



GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

GUÍA PARA EL ESTUDIANTADO DE 3º CURSO

CURSO ACADÉMICO 2026-27

Tabla de Contenidos

1.- Información del Grado en Ingeniería Química	3
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	6
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
2.- Información específica para el grupo	9
Asignación de estudiantes a grupos docentes	9
Calendario, horario y exámenes	9
Profesorado	9
ANEXO I	10

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 Estudiantado de Ciencia y Tecnología (SAECVT), 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 estudiantado 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 del estudiantado.

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
Total	60	60	60	60	240

Módulo 1. Formación básica (75 créditos)

Integrado principalmente por las materias básicas de la Ingeniería Química, con el objetivo de que el estudiantado adquiera capacidad de identificación, formulación y resolución de problemas propios de estas áreas, así como dotar al estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado 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 estudiantado 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 el estudiantado 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 estudiantado. 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.es/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/insercion-laboral>

http://www.ehu.es/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 estudiantado 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 el estudiantado deberá haberse matriculado, al menos una vez, de las siguientes asignaturas: ○ Transferencia de materia ○ Operaciones de separación ○ Instrumentación y control de procesos químicos 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.eus/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	
Total	144	74	15	48	40

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

Asignatura	Magistral	Prácticas de aula	Prácticas de ordenador	Seminario	Prácticas de laboratorio
Experimentación en Ingeniería Química II	8			16	30
Ingeniería de Procesos y Producto	25	9	5	6	
Procesos de Separación	35	15	5	5	
Instrumentación y Control de Procesos Químicos	28	22	6	4	
Ingeniería de Materiales	40	5		15	
Total	136	51	16	46	30

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/a o más directores/as, 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 datos, entre otros, sobre inscripción, matriculación y convocatorias. Cabe recordar las siguientes fechas para el curso 2026/27:

Preinscripción (8-10 de julio de 2026, ambos inclusive): preinscripción mediante formulario online: 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 **1-4 de septiembre de 2026** (ambos inclusive): el profesorado inscribe los **trabajos acordados** con el estudiantado, a la vez que registran la **oferta de trabajos no acordados** para su posterior selección por el estudiantado.
- o **16-18 de septiembre de 2026** (ambos inclusive): Selección en GAUR de temas por el estudiantado que **no** haya **acordado** previamente un trabajo. Se podrán elegir del listado un máximo de cinco temas.

Adjudicación (21-25 de septiembre de 2026, 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 2026/27 serán:

Convocatoria	Matrícula y Entrega memoria	Defensa
Febrero	10-12 de febrero de 2027	2-4 de marzo de 2027
Junio	16-18 de junio de 2027	6-8 de julio de 2027
Agosto	20-22 de julio de 2027	7-9 de septiembre de 2027

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

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 del estudiantado 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 al estudiantado a través de un/a profesor/a. Esta asesoría está encaminada a apoyar al estudiantado 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 al estudiantado 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.

El profesorado tutor pretende:

- apoyar y orientar al estudiantado en su proceso de formación integral, en su aspecto tanto académico como personal y profesional.
- favorecer la integración del estudiantado en la actividad académica de la Facultad.
- informar al estudiantado 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 del estudiantado.

La asignación de tutores/as 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
Grado	Javier Ereña Loizaga Dpto. Ingeniería Química	javier.eren@ehu.eus 946012580 B1.P1.9
1º curso	Miriam Arabiourrutia Gallastegi Dpto. Ingeniería Química	miriam.arabiourrutia@ehu.eus 946018149 B1.P2.8
2º curso PAT	Asier Aranzabal Maiztegi Dpto. Ingeniería Química	asier.aranzabal@ehu.eus 946015554 B1.P1.15
3º curso Prácticas externas	Alazne Gutiérrez Lorenzo Dpto. Ingeniería Química	alazne.gutierrez@ehu.eus 946012528 B1.P2.2
4º curso TFG	Beñat Pereda Ayo Dpto. Ingeniería Química	benat.pereda@ehu.eus 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 estudiantado 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 estudiantado.

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 estudiantado 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 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 Estudiantado de la Facultad de Ciencia y Tecnología (SAECYT) asesora al estudiantado 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/es/web/zientzia-teknologia-fakultatea/home>

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/graduak/grado-ingenieria-quimica/profesorado>

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

ANEXO I

(GUÍAS DOCENTES DE LAS ASIGNATURAS)

Las asignaturas vienen ordenadas por orden alfabético.

COURSE GUIDE

2026/27

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 the learning process of the subject 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

Specific skills:

- Analyse, using material and energy balances, facilities, equipment or processes in which the material undergoes changes in composition.
- Integrate the basics of Chemical Engineering and Biotechnology with the basic and common fundamentals of engineering.
- Analyse, model, and calculate chemical and biochemical reactors, based on the principles of thermodynamics and applied kinetics.
- Describe and integrate the transformation processes of raw materials with criteria of innovation, product quality, and sustainability.
- Compare theoretical models and simulation results with real results obtained in real units.

