nota final) y un examen de prácticas de laboratorio (30% de la nota final). Es necesario obtener 4 puntos sobre 10 en el examen escrito para poder realizar el examen de prácticas de laboratorio que se deberá realizar de forma satisfactoria para aprobar la asignatura. El examen de prácticas de laboratorio incluirá el montaje y simulación de diversos circuitos y la redacción de informes.

Independientemente del sistema de evaluación elegido, si el alumno no asiste para la realización del examen final, se entenderá que renuncia a la convocatoria ordinaria y será calificado con un No presentado o No presentada.

En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre, de acuerdo con el calendario académico del centro.

Siendo el peso de la prueba final superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

El sistema de evaluación consiste en un examen teórico/práctico que aporta un 70% de la nota junto con la nota de prácticas de laboratorio realizadas durante el curso que aporta el 30% de la nota, cuya presentación de informes y asistencia a las sesiones durante el curso lectivo es obligatoria.

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

El alumno tiene la opción, si así lo desea, de presentar nuevos informes de prácticas para la convocatoria extraordinaria, alternativos a los presentados previamente para la convocatoria ordinaria, y ser evaluado con estos nuevos informes.

Los estudiantes que en la convocatoria ordinaria no hayan sido evaluados mediante el sistema de evaluación continua realizarán un examen escrito teórico/práctico (70% de la nota final) y otro de prácticas de laboratorio (30% de la nota final). Es necesario obtener 4 puntos sobre 10 en el examen escrito para poder realizar el examen de prácticas de laboratorio que se deberá realizar de forma satisfactoria para aprobar la asignatura. El examen de prácticas de laboratorio incluirá el montaje y simulación de diversos circuitos y la redacción de informes.

Si el alumno no asiste para la realización del examen teórico, se entenderá que renuncia a la convocatoria y será calificado con un No presentado o No presentada.

En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre, de acuerdo con el calendario académico del centro.

Siendo el peso de la prueba final superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada.

### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

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

### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **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 Ingeniariatzat, 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 Electrical Machinery using Matlab/ Simulink, Prentice-Hall

**Revistas**

**Direcciones de internet de interés**

**OBSERVACIONES**

No hay observaciones

**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**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**

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.

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.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA****COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

- Analizar, utilizando balances de materia y energía, instalaciones, equipos o procesos en los que la materia experimente cambios composición.
- 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.
- Analizar, modelizar y calcular operaciones de separación en base a los principios de termodinámica aplicada y transferencia de materia.
- Cotejar modelos teóricos y resultados de simulación con resultados reales obtenidos en unidades reales.

**COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

- Manejar con destreza las tecnologías de la información
- Comunicar y transmitir, eficazmente por escrito y básicamente de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos.
- Organizar y planificar actividades, en grupos de trabajo.
- Desarrollo del liderazgo de grupos de trabajo, con asignación de tareas, estableciendo estructuras con reconocimiento de la diversidad del grupo.
- Resolver problemas de las materias correspondientes a la Ingeniería Química y Biotecnología, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente.

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.

**CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS**

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.
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.
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.
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.
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.
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

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, inicialmente se englobará la información necesaria para la resolución del problema y su posterior desarrollo en una Hoja de cálculo utilizando EXCEL como programa de cálculo, al ser este programa de uso tanto para el grupo de Ingeniería Química como de Biotecnología. Este problema 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.

La asistencia a estas clases es obligatoria (asistencia mínima 80%).

En las clases de seminario se resolverán problemas relacionados con el temario por grupos de tres alumnos. Estos problemas serán evaluados por el profesor para su seguimiento, retroalimentación y mejora. La asistencia a estas clases es obligatoria (asistencia mínima 80%).

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 su:

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/a	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 continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 65%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Trabajos individuales 5%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 10%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EVALUACIÓN CONTINUA

Pruebas de evaluación continua o examen: 65% del total.(40% primer parcial, 25% segundo parcial).

Para la evaluación continua se realizarán un examen final y dos exámenes parciales (Temas 1-5 (12 de Abril de 2024) y

Temas 6-9 (17 Mayo de 2024)).

Para la eliminación de la materia en estos exámenes parciales se exige aprobar(5.0) tanto la teoría como problemas.

