Guía Docente

INGENIERÍA QUÍMICA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2022-2023

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA:	**Ingeniería Química**
NÚMERO DE CRÉDITOS:	**9**
CARÁCTER:	**Obligatoria**
MATERIA:	**Complementos fundamentales de Química**
MÓDULO:	**Fundamental**
TITULACIÓN:	**Grado en Química**
SEMESTRE/CUATRIMESTRE:	**Segundo (segundo curso)**
DEPARTAMENTO/S:	**Ingeniería Química y de Materiales**

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador de la asignatura	**Profesor:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	MARÍA ISABEL GUIJARRO GIL Ingeniería Química y de Materiales QA-B70 migg@quim.ucm.es

Teoría Grupo A		
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	ABDERRAHIM BOUAID Ingeniería Química y de Materiales QA-B71 babderra@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	JAIME CARBAJO OLLEROS Ingeniería Química y de Materiales QA-B71 jaime.carbajo@ucm.es

Teoría Grupo B		
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE Ingeniería Química y de Materiales QA-B57B carmdomi@ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	DAVID LORENZO FERNÁNDEZ Ingeniería Química y de Materiales QAB-60 dlorenzo@ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** **Departamento:** **Despacho:** **e-mail:**	SALVADOR COTILLAS SORIANO Ingeniería Química y de Materiales QA-B57B salvacot@ucm.es

Teoría Grupo C	
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** ELENA DE LA FUENTE GONZÁLEZ **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB501 **e-mail:** helenafg@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** CONCEPCIÓN MONTE LARA **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB501 **e-mail:** cmonte@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** ANA BALEA MARTIN **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB501 **e-mail:** anabalea@ucm.es
Teoría Grupo D	
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** SANTIAGO TORRECILLA VELASCO **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB532 **e-mail:** jstorre@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** ANTONIO TIJERO CRUZ **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB501 **e-mail:** atijero@quim.ucm.es
Teoría Grupo E	
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** DAVID LORENZO FERNÁNDEZ **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QAB-60 **e-mail:** dlorenzo@ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** VICTORIA RIGUAL HERNÁNDEZ **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QB-536 **e-mail:** vicrigua@ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** MARÍA MARTÍN MARTÍNEZ **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QA-154 **e-mail:** mariam74@ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Lecturer:** JUAN MANUEL BOLÍVAR BOLÍVAR **Department:** Chemical Engineering and Materials **Office:** QP-114 **e-mail:** juanmbol@ucm.es

Teoría Grupo F	
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesora:** MARÍA ISABEL GUIJARRO GIL **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QA-B70A **e-mail:** migg@quim.ucm.es
Teoría **Seminario** **Tutoría**	**Profesor:** PEDRO YUSTOS CUESTA **Departamento:** Ingeniería Química y de Materiales **Despacho:** QP-109 **e-mail:** pyustosc@quim.ucm.es

Laboratorio

Grupo	Cuatri.	Profesor/a	Correo	Despacho	Depar.
A	2º	Abderrahim Bouaid Bouaid	babderra@quim.ucm.es	QA-B71	IQyM
B	2	Carmen Maria Dominguez Torre	carmdomi@ucm.es	QA-B57B	IQyM
C	2	Ana Balea Martín	anabalea@ucm.es	QB-501	IQyM
D	2	Antonio Tijero Cruz	atijero@quim.ucm.es	QB-501	IQyM
E	2	Jose Manuel Toledo Gabriel	jmtoledo@ucm.es	QA-B61	IQyM
F	2	Pedro Yustos Cuesta	pyustosc@quim.ucm.es	QP-109	IQyM

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los estudiantes una base de conocimientos de las distintas áreas que componen la Ingeniería Química (operaciones básicas, ingeniera de la reacción química e ingeniería de procesos) que les permita entender las principales operaciones y los fundamentos de los equipos que hacen funcionar una instalación químico-industrial. Generar en los alumnos la capacidad de valorar la importancia de la Química en el contexto industrial y medioambiental.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los principales hitos de la evolución de la industria química, así como su situación actual en el mundo, en Europa y en España.
- Comprender las vías de aprovechamiento clásicas de la industria química, las formas de operar y sus objetivos, así como entender que es una materia prima y sus características más importantes.
- Aprender los conceptos básicos subyacentes en los balances de materia y energía, así como los aspectos prácticos que permiten la resolución de problemas basados en la ley de conservación de materia y energía.
- Ser capaz de plantear y resolver problemas de balance de materia en estado estacionario, tanto de unidades aisladas como de varias unidades de proceso conectadas entre sí.