Cross-curricular skills:

- Skilfully manage the information and communication technologies applied to learning, information sources and specific databases of Chemical Engineering and Biotechnology, as well as tools to support oral presentations.
- Communicate and transmit, effectively in writing and basically orally, the knowledge, results, skills, and abilities acquired in a multidisciplinary and multilingual environment.
- Organize and plan activities in working groups, with recognition of diversity and multiculturalism, critical reasoning, and constructive spirit, beginning in the leadership of groups.
- Development of the leadership of working groups, with assignment of tasks, establishing structures with recognition of the diversity of the group.
- Solve problems of the subjects corresponding to Chemical Engineering and Biotechnology, raised with criteria of quality, sensitivity for the environment, sustainability, and ethical criteria.

Theoretical and Practical Contents

1. INTRODUCTION. Basics of reactor design. Historical evolution. Reactor development. Homogeneous and heterogeneous reactors. Issues to consider in the design. Tools and design stages: micro and macrokinetic models. Current state of reactor design and future prospects.
2. THE BATCH REACTOR. Obtaining the kinetic equation using a batch reactor: integral and differential methods. Reactors for gas reactions with variable volume. Reactors for constant volume. Design equations in isothermal regime. The batch reactor with temperature profiles. Types of temperature regimes. Optimization criteria. Semicontinuous reactors.
3. PLUG FLOW CONTINUOUS REACTOR. Concept of space time. Ideal plug flow. Design for different temperature regimes. Recirculation.
4. 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.

5. OPTIMAL DESIGN FOR SIMPLE REACTIONS. Selecting the reactor design for simple reactions. Comparison of ideal reactors. Optimizing the process conditions.
6. OPTIMAL DESIGN FOR COMPLEX REACTIONS. Reactor selection and design for complex reactions. Yield and selectivity. Comparison of reactors for reactions in series and parallel. Optimal design based on the study of selectivity.
7. 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.
8. CONTINUOUS AUTOTHERMAL REACTORS. Stable operating conditions in reactors perfect mix. Stability and steady states. Effect of process variables. Autothermal operation in tubular reactors.
9. NOT IDEAL FLOW REACTORS. Residence time distribution (RTD). Design for first-order reactions and other kinetics. Dispersion model. Tanks in series model.
10. 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.
11. GAS-LIQUID AND GAS-LIQUID-SOLID REACTORS. General concepts. Macroscopic models. Reactor types and criteria for reactor selection. Main applications.
12. BIOREACTORS WITH MICROORGANISMS. Kinetics. Structured and unstructured models. Discontinuous and continuous reactor.
13. BIOLOGICAL REACTORS WITH ENZYMES. Kinetics. Immobilization of enzymes. Reactors with immobilized enzymes. Response strategies.

TEACHING METHODS

Lectures (M): Lectures are focused on providing the theoretical background for each topic, in order to apply them in the resolution of the problems.

Classroom practices (GA): Exercises of each topic are performed in an interactive way, promoting synergy with lectures.

Seminars (S): Bioreactors are going to be designed for the production of a final compound. The required theoretical and practical concepts will be developed. Students will work in groups, being attendance compulsory.

Laboratory practices (GL): The different aspects of the course will be dealt with in the laboratory through the practical resolution of the concepts seen in the theoretical and practical classes. Students will work in groups and doing these practices is compulsory to get through the subject. Once the laboratory practices are done, the students will have to make a written report with the main results of the work.

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

- Continuous evaluation
- End-of-course evaluation

Evaluation tools and percentages of final mark

- Written test, open questions 70%
- Exercises, cases or problem sets 10%
- Teamwork assignments (problem solving, Project design) 20%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

Continuous assessment

- Written exam (70%): There will be two midterm exams (35% each)

The exams consist of theoretical (questions to be developed and brief specific ones) and practical (exercises) aspects.

You have to pass both partial exams (minimum grade 5) to pass the subject. In case one exam is passed, the corresponding topics included in the exam will be *eliminated*. In these particular cases, the student will be re-evaluated with the exam not passed the day of the final exam. The student has the chance to rise her/his mark in the final exam by performing one of the partials or the entire subject exam.

- Teamwork (20%)

The design of biological reactors for the production of a product has to be presented, in groups. The work will be carried out in seminar hours (finalised in non-face-to-face hours) so attendance at all seminar sessions is compulsory. The design will be evaluated continuously by means of various deliverables throughout the course.

- Laboratory report (10%)

A written report on laboratory practices has to be submitted in groups. Doing the laboratory practices is compulsory to get through the subject. This report should show and discuss the design and flow characterization obtained in the laboratory practices.

Final assessment

Students that would like to be assessed by means of the final assessment system will have to present a written notification to the corresponding teacher before week 9.

The final assessment consists of the following tests:

- Written exam (70%)
- Laboratory practice test (10%)
- Design of a bio-reactor (20%)

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

Resignation

Both in the case of continuous and final assessment, it will be sufficient not to take that final exam so that the final grade of the subject is << not presented >>.

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The extraordinary call consists of the following tests:

- Written exam (70%)
- Laboratory practice test (10%)
- Design of a bio-reactor (20%)

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

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

To pass the subject it will be necessary to pass the written exam (grade of 5).