Resolución de problemas numéricos y exposición oral de los mismos en pizarra: 5% del total.

Realización de informes escritos y exposición oral de un proceso de separación de membrana: 10% del total ( 6% Nota conjunta y 4% individualizada).

Seminarios (Asistencia, Resolución de problemas planteados): 10% del total.

Prácticas de ordenador (Asistencia, Resolución e Informe escrito de un caso Práctico): 10% del total. (5% Nota conjunta y 5% Individualizada).

Nota mínima de examen final tanto en teoría como en problemas para aplicación de promedio: 4.0

#### EVALUACIÓN FINAL

Pruebas de evaluación: 100% del total. Constarán de las siguientes pruebas a realizar el día del examen:

- Examen escrito teórico-Práctico: 65% del total.
- Resolución de planteamientos teóricos sobre un tema de membranas: 12.5% del total.
- Resolución de un problema tipo mediante el programa EXCEL (12.5%)
- Defensa oral del programa desarrollado, explicando el diagrama de cálculo realizado (10%).

Nota mínima de examen final tanto en teoría como en problemas para aplicación de promedio: 4.0

#### SOLICITUD DE SISTEMA DE EVALUACION FINAL

El alumnado que quiera ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua deberá presentar el escrito de renuncia a la evaluación continua que se descargará de egela y enviarlo relleno mediante egela dirigido al profesor responsable de la asignatura de la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrá de un plazo de 9 semanas, (semanas 1 hasta 9 del segundo cuatrimestre), de acuerdo con el calendario académico del centro. No se admitirán solicitudes por otros medios, ni fuera del plazo (Art. 8.3 Texto aprobado en la Comisión de Grado del día 16 de mayo de 2019)

#### RENUNCIA A LA CONVOCATORIA

Tanto en el caso de evaluación final, como en el caso de evaluación continua, al ser el peso de la prueba final de la asignatura "Procesos de separación" superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea <<no presentado o no presentada>>. (Art. 12.2 Texto aprobado en la Comisión de Grado del día 16 de mayo de 2019 y aplicable en 2019/20)

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

#### SISTEMAS DE EVALUACION y HERRAMIENTAS EXTRAORDINARIA

Pruebas de evaluación: 100% del total. Constarán de las siguientes pruebas a realizar el día del examen:

- Examen escrito teórico-Práctico: 65% del total.
- Resolución de planteamientos teóricos sobre tema de membranas: 12.5% del total.
- Resolución de un problema tipo mediante el programa EXCEL (12.5%)
- Defensa oral del programa desarrollado, explicando el diagrama de cálculo realizado (10%).

Opcionalmente

Las tres últimas pruebas pueden ser compensadas con la calificación de las tareas realizadas durante el curso (35%).

Nota mínima de examen final tanto en teoría como en problemas para aplicación de promedio: 4.0

### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

EGELA

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

Libro de texto:

Henley, E.J., Seader, J.D., Roper, K., "Separation Process Principles". 3. Ed. John Wiley, Nueva York (2011).

Libros de consulta:

Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1979-84).

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).

Libros específicos:

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

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

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

### 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).

Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, 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

Durante el desarrollo de las pruebas de evaluación quedará prohibida la utilización de libros, notas o apuntes, así como de aparatos o dispositivos telefónicos, electrónicos, informáticos, o de otro tipo, por parte del alumnado. Ante cualquier caso de práctica deshonesto o fraudulento se procederá aplicando lo dispuesto en el protocolo sobre ética académica y prevención de las prácticas deshonestas o fraudulentas en las pruebas de evaluación y en los trabajos académicos en la UPV/EHU



**COURSE GUIDE**

2023/24

**Faculty** 310 - Faculty of Science and Technology**Cycle** .**Degree** GINQUI30 - Bachelor's Degree in Chemical Engineering**Year** Third year**COURSE**

26762 - Processes of Separation

**Credits, ECTS:** 6**COURSE DESCRIPTION**

Separation Processes is a second-term six ECTS course that meets four hours a week, designed for Chemical Engineering and Biotechnology third-year students. Separation processes are currently fundamental components of chemical and biotechnological industries. Given that the majority of these industrial plants deal with the purification of raw materials, intermediates and final products, it is separation processes which establish in most cases the profitability of the whole process.