- Entender el concepto de operación unitaria, así como conocer las principales operaciones básicas y los equipos en los que se llevan a cabo.
- Comprender la naturaleza de los fenómenos de transporte, así como su relación con las operaciones unitarias. Conocer los distintos fenómenos de transporte y sus mecanismos.
- Conocer el objetivo de la fluidodinámica, el concepto de fluido y de flujo y sus tipos y aplicar correctamente la ecuación de Bernouilli o de la conservación de la energía mecánica en fluidos incompresibles.
- Conocer los elementos principales que constituyen una red de tuberías: bombas, medidores de caudal, tuberías y válvulas.
- Comprender los diversos mecanismos de transmisión de calor y resolver problemas sencillos relacionados con la conducción y la convección.
- Entender la ecuación de diseño de intercambiadores de tubos concéntricos y su diferencia con las de los intercambiadores industriales de carcasa y tubo y de placas. Resolver problemas de intercambiadores de calor y de evaporadores orientados al cálculo del área de intercambio.
- Conocer las principales operaciones basadas en el intercambio de cantidad de movimiento: sedimentación, centrifugación, filtración y agitación. Entender el objeto de cada operación y su fundamento, así como conocer los equipos en los que se opera y las diferencias entre ellos.
- Conocer los fundamentos y aplicaciones de la destilación por etapas, así como los equipos en los que se lleva a cabo. Entender y aplicar el método de McCabe-Thiele para diseñar columnas de rectificación simples, así como los principales parámetros de diseño de este tipo de equipos.
- Entender el objeto de la Ingeniería de la Reacción Química, así como sus herramientas principales para estudiar sistemas en reacción.
- Comprender las diferencias entre sistemas homogéneos y heterogéneos donde se dan reacciones químicas. Conocer, a partir de las ecuaciones de velocidad, la evolución temporal de los compuestos en sistemas homogéneos con reacciones elementales y con redes de reacciones simples: reacciones en equilibrio, conectadas en paralelo y conectadas en serie.
- Aplicar estos conceptos en la resolución de una serie de problemas tipo orientados a la aplicación de los métodos diferencial e integral para el estudio de la cinética del sistema en reacción.
- Comprender y conocer la importancia y los conceptos fundamentales de las reacciones catalizadas por sólidos: importancia de los fenómenos de transporte asociados, modelos cinéticos más representativos y aplicaciones más relevantes.
- Conocer las diferencias y semejanzas de los distintos tipos de reactores ideales, así como saber diseñar reactores ideales isotermos.
- Entender la diferencia entre los reactores homogéneos y heterogéneos, así como conocer la importancia de estos últimos en la Industria Química.
- Conocer los procesos y materias primas para la fabricación del amoníaco.
- Conocer los procesos y materias primas para la fabricación del ácido sulfúrico.
- Conocer las vías de aprovechamiento del crudo de petróleo y del gas natural.
- Aprender las medidas para el control y corrección de la contaminación.

III.- CONOCIMIENTOS Y REQUISITOS PREVIOS

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Nomenclatura y formulación química inorgánica y orgánica. Estequiometría. Conversión de unidades. Termodinámica. Conocimientos básicos de química inorgánica y orgánica. Conceptos básicos de cinética química.

■ RECOMENDACIONES:

Haber superado las asignaturas *Química General* y *Matemáticas* pertenecientes al grupo de Materias Básicas.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Conceptos generales: operaciones continuas y discontinuas. Diagramas de flujo. Balances de materia y energía. Procesos químicos de interés industrial. Energía y medio ambiente. Operaciones básicas. Flujo de fluidos. Transmisión de calor. Transferencia de materia. Operaciones de separación. Ingeniería de la reacción química. Cinética química aplicada. Reactores químicos.

■ PROGRAMA:

BLOQUE 1 INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

Tema 1: **La industria química y la ingeniería química**

Desarrollo histórico de los procesos químicos y de la industria química en España. Estructura de la industria química. Aprovechamiento de materias primas de naturaleza inorgánica y orgánica. Productos y aplicaciones.