MANDATORY MATERIALS

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

BIBLIOGRAPHY

Basic bibliography

Levenspiel, O., Ingeniería de las Reacciones Químicas, Reverté, Barcelona, 2002.

Fogler, S.H., Essential of Chemical Reaction Engineering, 2nd Ed., Prentice Hall Int., Englewood Cliffs, New Jersey, 2011.

Cuevas-García, R., Introducción al Diseño de Reactores Homogéneos, Reactores Intermitentes, PFR y CSTR, Editorial Académica Española, Madrid, 2013.

Conesa, J.A., Diseño de Reactores Heterogéneos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2010

Hill, Ch. G., An Introduction to Chemical Reaction Engineering, John Wiley, Nueva York, 1977.

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

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the

Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations

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 continuado del alumno.

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

Competencias específicas:

- 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.
- Integrar con los fundamentos básicos y los comunes a las ingenierías los fundamentos de la Ingeniería Química y de la Ingeniería Bioquímica.
- Analizar, modelizar y calcular reactores químicos y bioquímicos, en base a los principios de termodinámica y cinética aplicada.
- Describir e integrar los procesos de transformación de materias primas con criterios de innovación, calidad de producto y sostenibilidad.
- Cotejar modelos teóricos y resultados de simulación con resultados reales obtenidos en unidades de laboratorio y planta piloto.

Transversales:

- 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.
- Comunicar y transmitir eficazmente, por escrito y de forma oral, los conocimientos, resultados, habilidades y destrezas adquiridos, en un entorno pluridisciplinar y multilingüe.
- 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.
- 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, planteados con criterios de calidad, sensibilidad por el medio ambiente, sostenibilidad, criterio ético y fomento de la paz.

CONTENIDOS TEÓRICO-PRÁCTICOS

1. INTRODUCCIÓN. 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.
2. REACTOR DISCONTINUO. 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 del reactor discontinuo para diferentes regímenes de temperatura. Criterios de optimización. Reactores semicontinuos.
3. REACTOR CONTINUO CON FLUJO IDEAL DE PISTÓN. El tiempo espacial. Flujo ideal de pistón. Diseño para diferentes regímenes de temperatura. Recirculación.
4. REACTOR CONTINUO 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.
5. SELECCIÓN DEL REACTOR Y DISEÑO ÓPTIMO PARA REACCIONES SENCILLAS. Diseño óptimo para reacciones sencillas. Selección del reactor y diseño para reacciones sencillas. Comparación de reactores ideales. Optimización de las condiciones de proceso.
6. SELECCIÓN Y DISEÑO DE REACTORES PARA REACCIONES COMPLEJAS. Diseño óptimo 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.

7. REGIMENES ÓPTIMOS 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.

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

9. FLUJO REAL EN REACTORES. Circulación 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.

10. REACTORES DE CONTACTO GAS-SOLIDO. 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.

11. REACTORES DE CONTACTO FLUIDO-FLUIDO (G-L Y L-L) Y GAS-LIQUIDO-SOLIDO. Conceptos generales y modelos macrocinéticos. Tipos de reactor y criterios para la selección. Principales aplicaciones.

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

13. REACTORES CON ENZIMAS. Cinéticas. Inmovilización de enzimas. Reactores con enzimas inmovilizadas. Estrategias de reacción.

METODOLOGÍA

MAGISTRAL (M): Se establecerán los fundamentos teóricos de la asignatura para poder aplicarlos después en la resolución de problemas.

PRÁCTICAS DE AULA (GA): Se realizará la resolución de problemas asociados a cada tema con objeto de trabajar tanto las competencias específicas como transversales de la asignatura.

SEMINARIOS (S): Se abordará el diseño de un reactor biológico para la producción de un producto concreto. Se trabajarán los conceptos tanto teóricos como prácticos necesarios para realizar el diseño. El trabajo se realizará de forma grupal y la asistencia a las sesiones de seminario será obligatoria.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (GL): Mediante la resolución práctica de fundamentos trabajados en el aula y en los seminarios, en el laboratorio se trabajan diversos aspectos de la asignatura. Los alumnos trabajarán de forma grupal y será obligatorio realizar todas las prácticas de laboratorio para poder aprobar la asignatura. Además, será necesario realizar un informe final de laboratorio donde se englobarán los resultados más significativos obtenidos y la discusión de los mismos.

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 continua
- Sistema de evaluación final

HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 20%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Evaluación continua

- Prueba escrita a desarrollar (70 %): Se realizarán dos parciales (35 % cada parcial)

El examen contará con una parte teórica (preguntas a desarrollar y preguntas cortas concretas) y una parte práctica (problemas). Será necesario superar los dos parciales con una calificación mínima de 5/10 para aprobar la asignatura. Si solo aprueba uno de los parciales podrá eliminar la materia correspondiente a ese parcial y presentarse al examen final para la realización de la parte que no haya sido superada anteriormente. Los alumnos que superen la asignatura por parciales podrán presentarse al examen final si desean mejorar la calificación de alguno de los parciales.