This course requires the knowledge acquired in Mass Transfer course, studied in the first term of the third year of Chemical Engineering and Biotechnology degrees and provides the knowledge required for Experimental Methods in Chemical Engineering II, also studied during the third year of the Chemical Engineering degree. A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.

**COMPETENCIES/LEARNING RESULTS FOR THE SUBJECT**

Specific skills:

- 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, modeling and calculating separation operation based on applied thermodynamic and matter transfer fundamentals.
- Comparing theoretical models and simulation results with real unit results.

Cross curricular skills:

- 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 TEÓRICO-PRÁCTICOS**

1. Introduction to separation processes. Industrial processes: industrial examples, operation of separation processes. Basic separation techniques: separations by phase addition or creation, separations by barriers, separations by solid agents, separations by external field or gradient. Component recoveries and product purities. Selection of feasible separations.

2. Absorption and stripping of dilute mixtures. Liquid-vapour equilibrium. Equipment. Design considerations. Design of trayed columns: Graphical equilibrium-stage methods, Algebraic methods, Stage efficiency, Flooding, tray diameter and pressure drop. Design of packed columns: HETP, Rate-based method, Liquid holdup, flooding, pressure drop and column diameter.

3. Distillation of Binary Mixtures. Liquid-vapour equilibrium. Distillation methods. Design considerations. McCabe-Thiele method: Rectifying-section operating line, Stripping-section operating line, Feed-stage considerations - the q-line, Number of equilibrium stages and feed-stage location, Limiting conditions. Extensions of the McCabe-Thiele method: Condenser and reboiler heat duties, Optimal reflux ratio, Stage efficiency, Column diameter. Design of packed columns. Batch distillation.

4. Liquid-liquid extraction with ternary systems. Liquid-liquid equilibrium. Industrial processes. Equipment. Design considerations. Representation of ternary data. Single stage extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems. Crosscurrent extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems. Countercurrent extraction: Partially miscible systems, Immiscible systems.

5. Leaching. Solid-liquid equilibrium. Industrial processes. Equipment. Equilibrium-stage model for steady state: Single stage leaching, Crosscurrent leaching, Countercurrent leaching. Rate-based models: Homogeneous model, Shrinking-core model.

6. Drying of solids. Drying equilibrium. Industrial processes. Psychrometry: Psychrometric chart, Wet-bulb and adiabatic-saturation temperatures. Drying kinetics: Constant-rate and falling-rate drying periods. Dryer models: Continuous dryers, Batch dryers, Improvement of the drying efficiency.

7. Crystallisation. Crystallization equilibrium. Crystal geometry and distribution. Industrial processes. Crystallization kinetics: nucleation and crystal growth. Equipment. Crystalliser models: Steady state mass, energy and crystal-population balances.

8. Adsorption, Ion Exchange and Chromatography. Adsorbents and Ion exchangers. Adsorption and ion-exchange equilibrium. Transport processes. Design of adsorption and ion exchange processes: Stirred-tank and fixed-bed processes. Adsorption and ion exchange cycles. Chromatography.

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.

## TEACHING METHODS

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.

The final lesson is dedicated to complement the formation of the students in bibliographic research, autonomy and oral presentation skills. In this way, students will carry out 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.

Practical classes (GA): Various exercises related to each topic are done. During the course, each student will have to present the results for an exercise.

Seminars (S): Students will have to solve in class several problems related to the topics learnt during the course, in order to improve the acquired knowledge. These problems will be developed in working groups of three students. Since these lessons are conducted as practical workshops, attendance is required (at least 80 %, with a legitimated reason), in order to take the corresponding grades into account for the final mark.

Computer sessions (GO): A general problem of a separation process will be solved, using the software Excel (or similar). The needed information for solving the general design problem and its subsequent development in a spreadsheet will be developed. Since these lessons are conducted as practical workshops, attendance is required (at least 80 %, with a legitimated reason), in order to take the corresponding grades into account for the final mark. 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 volume of the contactor.