Tema 2: Conceptos básicos en ingeniería química

Estequiometría (concepto de mol, reactivo en defecto, conversión, rendimiento, selectividad, composición de corrientes). Estudio de las principales variables en un proceso químico y sus cambios de unidades.

Tema 3: Conceptos de operación y transporte de propiedad

Operaciones continuas y discontinuas. Régimen estacionario y no estacionario. Tipos de contacto entre las fases. Fundamento y clasificación de operaciones. Transportes molecular y turbulento. Ecuaciones básicas de transporte. Coeficientes de transporte.

BLOQUE 2 BALANCES MACROSCÓPICOS DE MATERIA

Tema 4: **Balances macroscópicos de magnitudes extensivas**

Ecuación general de conservación. Balances de materia y balances entálpicos. Resolución de casos prácticos de balances de materia.

BLOQUE 3 FLUJO DE FLUIDOS

Tema 5: **Flujo de fluidos**

Definiciones y clasificación. Régimen laminar y turbulento. Transporte de fluidos por conducciones. Ecuación de Bernouilli. Bombas, medidores de caudal y otros accidentes de flujo en tuberías. Operaciones basadas en el flujo de fluidos: agitación, filtración, sedimentación y centrifugación.

BLOQUE 4 TRANSMISIÓN DE CALOR

Tema 6: **Transmisión de calor**

Mecanismos: conducción, convección y radiación. Ecuaciones básicas de transporte. Cambiadores de calor. Evaporación.

BLOQUE 5 TRANSFERENCIA DE MATERIA

Tema 7: **Transferencia de materia**

Difusión y convección. Ecuaciones básicas de transporte. Operaciones de separación basadas en la transferencia de materia: destilación simple y rectificación.

BLOQUE 6 INGENIERÍA DE LA REACCIÓN Y REACTORES

Tema 8: **La ingeniería de la reacción química**

Clasificación de las reacciones químicas. Modelos cinéticos: esquemas de reacción y velocidad de reacción. Reacciones homogéneas y simples: determinación de modelos cinéticos. Reacciones heterogéneas catalíticas: catalizadores sólidos y fenomenología.

Tema 9: **Reactores químicos**

Clasificación: número de fases, tipo de operación y grado de mezcla. Reactores ideales para reacciones homogéneas: reactor discontinuo y reactor continuo. Reactores heterogéneos: descripción y aplicaciones.

BLOQUE 7 QUÍMICA INDUSTRIAL

Tema 10: **El amoniaco como producto principal de la Industria Química Inorgánica**

Procesos y materias primas para la fabricación del amoniaco. Aplicaciones del amoniaco.

Tema 11: **Fabricación del ácido sulfúrico**

Materias primas y procesos. Los sulfuros metálicos como materia prima químico-industrial. Composición y características. Tostación de la pirita.

Tema 12: **Aprovechamiento del crudo de petróleo y del gas natural**

Origen, composición y caracterización. Tratamiento del crudo y sus fracciones. Productos de la refinería. Industria petroleoquímica de base. Industrias derivadas.

Tema 13: **La industria química y el medio ambiente**

Tipos, origen y caracterización de la contaminación. Medidas correctoras internas y externas. Minimización de residuos y de emisiones. Depuración, gestión y aprovechamiento de residuos.

V.- COMPETENCIAS

GENERALES:

- **CG1-MF1:** Reconocer y valorar los procesos químicos en la vida diaria.
- **CG2-MF1:** Relacionar la Química con otras disciplinas.
- **CG3-MF1:** Continuar sus estudios en áreas multidisciplinares.
- **CG5-MF1:** Demostrar el conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la Química.
- **CG6-MF1:** Analizar y resolver problemas cualitativos y cuantitativos.
- **CG7-MF1:** Reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias para solucionarlos.
- **CG8-MF1:** Consultar y utilizar información científica y técnica de forma eficaz.

ESPECÍFICAS:

- **CE30-MFCQ1:** Describir los procesos más significativos de la Industria Química.
- **CE30-MFCQ2:** Reconocer la importancia de la planificación y del desarrollo de los procesos químicos realizados a través de la Ingeniería Química.
- **CE31-MFCQ1:** Explicar e interpretar cualitativa y simplificadamente diagramas de flujo de procesos industriales, identificando operaciones y equipos básicos de una planta química.
- **CE31-MFCQ2:** Plantear y resolver los balances de propiedad que describen el cambio en un sistema debido al intercambio de materia y calor.
- **CE31-MFCQ3**: Clasificar los procesos de separación en función de los principios fisicoquímicos y termodinámicos que intervienen en el proceso químico industrial.
- **CE31-MFCQ4:** Describir el funcionamiento de reactores químicos y reconocer la importancia de la cinética de las reacciones en su diseño.