- Trabajo grupal (20%)

Cada grupo presentará el diseño de un reactor biológico para la producción de un producto concreto. El trabajo se realizará en horas de seminario (se finaliza en horas no presenciales) por lo que la asistencia a todas las sesiones de seminarios es obligatoria. El diseño se evaluará de forma continua durante el transcurso de la asignatura mediante diferentes entregables.

- Trabajo de laboratorio (10 %)

Será necesario presentar un informe escrito de laboratorio por grupo. Será obligatorio realizar las prácticas de laboratorio. El informe recogerá los resultados experimentales y la discusión correspondiente al diseño de reactores y caracterización del flujo real.

Evaluación final

Los alumnos que deseen renunciar a la evaluación continua, tendrán que comunicárselo de forma escrita al profesor antes de la semana 9.

En la evaluación final se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba escrita a desarrollar (70%)
- Prueba correspondiente a las prácticas de laboratorio (10 %)
- Diseño de un biorreactor (20%)

Para poder aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación superior a 5/10 en la prueba escrita a desarrollar.

Renuncia

Tanto en el caso de la evaluación continua como evaluación final, para la renunciar a la convocatoria y obtener la calificación de ¿no presentado¿ será suficiente con no presentarse al examen final.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria se deberán realizar las siguientes pruebas:

- Prueba escrita a desarrollar (70%)
- Prueba correspondiente a las prácticas de laboratorio (10 %)
- Diseño de un biorreactor (20%)

Las dos últimas pruebas podrán ser sustituidas por la calificación obtenida durante el curso en los trabajos equivalentes a dichas pruebas.

Para poder aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación superior a 5/10 en la prueba escrita a desarrollar.

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

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 en esta asignatura los alumnos deberán tener aprobada la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química I y haber aprobado o estar cursando las siguientes asignaturas:

- Transferencia de Materia
- Procesos de Separación
- Diseño de Reactores
- Instrumentación y Control de Procesos Químicos.

Del mismo modo, se recomienda encarecidamente que los alumnos hayan aprobado o estén cursando la asignatura de Ingeniería de Proceso y Producto, y que no estén cursando las Prácticas Obligatorias del Grado.

Objetivos: Desarrollo práctico (a nivel de laboratorio y ordenador) 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.
- Aprender a utilizar un simulador 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 isoterms (mezcla perfecta, batería de reactores de mezcla y flujo pistón) para reacción en fase líquida de segundo orden

BLOQUE C) Simulación de procesos

Práctica 6. Simulación de columnas de destilación

Bloque D) 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 E) 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.

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 tres bloques el primer cuatrimestre, Transferencia de materia, Diseño de reactores e Ingeniería de Proceso y Producto, y dos bloques en el segundo, Procesos de separación e Instrumentación y control de procesos químicos. Aunque el fundamento teórico para realizar las prácticas se imparte en las asignaturas teóricas, en cada cuatrimestre, se imparten unas clases magistrales en las que 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 cada sesión de GL, el estudiantado tendrá que realizar, de manera individual, un test en eGela sobre la práctica que vayan a realizar ese día, cuya nota no será tomada en cuenta para la evaluación de la asignatura, pero será clave para calificar su actuación en el laboratorio.

Al final de cada sesión de GL, el estudiantado debe 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 podrán entregar ni informe ni fichero de resultados de la práctica. En un plazo máximo de 15 días tras finalizar la sesión experimental se ha de entregar un pequeño informe (formato PDF) que contenga los cálculos, resultados y conclusiones obtenidos tras trabajar los datos experimentales. El informe ha de entregarse en el formato adecuado según las pautas que hay en eGela.

Se recomienda acudir con el ordenador portátil o dispositivo electrónico equivalente a las sesiones de laboratorio para poder realizar el test inicial. Durante la realización de la práctica sólo se permite un ordenador por grupo.

Se seguirá el protocolo de convivencia de la EHU.

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

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Examen escrito: 40% del total

Realización de trabajos e informes escritos (guiones de prácticas): 40% del total.

Seguimiento en laboratorio (asistencia, manejo de equipos, cuaderno de laboratorio, etc.): 20% del total.

Sistema de evaluación continua:

La asignatura se organiza en cinco bloques, cuyo peso en la calificación final se indica entre paréntesis: Transferencia de materia (TM) (22.5%), Reactores (R) (22.5%), Simulación (IPP) (10%), Control (C) (22.5%), y Operaciones de separación (OS) (22.5%).

Para aprobar la asignatura es necesario una nota global mínima de 5/10, una nota media mínima de 4.5/10 en cada uno de los bloques dado el carácter competencial autónomo de cada bloque.

Se realizará un cuestionario inicial para cada práctica a realizar con el objetivo de evaluar el conocimiento del estudiantado antes de comenzar la práctica. La calificación del cuestionario no se tendrá en cuenta para la evaluación de la asignatura, pero podrá limitar la participación o afectar parcial o totalmente a la evaluación de la sesión en el laboratorio (20% de la nota final).

Tras cada práctica el alumnado deberá entregar un informe cuya nota constituirá la calificación de informes del bloque al que corresponda.