## TYPES OF TEACHING

Types of teaching	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Hours of face-to-face teaching	35	5	15		5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno/a	52	8	22		8				

**Legend:** M: Lecture-based

S: Seminar

GA: Applied classroom-based groups

GL: Applied laboratory-based groups

GO: Applied computer-based groups

GCL: Applied clinical-based groups

TA: Workshop

TI: Industrial workshop

GCA: Applied fieldwork groups

## Evaluation methods

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

### Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 65%
- Exercises, cases or problem sets 10%
- Individual assignments 5%
- Teamwork assignments (problem solving, Project design) 10%
- Oral presentation of assigned tasks, Reading 10%

### ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Continuous assessment:

Midterms (2) and final exam: 65% (40 % first mid-term, 25 % second mid-term). The exams are composed of theoretical and practical parts (exercises).

Individual presentation of an exercise (blackboard) (results and communication skills): 5 %.

Problems resolution in groups (at class) (attendance, resolution and report): 10 %.

Computer aided design problem in groups (attendance, resolution and report): 10 % (6 % team mark, 4 % individual mark).

Theoretical work and oral presentation about membrane separations in groups: 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 (12th of April) and lessons 6-8 (17th 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.

Final assessment:

The final assessment consists of the following tasks to be fulfilled in the examination day, which will account for the 100 % of the grade:

- Theoretical and problems exam (65 %)
- Theoretical questions about membrane separations (12.5 %)
- Solving a practical case using the Excel software (12.5 %)
- An oral presentation of the developed Excel program, explaining the performed calculations (10 %).

A minimum score of 4 in the theoretical and problems exams is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

Requesting the final assessment system:

Students that would like to be assessed by means of the final assessment system, regardless their participation in the continuous assessment, will have to present a written notification that is going to be available in e-gela to the corresponding teacher before week 9 of the second term (week 24). Overdue notifications or notifications by other means will not be accepted. (Art. 8.3 Text approved in the Degree Committee of May 16, 2019)

Renunciation:

Both in the case of continuous and final assessment, since the weight of the final exam of the subject "Separation Processes" is greater than 40% of the subject's grade, it will be sufficient not to go in for that final exam so that the final grade of the subject is << not presented >>. (Art. 12.2 Text approved in the Degree Committee of May 16, 2019 and applicable in 2019/20)

### EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The following tasks to be fulfilled in the examination day, which will account for the 100 % of the grade:

- Theoretical and problems exam (65 %)
- Theoretical questions about membrane separations (12.5 %)
- Solving a practical case using the Excel software (12.5 %)
- An oral presentation of the developed Excel program, explaining the performed calculations (10 %).

Alternatively, the last three tasks can be balanced out by the marks obtained in the tasks performed during the course.

A minimum score of 4 in the theoretical and problems exams is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

## MANDATORY MATERIALS

EGELA

## BIBLIOGRAFÍA

### Basic bibliography

Coulson, J.M. Richardson, J.F. "Ingeniería Química". Ed. Reverté, Barcelona (1979-84).  
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. Hemisphere Publishing, Nueva York (1991).  
Wallas S.M. "Phase equilibria in Chemical Engineering". Butterworth Publishers, Stoneham (1985).

### Detailed bibliography

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).  
Rouseau, R.W. "Handbook of Separation Process Technology". Ed. John Wiley, Nueva York (1987).  
Reid, R.C. y cols. "The properties of gases and liquids". Ed. McGraw Hill, Nueva York (1987).

### Journals

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.

### Web sites of interest

<http://iq.ua.es/McCabe-V2/index.htm> McCabe-Thiele's method's interactive tool  
<http://iq.ua.es/Ponchon/> Ponchon-Savarit method's interactive tool  
<http://physics.nist.gov/cuu/Units/> Physical Measurement Laboratory of NIST  
[http://www.iupac.org/dhtml\\_home.html](http://www.iupac.org/dhtml_home.html) IUPAC  
<http://archive.is/n1J7L> Distillation  
<https://www.brinstrument.com/fractional-distillation/fractional-distillation.php> Fractional distillation  
[http://www.globalspec.com/industrial-directory/solid-liquid\\_extraction\\_equipment](http://www.globalspec.com/industrial-directory/solid-liquid_extraction_equipment) Solid-liquid Extraction Equipment  
<http://www.liquid-extraction.com> Liquid-liquid extraction

## OBSERVATIONS

A level of B2 or higher is recommended to attend courses taught in English.  
During the evaluation tests it is not allowed to use books, notes or notebooks, as well as any kind of mobile phone, computer or electronic devices. Only didactic material, devices or computer authorized by the teaching team may be used.  
If unethical or dishonest behaviour is detected the protocol dealing with academic ethics and prevention of fraudulent and dishonest behaviour in evaluation test and academic assessments in the UPV/EHU will be applied.