TRANSVERSALES:

- **CT2-MF1**: Cooperar con otros estudiantes mediante el trabajo en equipo.
- **CT3-MF1**: Aplicar el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT5-MF1**: Utilizar información química, bibliografía y bases de datos especializadas.
- **CT6-MF1**: Identificar la importancia de la química en el contexto industrial, medioambiental y social.
- **CT11-MF1**: Desarrollar el aprendizaje autónomo.
- **CT12-MF1**: Reconocer la problemática energética actual y su importancia.
- **CT12-MF2**: Desarrollar la sensibilidad por temas medioambientales.

VI.- RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al final de la asignatura el estudiante debería ser capaz de:

- Diferenciar entre los procesos llevados a cabo a pequeña escala, en el laboratorio, y aquellos que se llevan a escala industrial, en términos de volumen, rendimientos, materia prima utilizada, aprovechamiento de recursos, presencia de fenómenos controlantes diferentes a la propia reacción química, etc.
- Describir el concepto y metodología general de la Ingeniería Química y su relación básica con distintas disciplinas científicas y técnicas.
- Interpretar cualitativa y simplificadamente diagramas de flujo de procesos industriales, identificando operaciones y equipos básicos de una planta química.
- Plantear y resolver problemas de balance de materia sencillos, con y sin reacciones químicas, tanto en unidades de proceso aisladas como en procesos simples con un número limitado de recirculaciones y purgas.
- Explicar la importancia del proceso químico-físico industrial, de la existencia de operaciones unitarias debidamente ordenadas, de la forma de operar en cada una de ellas y de la naturaleza de las mismas.
- Definir en sus aspectos básicos los fenómenos subyacentes a la operación de cada unidad de proceso, que determinan el diseño de la misma, y ligar las leyes físicas y las ecuaciones empíricas que describen dichos fenómenos con las ecuaciones de diseño de algunas operaciones unitarias seleccionadas.
- Describir las diferencias y similitudes entre distintos fluidos y flujos, y el concepto de viscosidad y su connotación física.
- Deducir la ecuación de conservación de la energía mecánica o ecuación de Bernoulli y explicar sus términos. Aplicarla a sistemas sencillos, estimando los términos de la misma y la potencia necesaria para el bombeo.
- Explicar la transmisión de calor y cuáles son los mecanismos que permiten este fenómeno, conociendo y aplicando las ecuaciones empíricas y leyes que permiten deducir flujos y caudales de energía calorífica para geometrías sencillas, además de los perfiles de temperatura correspondientes.
- Diseñar intercambiadores de calor sensible y latente de doble tubo e industriales, para casos simples.
- Explicar la transferencia de materia (concepto y mecanismos) y los equilibrios entre fases, en especial los existentes entre fases fluidas.
- Explicar la destilación como ejemplo de operación unitaria basada en el equilibrio líquido-vapor, además de las leyes de Raoult y Dalton. Describir las distintas formas de llevar a cabo esta operación.
- Diseñar columnas de rectificación sencillas para sistemas binarios, tanto ideales como reales, para distintos tipos de alimentación, aplicando el método de McCabe-Thiele (gráfico), para condensadores totales y parciales y para condiciones operativas y extremas de la columna de rectificación.
- Aplicar los balances de materia globales y de volátil en las distintas secciones y platos de una columna de rectificación para comprender las bases materiales del método de McCabe-Thiele.
- Explicar el concepto de Ingeniería de la Reacción Química, sus herramientas y su importancia en el escalado de reactores químicos.

- Definir conceptos de la Cinética Química Aplicada como la velocidad de reacción, las variables que sobre ella influyen y las ecuaciones (modelos) que permiten ligarla con dichas variables.
- Resolver problemas simples de cinética aplicada: relación entre unidades de las constantes y órdenes de reacción, cálculo de constantes por método diferencial y/o integral y cálculo de las energías de activación.
- Diseñar reactores químicos ideales: discontinuos y continuos, y apreciar las diferencias entre ellos, comparándolos cualitativa y cuantitativamente.
- Aplicar los conceptos de tiempo de reacción, tiempo muerto y tiempo de residencia.
- Describir la importancia y objetivo de las diferentes operaciones y procesos en la fabricación de amoniaco, sulfúrico y productos de refinería.
- Diferenciar las características básicas de las materias primas usadas en los anteriores ejemplos de procesos en la industria química.
- Describir los distintos reactores y tecnologías aplicados en los procesos-ejemplo de la industria química anteriormente mencionados.
- Explicar la gestión medioambiental actual, los problemas que suscita la industria química e industrias similares en el medioambiente y los procesos tecnológicos básicos para evitar la contaminación o limitar los efectos indeseables de los contaminantes en la atmósfera, la hidrósfera, la litósfera y la biósfera.

VII. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	42	88	5,2
Seminarios	24	26	2,0
Tutorías y Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Actividades prácticas	6	9	0,6
Preparación de trabajos y exámenes	6	14	0,8
Total	**82**	**143**	**9**

VIII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, pruebas de evaluación programadas (tutorías) y actividades prácticas.

Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura. En algunos de los temas se incluye la resolución de problemas tipo. En el desarrollo de las clases de teoría se utilizará material audiovisual para una óptima comprensión de cada tema. Los esquemas, tablas, figuras y cualquier otro tipo de material y/o información necesaria se pondrán a disposición de los estudiantes en soporte papel o informático utilizando principalmente el espacio del Campus Virtual.

Los **seminarios** consistirán en el desarrollo completo y detallado de un conjunto de problemas seleccionados, cuyos enunciados se distribuirán con suficiente antelación para que el estudiante los intente resolver por su cuenta.

Las **pruebas de evaluación programadas (tutorías)** son el marco donde al estudiante se le presentarán cuestiones teóricas, cuestiones prácticas abiertas y ejercicios numéricos a plantear y/o a desarrollar y resolver. Estos ejercicios cubrirán, en cada sesión, un determinado número de temas, estando los estudiantes informados con la suficiente antelación de las fechas y temas a tratar.

Se desarrollarán **actividades prácticas** en grupos reducidos. Se dedicará una sesión a la exposición de vídeos de procesos industriales y a explicar los distintos tipos de bombas, medidores de caudal, y otros equipos básicos utilizados en instalaciones industriales. En otra sesión se utilizará el aula informática para mostrar a los estudiantes algunas herramientas de software aplicadas a la Ingeniería Química.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y estudiantes y como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presencial.

IX.- BIBLIOGRAFÍA

Al principio de curso se comentará la bibliografía recomendada, indicando los aspectos más relevantes de cada texto y el grado de adecuación a la asignatura. No se va a seguir un libro de texto concreto para el desarrollo de la asignatura.

BÁSICA:

- Aguado, J. y *col*.: "*Ingeniería de la Industria Alimentaria"*, Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- Calleja, G. y *col*.: "*Introducción a la Ingeniería Química"*, Volumen I: Conceptos básicos. Ed. Síntesis, Madrid, 1999.

COMPLEMENTARIA:

- Himmelblau, D. M.: *"Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química"*, 6ª edición, Pearson–Prentice Hall, Madrid, 1997.
- Felder, R. M.; Rousseau, R. W.: *"Principios Elementales de los Procesos Químicos",* 3ª edición, Ed. Limusa., México D.F, 2003.
- Ruíz Palacín, J.: *"Problemas resueltos de balances de materia en estado estacionario"*, Ed. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009.
- Izquierdo, J.F., Costa, J., Martínez de la Ossa, E., Rodríguez, J., Izquierdo, M. *"Introducción a la Ingeniería Química: Problemas resueltos de balances de materia y energía"*, Ed. Reverté, 2011.
- Levenspiel, O.: "*Ingeniería de las reacciones químicas",* Ed. Reverté; Barcelona, 1984.
- Levenspiel, O.: *"Flujo de Fluidos e Intercambio de Calor"*, Ed. Reverté. Barcelona, 1993.

- McCabe, W.L. y *col.*: *"Operaciones básicas de la Ingeniería Química",* Ed. McGraw Hill, Madrid, 1991.
- Vian Ortuño, Á.: "*Introducción a la Química Industrial",* 2ª ed., Ed. Reverté; Barcelona, 1994.

Además de los textos básicos y complementarios, puntualmente, se podrá indicar a los estudiantes bibliografía específica para cada tema.