Se realizarán dos exámenes parciales individuales, en los que se evaluarán todos los bloques (excepto simulación, ver más abajo). Para superar un bloque por evaluación continua, es necesario obtener un 5/10 en el bloque correspondiente del examen parcial. Si no se cumple la condición en un bloque, el estudiante deberá examinarse de ese bloque en el examen final.

En el bloque de Simulación (IPP), la calificación se basa únicamente en la nota obtenida en la práctica correspondiente. No se evalúa mediante examen parcial ni final.

Requisitos adicionales:

-Es obligatorio realizar todas las prácticas en la fecha asignada por el profesorado. No se permiten cambios ni recuperaciones fuera del calendario oficial salvo causa justificada, según normativa vigente de la EHU.

-Cada alumno debe ser autor o coautor de todos los informes entregados. En caso de no cumplirlo, la calificación del informe será 0.

-Las notas de seguimiento en laboratorio (asistencia, actitud, manejo de equipos, cuaderno, etc.) se integran directamente en la media final y no se pueden recuperar.

Sistema de evaluación final:

El alumnado podrá renunciar a la evaluación continua si así lo desea. Para ello, deberá comunicarlo por escrito al profesorado responsable de la asignatura dentro de las primeras 18 semanas desde el inicio del curso. En ese caso, no tendrá derecho a ser evaluado mediante los exámenes parciales, y será evaluado exclusivamente por el sistema de evaluación final.

Para aprobar la asignatura es necesario una nota global mínima de 5/10, una nota media mínima de 4.5/10 en cada uno de los bloques.

Para la nota final se mantendrán las notas de laboratorio (20% de la nota final). En el examen final, el estudiante se examinará solo de los bloques no superados.

Además, para aprobar la asignatura por evaluación final será obligatorio cumplir todos los siguientes requisitos: (i) haber realizado todas las prácticas de laboratorio en la fecha establecida, (ii) haber realizado todos los test iniciales, (iii) ser autor o coautor de todos los informes y documentos entregados y (iv) obtener al menos una calificación de 5/10 en cada uno de los bloques del examen final.

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.

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados (incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas) en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En caso de tener que acudir a la convocatoria extraordinaria, el alumno deberá realizar un examen escrito de todos los bloques de la asignatura, independientemente de las calificaciones obtenidas durante el curso.

La calificación de la asignatura será la del examen escrito.

Se aplicarán los mismos criterios que en la convocatoria final: para aprobar será necesario obtener una nota global mínima de 5/10 y alcanzar al menos 4.5/10 en cada uno de los bloques del examen escrito.

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 (test inicial, prácticas de laboratorio, informes y examen escrito), independientemente de la convocatoria en la que se encuentren.

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Guiones de cada práctica
Cuaderno de laboratorio
eGela

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). (2º Ed 2004)

Revistas

Chemical Engineering Education,
Ingeniería Química

Direcciones de internet de interés

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

OBSERVACIONES

NOTA: El mal uso de los equipos de laboratorio podrá conllevar las consecuencias previstas en la normativa disciplinaria vigente.

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, γ

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 termoelectrónicos. Semiconductores. Dieléctricos. Materiales ferroeléctricos y piezoelectrónicos. 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 trabajarán 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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

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, ¿Materialen zientzia eta ingeniari-tza. 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

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 refino 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				

Legenda: 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 vertebra entorno un proyecto de diseño de un proceso químico industrial a realizar en equipos con varios entregable 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.

ASISTENCIA.

Dado que en el primer parcial el aprendizaje se vertebra en equipos, la asistencia a clase es obligatoria. Se establece un mínimo de asistencia del 80% para la evaluación continua. En caso de que no se cumpla esta condición, el alumno pasará automáticamente al modo de evaluación final.

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 Alumnos de la UPV/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% dela 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 (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).

NOTAS sobre INTEGRIDAD ACADÉMICA, HONESTIDAD y COMPORTAMIENTO ÉTICO.

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

EXAMEN (40 - 60%)

Individual.

El examen consta de dos partes. 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 las partes. El alumno podrá examinarse únicamente de alguna de las partes que no haya superado en la convocatoria ordinaria.

PROYECTO DE DISEÑO (40-60%)

Individual o grupal.

El aprendizaje del primer parcial se vertebra entorno 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 lo superen en la convocatoria ordinaria disponen de una oportunidad de presentar el informe final del proyecto en la fecha de la convocatoria extraordinaria. El tema del proyecto será el asignado por el profesor. La calificación mínima es de 5 para poder superar la asignatura.

NOTAS sobre INTEGRIDAD ACADÉMICA, HONESTIDAD y COMPORTAMIENTO ÉTICO.

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados, incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas, en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente

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 Optimisation".

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.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

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 principal de la asignatura es proporcionar al alumnado los fundamentos básicos del control de procesos, de manera que sea capaz de analizar, diseñar y ajustar los parámetros de un lazo de control. Asimismo, la asignatura pretende que el estudiantado adquiera conocimientos sobre la instrumentación industrial clásica empleada en la medida y control de las variables más habituales en los procesos de la industria química.

El desarrollo de los contenidos se apoyará en ejemplos y aplicaciones representativas de la Ingeniería Química, con el fin de facilitar la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación práctica en entornos industriales.

En diversas asignaturas de segundo y tercer curso, el alumnado ha abordado el cálculo y diseño de equipos, operaciones y procesos bajo condiciones de estado estacionario. La presente asignatura introduce la dimensión temporal en dichos análisis, incorporando el estudio del comportamiento dinámico de las operaciones y los procesos industriales. De este modo, se pone de manifiesto la necesidad de supervisar y controlar las variables de proceso, así como las principales estrategias y herramientas empleadas para ello.

La asignatura se integra en el Módulo II: Común a la Rama Industrial y no requiere conocimientos previos específicos de control de procesos. No obstante, los ejemplos y aplicaciones desarrollados estarán vinculados a operaciones y procesos propios de la Ingeniería Química, fundamentados en los balances de materia y energía estudiados en la asignatura Fundamentos de Ingeniería Química y Biotecnología de primer curso.

Asimismo, la asignatura proporciona conocimientos esenciales para el desarrollo de las actividades experimentales realizadas en la asignatura Experimentación en Ingeniería Química II, impartida en el segundo cuatrimestre del tercer curso del Grado en Ingeniería Química.

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

- ¿Conocer y aplicar los principios básicos de los equipos industriales de instrumentación y control de procesos.
- ¿Comparar, seleccionar y utilizar instrumentos adecuados para la medida de variables de proceso en entornos industriales.
- ¿Emplear herramientas TIC como apoyo al aprendizaje, análisis y resolución de problemas de control de procesos.
- ¿Dominar la terminología utilizada en el control de procesos, comunicando adecuadamente los resultados y conclusiones obtenidos.
- ¿Analizar, diseñar y evaluar diferentes configuraciones de control aplicadas a procesos industriales.

OBJETIVOS DE APENDIZAJE

- ¿Comprender los fundamentos de la dinámica de procesos y su influencia en el comportamiento de las operaciones industriales.
- ¿Dominar la terminología y los conceptos básicos propios del control de procesos.
- ¿Comprender los principios del control por realimentación y su aplicación en sistemas industriales.
- ¿Diseñar lazos de control para operaciones y procesos de Ingeniería Química.
- ¿Ajustar y sintonizar controladores con el fin de garantizar un funcionamiento estable y eficiente de los procesos.

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

Las clases magistrales proporcionan los fundamentos teóricos de cada uno de los temas de la asignatura, destacando los conceptos y aspectos más relevantes. Esta formación se complementa con la bibliografía específica recomendada, cuyas referencias se facilitan tanto en la guía docente como al finalizar cada tema.

En las clases de problemas se resuelven ejercicios y casos prácticos representativos relacionados con los contenidos desarrollados en las clases magistrales, con el objetivo de afianzar la comprensión y aplicación de los conceptos teóricos. Las prácticas de ordenador están orientadas al aprendizaje y manejo de software específico para el control, empleado como herramienta de apoyo para el estudio de la asignatura. Así, se introducen aplicaciones y comandos básicos de MATLAB, así como Simulink y Loop-Pro, relacionados con el análisis y diseño de sistemas de control, con el fin de reforzar los contenidos trabajados en el aula.

En las clases de seminario se desarrolla, de forma secuencial y en grupo, un proyecto de diseño de lazos de control para una planta relacionada con la Ingeniería Química, así como la búsqueda de instrumentación.

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				

Legenda: 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 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.

Pruebas de evaluación escritas (60¿90 % de la calificación final)

Se realizarán diversas pruebas escritas orientadas a evaluar tanto la adquisición y comprensión de los contenidos de la asignatura como la capacidad del alumnado para aplicarlos a la resolución de ejercicios, problemas y casos prácticos.

Para superar cada prueba será necesario obtener una calificación mínima de 5,0 sobre 10. El alumnado que no haya superado alguna de las pruebas parciales deberá realizar una prueba final correspondiente a los contenidos pendientes.

Las calificaciones inferiores a 3,5 sobre 10 no computarán en el cálculo de la calificación final de la asignatura.

Realización de trabajos individuales (10¿40 % de la calificación final)

Dentro de este apartado se contemplan las siguientes actividades:

¿ Resolución de ejercicios, problemas y casos prácticos.

¿ Prácticas de ordenador.

Las pruebas escritas tendrán carácter presencial.

El alumnado que desee renunciar al sistema de evaluación continua y optar por una evaluación final deberá comunicarlo por escrito al profesorado responsable de la asignatura antes de la novena semana del curso o, en caso de que la publicación de los resultados de la primera prueba escrita sea posterior a dicha semana, en el plazo de una semana desde la publicación de dichas calificaciones.

EVALUACIÓN FINAL

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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados, incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas, en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

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

¿Software Matlab, Simulink y Loop-Pro (accesibles vía EHUappstore).

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).
- 7.- Kravaris, C., Kookos, I.K. ¿Understanding Process Dynamics and Control¿, Cambridge University Press, Cambridge (2021)

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).
- Coughanowr, D.R. "Process Systems Analysis and Control", 2ª ed., McGraw-Hill, New York (1991).

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

2026/27

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 or biotechnological process alongside momentum and energy transfer. The three of them complete one of the most important basic concepts of Chemical Engineering and Biotechnology.

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.

Theoretical and Practical Contents

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

During class hours, theory, practical exercises, seminars, and computer practices will be covered. In theory and practical exercises, a mixed methodology may be applied, where, on the one hand, the teacher will explain theoretical concepts and solve exercises; and on the other hand, the teacher will provide the student with materials through eGela so that the student can work on them before coming to class. Through this second methodology, the student will discuss and work on concepts previously studied at home with the rest of the classmates and the teacher. In practical exercises, the teacher will work on different cases in class, and others will be worked on by students collaboratively (with the teacher's assistance). Given the complexity of the calculations, exercises are solved using spreadsheets, and the use of a computer is recommended.

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 60%
- Exercises, cases or problem sets 40%

ORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations.

Exams: 60% 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 5.0/10 on each of the former midterm exams. A mark of less than 3.0/10 in any section (theory or exercises) of these exams will mean that the mark will not be taken into account when calculating the final mark.

- Continuous assessment tests or exams: 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.
- Participation in the forum.

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. If students who are required to take the third test do not come to the classroom on the day and time indicated in the exam schedule, they will be graded as "Not presented" (Article 12, points 1 and 3, of the UPV/EHU assessment regulations).

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 renounce continuous assessment in due time and do not show up for this final exam will be graded as "Not presented" (Article 12, sections 1 and 3, of the UPV/EHU assessment regulations).

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

The exams and assessment activities for this course will be conducted in accordance with the principles of academic

integrity, honesty, and ethical conduct established in EHU regulations. Upon enrolling at EHU, students signed the Declaration of Commitment to Ethical Behavior and Academic Integrity pledging not to engage in plagiarism, academic fraud, or use unauthorized materials or devices, including artificial intelligence tools when not expressly permitted, in exams and academic assignments. Failure to comply with these obligations may result in the academic and disciplinary consequences provided for in current university regulations

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 presented".

MANDATORY MATERIALS

egela

BIBLIOGRAPHY

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

www.onesmartclick.com/engineering/mass-transfer.html

Glossaries:

higheredbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences_glossary.pdf

www.chemspy.com

Thermodynamic properties:

webbook.nist.gov/chemistry/

www.ddbst.com

OBSERVATIONS

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 unión 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 prácticas 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 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

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

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 Ingeniarientzat, PM Fishbane et al., editado por UPV / EHU, 2008.
- * Electronic Devices and Circuits, M. Hassul and D. Zimmerman, Prentice-Hall, 1997.

Bibliografía de profundización

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

Revistas

Direcciones de internet de interés

OBSERVACIONES

No hay observaciones

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

Clases magistrales (M): 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.

Clases de problemas (GA): se resolverán, por parte del alumno, con la tutorización del profesor, problemas tipo asociados a cada uno de los temas.

Seminarios (S): 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%).

Clases de ordenador (GO): se resolverán problemas de varios procesos de separación 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. La asistencia a estas clases es obligatoria (asistencia mínima 80%).

Trabajo grupal: se realizará, en grupos de tres alumnos, el diseño de un proceso de purificación de un compuesto, utilizando para ello varios procesos de separación. Cada grupo deberá presentar el diseño del proceso en una hoja de cálculo en Excel, en un trabajo escrito donde desarrollará los conceptos de este diseño, así como de forma oral.

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) 20%

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 (Semana 25) y Temas 6-9 (Semana 30)). Para la eliminación de la materia en estos exámenes parciales se exige aprobar (5.0) tanto la teoría como problemas. Resolución de problemas numéricos (entregas/pizarra): 5% del total.

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

Trabajo grupal (Asistencia, Diseño de un proceso de purificación en Excel, Informe escrito y Exposición oral): 20 % del total.

En el examen final de la convocatoria ordinaria se realizará/n únicamente el parcial o parciales no eliminados.

Alternativamente se pueden realizar los parciales eliminados con la intención de mejorar la calificación, teniendo presente que en este caso no se conservará la calificación anterior aunque fuera superior.

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

EVALUACIÓN FINAL

En la evaluación final se pueden realizar los dos parciales eliminatorios en las mismas condiciones que en la evaluación continua.

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

- Examen escrito teórico-Práctico del parcial o parciales no eliminados: 65% del total.
- Resolución del diseño de un proceso de separación mediante una hoja de cálculo (Excel): 12.5% del total.
- Desarrollo teórico del diseño del proceso de separación realizado: 12.5% del total.
- Defensa oral del diseño realizado: 10% del total.

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 del diseño de un proceso de separación mediante una hoja de cálculo (Excel): 12.5% del total.
- Desarrollo teórico del diseño del proceso de separación realizado: 12.5% del total.
- Defensa oral del diseño realizado: 10% del total.

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 cools. "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://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

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

2026/27

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.

Theoretical and Practical Contents

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.

Practical classes (GA): Various exercises related to each topic are done, by the student, with the teacher's guidance.

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): Problems of various separation processes will be solved in a spreadsheet using Excel (or similar) as the calculation program. 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.

Teamwork: A process for the purification of a compound will be designed in groups of three students, using several separation processes. Each group will have to present the design of the process in an Excel spreadsheet, in a written work where they will develop the concepts of this design, as well as orally.

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) 20%

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).

A final exam and two midterms (lessons 1-5 (week 25) and lessons 6-9 (week 30) 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 (grade of 5.0).

In the final exam, only the midterm or midterms that have not been eliminated will be taken. Alternatively, the eliminated midterm(s) may be taken with the intention of improving the mark, bearing in mind that in this case the previous mark will not be retained, even if it is higher.

In the final exam, a minimum score of 4.0 (both in the theory and problems) is required for counting the rest of tasks required for the final grade.

Resolution of an exercise (blackboard/hand in): 5 %

Problems resolution in seminars (attendance and resolution): 10 %

Teamwork (attendance, resolution, report and oral presentation): 20 %

Final assessment:

In the final assessment, the two eliminatory mid-term exams can be taken under the same conditions as in the continuous 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 the midterm or midterms that have not been eliminated (65 %)
- Solving a practical case of a separation process using the Excel software (12.5 %)
- Theoretical development of the designed separation process (12.5 %)
- An oral presentation of the developed design (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)

EXTRAORDINARY EXAMINATION PERIOD: GUIDELINES AND OPTING OUT

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 %)
- Solving a practical case of a separation process using the Excel software (12.5 %)
- Theoretical development of the designed separation process (12.5 %)
- An oral presentation of the developed design (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

BIBLIOGRAPHY

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 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 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.

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

26756 - Resistencia de Materiales

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

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.
- Calcular las deformaciones correspondientes y las relaciones que existen entre la acción de las cargas externas y las fuerzas internas inducidas.
- En base al análisis, tomar 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 de los exámenes y requerir al alumno su verificación mediante entrevista personal presencial, en donde se podrá pedir la realización in-situ de ejercicios adicionales, o, llegado el caso, convocarle a un examen alternativo.

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 y biotecnológicas. 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 y biotecnológica.

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

Durante las horas de clase se trabajarán teoría, ejercicios prácticos, seminarios y prácticas de ordenador. En la teoría y los ejercicios prácticos se podrá aplicar una metodología mixta, en la que, por un lado, el profesor podrá explicar los conceptos teóricos y realizará los ejercicios; y, por otro lado, el profesor proporcionará el material al alumno a través de eGela para que este lo trabaje antes de venir a clase. Mediante esta segunda metodología, el alumno discutirá y trabajará los conceptos trabajados en casa con el resto de alumnos y con el profesor. En los ejercicios prácticos, el profesor

trabajarán diferentes casos en clase y otros tantos deberán ser trabajados por los alumnos entre ellos (y con la ayuda del profesor). Dada la complejidad de los cálculos, los ejercicios se resuelven en hojas de cálculo, recomendándose el uso del 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 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 40%

CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados ¿incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas¿ en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

EVALUACIÓN CONTINUA

Pruebas de evaluación escritas. 60

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 cada una de las dos pruebas anteriores se haya superado la calificación de 5 sobre 10. Será necesario obtener calificaciones superiores a 3 sobre 10 en cualquier sección de las pruebas (teoría y ejercicios) para que estas pruebas sean consideradas para el cálculo de la calificación final.

Realización de trabajos individuales y/o grupo. 40%

Se consideran las siguientes actividades:

- Resolución de ejercicios/problemas/casos prácticos
- Prácticas de ordenador
- Informes escritos
- Presentaciones orales
- Participación en el foro

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.

Si los alumnos que deben presentarse a la tercera prueba no acuden al aula en el día y hora indicados en la convocatoria, serán calificados como "No presentado" (artículo 12, puntos 1 y 3, del reglamento de evaluación de la UPV/EHU).

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" (art. 12, apt. 1 y 3 de la normativa de evaluación de la EHU).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Las pruebas y actividades de evaluación de esta asignatura se desarrollarán conforme a los principios de integridad académica, honestidad y comportamiento ético establecidos en la normativa de la EHU/UPV. El estudiantado, al incorporarse a la Universidad, suscribió la Declaración de compromiso de comportamiento ético y honradez académica, comprometiéndose a no incurrir en plagio, fraude académico ni utilización de materiales o dispositivos no autorizados, incluidas herramientas de inteligencia artificial cuando no estén expresamente permitidas, en pruebas y trabajos académicos. El incumplimiento de estas obligaciones podrá conllevar las consecuencias académicas y disciplinarias previstas en la normativa universitaria vigente.

- Examen 100%. Teoría + ejercicios. Si el alumno no se presenta a este examen extraordinario, será calificado como "No presentado" (artículo 12, apartados 1 y 3, del reglamento de evaluación de la UPV/EHU).

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-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 3ª Ed. John Wiley (1978-84).

Perry, R.H. y cols. "Manual del Ingeniero Químico" 6ª Ed. Ed. McGraw Hill, México (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

Glossarios:

higherdbcs.wiley.com/legacy/college/henley/047064611X/glossary/sciences_glossary.pdf

www.chemspy.com

Propiedades termodinámicas:

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

www.ddbst.com

OBSERVACIONES