GUÍA DOCENTE 2023/24

Centro 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología  
Plan GINQUI30 - Grado en Ingeniería Química

Ciclo Indiferente  
Curso 3er curso

#### ASIGNATURA

26756 - Resistencia de Materiales

Créditos ECTS : 6

#### DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

La resistencia de materiales se define como:

La capacidad mecánica de los materiales frente a tensiones y frente a deformaciones.

- Se ocupa del estudio de los efectos causados por la acción de cargas externas que actúan sobre un sistema
- Analizar las fuerzas internas inducidas.
- Calcula las deformaciones correspondientes y las relaciones que existen entre la acción de las cargas externas y las fuerzas internas inducidas.
- En base al análisis, toma decisiones acerca de los materiales a usar, del tamaño y forma correcta de las piezas que componen un sistema dado.

#### COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El alumno debe entender y lograr habilidad en los siguientes conceptos y situaciones

- Los diferentes tipos de esfuerzos a los que un material puede estar sometido y con las deformaciones que pueda experimentar el material como consecuencia de estos esfuerzos.
- La forma de trabajar de ciertos elementos estructurales muy comunes como son las barras, las vigas, los ejes y los depósitos de paredes delgadas sometidos a presión interna.
- El cálculo de la resistencia en estos elementos así como el cálculo de las dimensiones necesarias de estos elementos para hacer frente a estas resistencias.

#### CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

- Sistemas de Fuerzas
- Introducción. Nociones Iniciales
- Barras compuestas
- Vigas. Fuerza Cortante y Momento Flector
- Esfuerzos Normales en la Flexión
- Esfuerzo Cortante en Vigas
- Deformación de Vigas. Vigas Hiperestáticas
- Torsión
- Esfuerzos Compuestos
- Depósitos de Paredes Delgadas sometidos a Presión Interna

#### METODOLOGÍA

Clases magistrales  
Ejercicios  
Controles de autoevaluación  
Exámenes

#### TIPOS DE DOCENCIA

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/a	37	23	30						

**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 final

#### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 90%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 5%
- Exposición de trabajos, lecturas... 5%

#### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Evaluación continua 6 ejercicios a lo largo del parcial (divididos en tres pruebas)

La nota media debe ser mayor que 6 y se deben aprobar al menos 4 de los 6 ejercicios.

Evaluación final	
Examen escrito (ejercicios, casos o problemas)	>= 90 %
Realización de ejercicios y exposición oral (voluntario)	<= 10 %

Hay dos apartados que aparecen en la normativa de evaluación al respecto de la evaluación continua y final que conviene recordar:

"Artículo 8.3: En todo caso el alumnado tendrá derecho a ser evaluado mediante el sistema de evaluación final, independientemente de que haya participado o no en el sistema de evaluación continua. Para ello, el alumnado deberá presentar por escrito al profesorado responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua, para lo que dispondrán de un plazo de 9 semanas para las asignaturas cuatrimestrales y de 18 semanas para las anuales, a contar desde el comienzo del cuatrimestre o curso respectivamente, de acuerdo con el calendario académico del centro. La guía docente de la asignatura podrá establecer un plazo mayor."

"Artículo 12.2: En el caso de evaluación continua, si el peso de la prueba final es superior al 40% de la calificación de la asignatura, bastará con no presentarse a dicha prueba final para que la calificación final de la asignatura sea no presentado o no presentada. En caso contrario, si el peso de la prueba final es igual o inferior al 40% de la calificación de la asignatura, el alumnado podrá renunciar a la convocatoria en un plazo que, como mínimo, será hasta un mes antes de la fecha de finalización del período docente de la asignatura correspondiente. Esta renuncia deberá presentarse por escrito ante el profesorado responsable de la asignatura."

#### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

Examen escrito (ejercicios, casos o problemas)	100 %
--	-------

#### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

No hay necesidad de material específico.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

##### **Bibliografía básica**

Gere J. M. Timoshenko. Resistencia de Materiales, 6ª edición, Ed. Paraninfo, España, 2005.  
Hearn E. J. Mechanics of Materials, Ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1995.  
Beer F.P., Russell Johnston E., Dewolf J.T. Mecánica de Materiales, 4ª edición, Ed. McGraw Hill Interamericana, Mexico.

##### **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-Heinemann, 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**

Importante: ambas modalidades (continua o final) tienen como objetivo evaluar el conocimiento y la capacitación de uso del conocimiento del alumno sobre la asignatura, por lo que si existiese duda al respecto el profesor podrá preventivamente anular la validez de ciertos ejercicios del examen o del examen y requerir al alumno su verificación mediante entrevista personal presencial, en donde se podrá pedir la realización in-situ de ejercicios adicionales.

**GUÍA DOCENTE**

2023/24

**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**

La transferencia de materia condiciona el comportamiento de los procesos de reacción y separación que se producen en las plantas químicas. La transferencia de materia, junto con el transporte de cantidad de movimiento y transmisión de calor, completa la descripción de los fenómenos de transporte, conocimientos básicos para el diseño de equipo utilizado en la industria química.

**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 TEÓRICO-PRÁCTICOS**

- 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 múltiple. 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**

La adquisición de los conceptos básicos se realiza mediante clases teóricas y prácticas (problemas), compaginadas por ejemplos prácticos para cuya resolución es necesaria la utilización de hojas de cálculo, por lo que se recomienda la utilización de ordenador.

## 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/a	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 continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Los porcentajes indicados en el apartado anterior son valores medios. A continuación se indican los intervalos de aplicación.

### EVALUACIÓN CONTINUA

Pruebas de evaluación escritas. Valoración del 60 al 80%

Se realizarán tres pruebas escritas que evaluarán la asimilación de los conceptos de la asignatura y la capacidad de aplicación a la resolución de ejercicios, problemas o casos prácticos. La primera prueba se corresponderá a los cuatro primeros temas de programa, la segunda prueba a los tres últimos temas y la tercera prueba es una evaluación del conjunto de la asignatura. Esta tercera prueba es optativa cuando en las dos pruebas anteriores se hayan superado la calificación de 6 sobre 10. Calificaciones inferiores a 3 sobre 10 no aportarán valor a la calificación final.

Realización de trabajos individuales y/o grupo. Valoración del 20 al 40%

Se consideran las siguientes actividades:

- Resolución de ejercicios/problemas/casos prácticos
- Prácticas de ordenador
- Informes escritos
- Presentaciones orales

Las alumnas y alumnos que deseen cambiar de la evaluación continua a una evaluación final lo deberán solicitar al profesor de la asignatura mediante un escrito antes de la semana novena del curso o en la semana siguiente a la semana de publicación de los resultados de la primera prueba escrita, si esta es posterior a la semana novena.

### EVALUACIÓN FINAL

- Examen 100%. Constará de una prueba teórica y la resolución de ejercicios/problemas. Los estudiantes que habiendo renunciado a la evaluación continua en tiempo y forma no se presenten a realizar el examen final serán calificados como "No presentado".

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- Examen 100%. Constará de una prueba teórica y la resolución de ejercicios/problemas. Los estudiantes que no se presenten a realizar el examen extraordinario serán calificados como "No Presentado".

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Aula virtual (e-gela).

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

Libro de la asignatura:

Seader, J.D., Henley, E.J., Roper, D.K.; "Separation Process Principles"; Ed. John Wiley & Sons, Nueva York (2011).

Otros libros:

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 (1979-84).

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.

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

### Direcciones de internet de interés

Transferencia de materia:

<http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP001650.html>

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

Glossarios:

[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)

Propiedades termodinámicas:

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

[www.ddbst.com](http://www.ddbst.com)

## OBSERVACIONES