



Guía Docente:

INGENIERÍA QUÍMICA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2014-2015



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

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador de la asignatura	Profesor:	MIGUEL LADERO GALÁN
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QA-B64
	e-mail:	mladero@quim.ucm.es

Grupo A

Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	ELENA DE LA FUENTE GONZÁLEZ
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QB501
	e-mail:	helenafg@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	CONCEPCIÓN MONTE LARA
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QB501
	e-mail:	cmonte@quim.ucm.es

Grupo B

Teoría Seminario Tutoría	Profesor:	JOSÉ ARACIL MIRA
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QA-B58 A
	e-mail:	jaml@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora:	MERCEDES MARTÍNEZ RODRÍGUEZ
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QA-B71
	e-mail:	mmr1@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor:	ABDERRAHIM BOUAID
	Departamento:	Ingeniería Química
	Despacho:	QA-B71
	e-mail:	babderra@quim.ucm.es



Grupo C	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: FERNANDO MIRADA CORONEL Departamento: Ingeniería Química Despacho: QB533 e-mail: fmirada@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: VIRGINIA ALONSO RUBIO Departamento: Ingeniería Química Despacho: QB534 e-mail: valonso@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ TORIBIO Departamento: Ingeniería Química Despacho: QB-536 e-mail: jucdomin@quim.ucm.es

Grupo D	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: MIGUEL LADERO GALÁN Departamento: Ingeniería Química Despacho: QA-B64 e-mail: mladero@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SERGIO RODRÍGUEZ VEGA Departamento: Ingeniería Química Despacho: QA-B61 e-mail: srvega@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ MANUEL TOLEDO Departamento: Ingeniería Química Despacho: QA-B61 e-mail: jmtoledo@quim.ucm.es

Grupo E	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: SANTIAGO TORRECILLA VELASCO Departamento: Ingeniería Química Despacho: QB532 e-mail: jstorre@quim.ucm.es

Grupo F	
Teoría Seminario Tutoría	Profesora: MARÍA ISABEL GUIJARRO GIL Departamento: Ingeniería Química Despacho: Procesos: QA-B70 e-mail: migg@quim.ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: PEDRO YUSTOS CUESTA Departamento: Ingeniería Química Despacho: Planta piloto: 8508 e-mail: pyustosc@quim.ucm.es



II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Proporcionar a los estudiantes una base de conocimientos de las distintas áreas que componen la Ingeniería Química (operaciones básicas, ingeniería 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 si.
- 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 isoterms.
- 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:

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: Balances macroscópicos de magnitudes extensivas**

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

Tema 3: Fundamentos y clasificación de operaciones

Operaciones continuas y discontinuas. Régimen estacionario y no estacionario. Tipos de contacto entre las fases. Clasificación de las operaciones unitarias físicas.

Tema 4: Transporte molecular y turbulento

Condiciones de equilibrio entre fases no miscibles. Leyes cinéticas en transporte molecular: leyes de Newton, Fick y Fourier. Coeficientes de transporte.

Tema 5: Flujo de fluidos

Definiciones y clasificación. Régimen laminar y turbulento. Transporte de fluidos por conducciones. Ecuación de Bernoulli. Bombas, medidores de caudal y otros accidentes de flujo en tuberías.

Tema 6: Transmisión de calor

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

Tema 7: Transferencia de materia

Difusión y convección. Ecuaciones básicas de transporte.

Tema 8: Operaciones basadas en el flujo de fluidos

Agitación. Filtración. Sedimentación. Centrifugación.

Tema 9: Operaciones de separación basadas en la transferencia de materia

Destilación simple. Rectificación.

Tema 10: La ingeniería de la reacción química

Clasificación de las reacciones químicas. Modelos cinéticos: esquemas de reacción y velocidad de reacción.

Tema 11: La reacción química

Reacciones homogéneas y simples: determinación de modelos cinéticos. Reacciones heterogéneas catalíticas: catalizadores sólidos y fenomenología.

Tema 12: 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.

Tema 13: El amoníaco como producto principal de la Industria Química Inorgánica

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

**Tema 14: Fabricación del ácido sulfúrico**

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

Tema15: Aprovechamiento del crudo de petróleo y del gas natural

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

Tema 16: 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 simplificada 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 simplificada 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 amoníaco, 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	45	85	5,2
Seminarios	15	35	2,0
Tutorías y Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Actividades prácticas	6	9	0,6
Preparación de trabajos y exámenes	10	10	0,8
Total	80	145	9



VIII.- METODOLOGÍA

Los contenidos de la asignatura se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, tutorías programadas y trabajos dirigidos, 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 alumnos 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 alumno los intente resolver por su cuenta. El resto de sesiones se dedicará a la interpretación de algunos diagramas de flujo de procesos que no hayan sido explicados en las clases teóricas.

Las **tutorías programadas y trabajos dirigidos** se desarrollarán en grupos reducidos. Las tutorías 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 en grupos reducidos. Estos ejercicios prácticos cubrirán, en cada sesión, un determinado número de temas, estando los estudiantes informados con la suficiente antelación de los temas a tratar. En estas sesiones, el estudiante podrá contar con la orientación del profesor encargado.

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. Esta sesión se complementará con una visita a los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química. 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

Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas y a todas las actividades prácticas programadas en grupos reducidos. Para poder acceder a la evaluación final será necesario, además, que el alumno haya participado al menos en el 70 % de las clases de teoría y seminarios.

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

■ EXÁMENES ESCRITOS:**70%**

Todos los exámenes consistirán en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de la teoría y de problemas más elaborados. Para aprobar cada examen, será necesario que el alumno obtenga, al menos, un 4 sobre 10 en cada parte del examen: cuestiones teóricas y problemas numéricos. Esta condición también será de aplicación para compensar notas entre parciales.