X.- EVALUACIÓN

La evaluación del rendimiento del estudiante y de las competencias adquiridas en la asignatura se llevará a cabo mediante una evaluación global, que considerará por una parte los exámenes que se realicen y por otra el trabajo personal efectuado por el alumno.

Es **obligatorio asistir** a **todas las pruebas de evaluación** y a todas las **actividades prácticas** programadas, ya sean de forma individual o en grupos reducidos. Para poder acceder a la evaluación final será necesario, además, que el estudiante haya participado al menos en el 70 % de las clases de teoría y seminarios.

El rendimiento académico del estudiante y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes y condiciones que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación. Este criterio se mantendrá en todas las convocatorias.

■ EXÁMENES ESCRITOS: 70%

Todos dos **exámenes** consistirán en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de la teoría y de problemas más elaborados, siendo necesario que se obtenga un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada parte del examen (cuestiones teóricas y problemas numéricos).

Se realizará dos **exámenes parciales** escritos, uno hacia la mitad del cuatrimestre y otro al final de este. Los **exámenes parciales aprobados serán liberatorios** para el examen final ordinario de junio. Para superar la asignatura por parciales será necesario obtener una **calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada uno de los exámenes parciales** para ponderar con el resto de las actividades.

Los estudiantes que superen los dos parciales de la asignatura no estarán obligados a presentarse al examen final (convocatoria ordinaria). Los estudiantes que sólo hayan aprobado uno de los parciales con una nota mayor o igual a 5, en el examen final podrán presentarse, únicamente, al parcial suspenso, en este caso, será necesario obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en el parcial suspenso para hacer la media aritmética con el parcial aprobado.

La calificación obtenida, en cualquier caso, representará el 70 % de la evaluación global. La calificación con todas las actividades ponderadas debe ser superior o igual a **5 para superar la asignatura.**

En la convocatoria extraordinaria se realizará un único examen final. Quienes no aprueben en la convocatoria ordinaria deberán examinarse de todos los temas que componen el temario de la asignatura. La nota mínima para ponderar con el resto de las actividades debe ser superior o igual a 4.

Con los exámenes escritos se valorarán las competencias generales CG1-MF1, CG2-MF1, CG5-MF1, CG6-MF1, CG7-MF1, las competencias específicas CE30-MFCQ1, CE30-MFCQ2, CE31-MFCQ1, CE31-MFCQ2, CE31-MFCQ3, CE31-MFCQ4, y las competencias transversales CT3-MF1, CT5-MF1, CT6-MF1, CT12-MF1, CT12-MF2.

- **PRUEBAS DE EVALUACIÓN PROGRAMADAS (TUTORÍAS): 20%**

A lo largo del curso se realizarán **cuatro pruebas de evaluación programadas (tutorías)** que se desarrollarán de forma individual. Serán el marco donde al estudiante se le plantearán cuestiones teóricas, cuestiones prácticas abiertas y ejercicios numéricos a plantear y/o a desarrollar y resolver. Estos ejercicios cubrirán, en cada sesión, un determinado número de temas, estando los estudiantes informados con la suficiente antelación de las fechas y temas a tratar.

Las calificaciones obtenidas por el estudiante en las pruebas de evaluación se mantendrán en las dos convocatorias, ordinaria y extraordinaria.

La evaluación de estos aspectos permitirá conocer el grado de consecución de las competencias generales CG1-MF1, CG2-MF1, CG3-MF1, CG6-MF1, CG7-MF1, CG8-MF1, de las competencias específicas CE30-MFCQ2, CE31-MFCQ1, CE31-MFCQ2, CE31-MFCQ3 y de las competencias transversales CT2-MF1, CT3-MF1, CT5-MF1, CT6-MF1, CT11-MF1, CT12-MF1, CT12-MF2.

- **ACTIVIDADES PRÁCTICAS: 10%**

La **participación en las actividades prácticas** es **obligatoria** y será evaluada mediante un ejercicio tipo test de aplicación directa de los contenidos explicados en estas sesiones. Esta actividad reforzará los conocimientos adquiridos por el estudiante, tanto en las clases presenciales de teoría y seminarios, como en las restantes actividades del curso, lo que redunda en el afianzamiento de todas las competencias generales, específicas y transversales.

Las calificaciones obtenidas por el estudiante en las prácticas programadas se mantendrán en las dos convocatorias, ordinaria y extraordinaria.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (pruebas de evaluación y prácticas) se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura.

Los alumnos que hayan realizado las prácticas en cursos anteriores tendrán la opción de solicitar la convalidación de las mismas siempre que no haya transcurrido más de 1 año desde que llevaron a cabo esas prácticas y hubieran sido calificadas con más de un cinco.

PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. La industria química y la ingeniería química	Teoría	1	1	1ª semana	1ª semana
2. Conceptos básicos en ingeniería química	Teoría y Seminario	4	1	1ª semana	1ª semana
3. Conceptos de operación y transporte de propiedad	Teoría	4	1	2ª semana	2ª semana
4. Balances macroscópicos de magnitudes extensivas	Teoría y Seminario	10	1	2ª semana	6ª semana
5. Flujo de fluidos	Teoría y Seminario	8	1	3ª semana	5ª semana
6. Transmisión de calor	Teoría y Seminario	7	1	5ª semana	7ª semana
7. Transferencia de materia	Teoría y Seminario	7	1	7ª semana	8ª semana
8. La reacción química	Teoría y Seminario	8	1	9ª semana	10ª semana

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
9. Reactores químicos	Teoría y Seminario	7	1	10ª semana	12ª semana
10. El amoniaco como producto principal de la Industria Química Inorgánica	Teoría	2	1	12ª semana	12ª semana
11. Fabricación del ácido sulfúrico	Teoría	2	1	12ª semana	13ª semana
12. Aprovechamiento del crudo de petróleo y del gas natural	Teoría	4	1	13ª semana	14ª semana
13. La industria química y el medio ambiente	Teoría	2	1	14ª semana	14ª semana
TUTORÍAS Y PRÁCTICAS					
Pruebas de evaluación programadas	Prueba 1	1	1	4ª semana	4ª semana
	Prueba 2	1	1	7ª semana	7ª semana
	Prueba 3	1	1	9ª semana	9ª semana
	Prueba 4	1	1	13ª semana	13ª semana
Prácticas	2 Sesiones prácticas	6	2	Semana 14ª	Semana 14ª

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría	CG1-MF1, CG2-MF1, CG3-MF1 CG5-MF1 CE30-MFCQ1 CE30-MFCQ2 CE31-MFCQ3 CE31-MFCQ4 CT6-MF1 CT12MF1 CT12-MF2	Exposición de conceptos teóricos. Resolución de problemas.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	42	88	130	
Seminarios	CG6-MF1, CG7-MF1 CE31-MFCQ1 CE31-MFCQ2 CE31-MFCQ4	Planteamiento y resolución de ejercicios y problemas.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Calificación de las respuestas (planteamiento y resultado) realizadas por escrito para la resolución de ejercicios prácticos y problemas numéricos.	24	26	50	20%
Tutorías programadas y trabajos dirigidos	CG1-MF1, CG2-MF1, CG6-MF1, CG7-MF1, CG8-MF1 CE30-MFCQ2 CE31-MFCQ1 CE31-MFCQ2 CE31-MFCQ3 CT2-MF1 CT3-MF1 CT5-MF1 CT6-MF1 CT11-MF1	Propuesta de ejercicios numéricos en las tutorías. Dirección y supervisión de las actividades del alumno.		Valoración de la participación activa y del trabajo realizado.	4	6	10	

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Actividades Prácticas	CG1-MF1, CG2-MF1, CG6-MF1, CG7-MF1, CG8-MF1 CE30-MFCQ2 CE31-MFCQ1 CE31-MFCQ2 CE31-MFCQ3 CT2-MF1 CT3-MF1 CT5-MF1 CT6-MF1 CT11-MF1	Explicación de la actividad. Dirección y supervisión de las actividades del alumno.	Atención y desarrollo de las actividades propuestas.	Calificación del cuestionario	6	9	15	10%
Exámenes	CG1-MF1, CG2-MF1, CG5-MF1, CG6-MF1, CG7-MF1 CE30-MFCQ1 CE30-MFCQ2 CE31-MFCQ1 CE31-MFCQ2 CE31-MFCQ3 CE31-MFCQ4 CT3-MF1 CT5-MF1 CT6-MF1 CT12-MF1 CT12-MF2	Elaboración, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno.	Preparación y realización del examen.	Calificación del examen.	6	14	20	70%
P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación								