Se realizará un examen parcial a la mitad del cuatrimestre aproximadamente, y otro previo al examen final de la convocatoria de junio. Si la calificación del primer examen parcial es igual o superior a 4 sobre 10, podrá compensarse con la correspondiente al segundo parcial. Si esta compensación se da, el alumno podrá aprobar por parciales, una vez se consideren con su porcentaje las notas correspondientes a las demás actividades.



Por otra parte, se realizarán dos exámenes finales, uno correspondiente a la convocatoria ordinaria y otro a la extraordinaria. En ambos casos, serán objeto de examen todos los temas que componen el temario de la asignatura.

Para poder ser evaluado en la convocatoria ordinaria es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas y a todas las actividades prácticas programadas en grupos reducidos.

A la convocatoria extraordinaria solo podrán presentarse aquellos alumnos que hayan participado en el resto de actividades de la asignatura, habiendo asistido a un mínimo del 70% de las clases de teoría y seminarios. La calificación obtenida por el alumno en la convocatoria de junio en el trabajo personal y actividades dirigidas (tutorías, seminarios/trabajos dirigidos y laboratorio) se mantendrá en la convocatoria de septiembre.

Para ambas convocatorias, y con el objeto de aprobar la asignatura, el estudiante deberá obtener una nota mínima de examen de 4 sobre 10.

Con los exámenes escritos se valorarán las competencias generales CG1-MF1, CG2-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.

■ TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS): 20%

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno y de las actividades dirigidas o tutorías, estas últimas obligatorias, se hará teniendo en cuenta:

- La destreza del alumno en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en los seminarios.
- Evaluación de las tutorías y actividades prácticas, de asistencia obligatoria, y a las cuales serán citados los alumnos periódicamente a lo largo del cuatrimestre.
- Se evaluará la resolución de cuestiones y de problemas numéricos por parte de pequeños grupos de estudiantes relativos a un número limitado de lecciones del temario. Tales cuestiones y problemas numéricos se propondrán en las tutorías y se resolverán en grupos, evaluándose a cada estudiante en función del trabajo de grupo y de su aportación personal durante el desarrollo de las tutorías.

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 con cuestiones sencillas de aplicación directa de los contenidos explicados en estas sesiones. Esta actividad reforzará los conocimientos adquiridos por el alumno, tanto en las clases presenciales de teoría y seminarios, como en las restantes actividades del curso, lo que redundará en el afianzamiento de todas las competencias generales, específicas y transversales.



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. La industria química y la ingeniería química	Teoría	2	1	1ª semana	1ª semana
	Seminario	-	-	-	-
2. Balances macroscópicos de magnitudes extensivas	Teoría	5	1	1ª semana	2ª semana
	Seminario	5	1	2ª semana	6ª semana
3. Fundamentos y clasificación de operaciones	Teoría	2	1	3ª semana	3ª semana
	Seminario	-	-	-	-
4. Transporte molecular y turbulento	Teoría	2	1	3ª semana	4ª semana
	Seminario	-	-	-	-
5. Flujo de fluidos	Teoría	3	1	4ª semana	5ª semana
	Seminario	2	1	5ª semana	5ª semana
6. Transmisión de calor	Teoría	3	1	6ª semana	6ª semana
	Seminario	2	1	7ª semana	7ª semana
7. Transferencia de materia	Teoría	1	1	10ª semana	10ª semana
	Seminario	-	-	-	-
8. Operaciones basadas en el flujo de fluidos	Teoría	2	1	7ª semana	8ª semana
	Seminario	-	-	-	-
9. Operaciones de separación basadas en la transferencia de materia.	Teoría	4	1	8ª semana	11ª semana
	Seminario	2	1	9ª semana	9ª semana
10. La Ingeniería de la reacción química	Teoría	2	1	9ª semana	10ª semana
	Seminario	-	-	-	-
11. La reacción química	Teoría	3	1	10ª semana	10ª semana
	Seminario	2	1	11ª semana	11ª semana



TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
12. Reactores químicos	Teoría	3	1	11ª semana	12ª semana
	Seminario	2	1	12ª semana	12ª semana
13. El amoniaco como producto principal de la Industria Química Inorgánica	Teoría	2	1	12ª semana	13ª semana
	Seminario	-	-	-	-
14. Fabricación del ácido sulfúrico	Teoría	3	1	13ª semana	13ª semana
	Seminario	-	-	-	-
15. Aprovechamiento del crudo de petróleo y del gas natural	Teoría	5	1	14ª semana	15ª semana
	Seminario	-	-	-	-
16. La industria química y el medio ambiente	Teoría	3	1	15ª semana	15ª semana
	Seminario	-	-	-	-
TUTORÍAS Y PRÁCTICAS					
Tutorías	Tutoría 1	1	2	2ª semana	2ª semana
	Tutoría 2	1	2	6ª semana	6ª semana
	Tutoría 3	1	2	10ª semana	10ª semana
	Tutoría 4	1	2	12ª semana	12ª semana
Prácticas	2 Sesiones prácticas	6	2	Semanas 12-13	Semanas 13-14



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 tipo.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	45	85	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.	15	35	50	10%
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 trabajos. Dirección y supervisión del estudio y actividades del alumno.	Lectura y discusión de artículos técnicos de actualidad relacionados con la Ingeniería química. Elaboración por escrito de un trabajo en grupo.	Valoración de la participación activa y del trabajo realizado por el grupo.	4	6	10	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, 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.	10	10	20	70%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación