



Grado en Química 27216 - Fundamentos de ingeniería química

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Manuel Arruebo Gordo** arruebom@unizar.es
- **Jaime Soler Herrero** jsoler@unizar.es
- **José Luis Hueso Martos** jlhueso@unizar.es
- **Silvia Irusta Alderete** sirusta@unizar.es
- **María Pilar Pina Iritia** mapina@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

En esta asignatura es recomendable haber adquirido las competencias relativas a las materias de formación básica de primer y segundo curso. Se consideran especialmente necesarias para su correcto seguimiento, las adquiridas en las asignaturas de Química General, Física, Matemáticas, Estadística e Informática; Introducción al Laboratorio Químico, y Laboratorio de Química.

Se recomienda la asistencia a las clases, la realización de los ejercicios propuestos como trabajo personal, la preparación y resolución de los guiones de prácticas de laboratorio, el estudio continuado y la participación activa en el aula.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se desarrollará durante todo el primer cuatrimestre del tercer curso del Grado en Química y según el horario establecido. Las actividades de clase magistral con el grupo completo y las de resolución de problemas y casos prácticos en grupos reducidos se llevarán a cabo en la misma aula.

El cronograma para la impartición de las actividades de aprendizaje y pruebas de evaluación se hará público en el tablón de anuncios del departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y en el Anillo Digital Docente con la suficiente antelación.

Las dos pruebas escritas de evaluación continua para cada uno de los bloques que conforman la asignatura se realizarán conforme a la impartición de contenidos.

Las fechas para la prueba global de evaluación en primera y segunda convocatoria serán conformes al calendario académico de la Facultad de Ciencias y podrán consultarse en la página web de la misma: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:** Explicar razonadamente utilizando la terminología básica los fenómenos de transferencia de materia y transmisión de calor que tienen lugar en los procesos físicos y químicos
- 2:** Identificar las principales operaciones de una planta química y su principio de operación
- 3:** Analizar nuevos diagramas de flujo o ya existentes de procesos químicos desde el punto de vista de balances de materia y energía
- 4:** Realizar el dimensionado o la simulación de equipos básicos para transferencia de materia y reactores químicos mediante métodos gráficos o analíticos sencillos de cálculo

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura Fundamentos de Ingeniería Química es de carácter obligatorio y forma parte del módulo Fundamental del Grado. Tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso del Grado.

Se trata de una asignatura básica e introductoria de conceptos de Ingeniería Química que le ayuda a entender cómo se realizan los procesos químicos a escala industrial.

La asignatura se estructura en tres grandes bloques:

Bloque I: Introducción. Balances de Materia y Energía en Estado Estacionario

Bloque II: Fenómenos de Transporte, Aplicación al Diseño de Equipos e Introducción a las Operaciones de Separación y diseño de Reactores.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo general de esta asignatura es adquirir una visión práctica de la disciplina de la Ingeniería Química y de su relación con la Química y la Industria Química actual.

Como todas las asignaturas del bloque Fundamental, esta asignatura contribuye a conseguir las competencias y destrezas propias de dicho módulo el cual constituye el núcleo de la formación en Química que recibe el futuro graduado. El objetivo de este módulo es proporcionar al alumno el bloque de conocimientos, habilidades experimentales y actitudes esenciales en las distintas ramas de la Química, complementada con la formación transversal específica. Por lo tanto, la asignatura pretende introducir a los alumnos las herramientas y los conocimientos básicos de ingeniería química, para poder enfrentarse con un criterio amplio a los diversos problemas que se les plantearán en el ámbito profesional. Con ella se

deben asentar las bases de los cálculos asociados a los procesos químicos, fundamentalmente resolución de balances de materia y energía, fenómenos de transporte, operaciones básicas de separación y reactores químicos.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de Ingeniería Química tiene como objetivo dotar al estudiante de las herramientas necesarias para diseñar, dimensionar y evaluar los procesos químicos y para poder realizar cambios de escala. Las competencias adquiridas en esta asignatura son necesarias para el correcto aprovechamiento de la asignatura obligatoria de primer cuatrimestre de cuarto curso del módulo avanzado "Procesos, Higiene y Seguridad en la Industria Química"

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Manejar la terminología y nomenclatura básica en Ingeniería Química.
- 2:** Plantear, desarrollar y resolver balances macroscópicos de materia y energía en procesos de la Industria Química.
- 3:** Conocer los mecanismos de transporte de materia y calor y las ecuaciones matemáticas que los describen.
- 4:** Conocer y saber aplicar las ecuaciones de transporte de propiedad entre fases para el diseño de equipos de transferencia de materia.
- 5:** Aplicar métodos de cálculo sencillos en el análisis y dimensionado de equipos para transferencia de materia y reactores químicos.
- 6:** Reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro del área de estudio de la Química) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas de índole social, científica o ética.
- 7:** Comprender y transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado. Ser capaz de expresarse claramente de forma oral y por escrito, dominando el lenguaje especializado.
- 8:** Trabajar en equipo, organizar, planificar y tomar decisiones.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La asignatura de Fundamentos de Ingeniería Química permitirá que los alumnos adquieran conocimientos y herramientas básicas indispensables para el cálculo ingenieril relacionado con la Química y la Industria Química. Las prácticas de laboratorio realizadas por el alumno en el marco de esta asignatura reforzarán los contenidos, y al mismo tiempo, le proporcionarán una visión práctica del Bloque II de la asignatura.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:**

La asignatura se evalúa de forma continua, por bloques independientes de acuerdo con su estructuración. Los instrumentos para la evaluación de cada bloque son diversos:

1. Pruebas escritas: dos controles, uno al terminar el bloque I y otro al terminar el Bloque II
2. Problemas individuales
3. Problemas/casos prácticos en grupos
4. Prácticas de laboratorio.

Para superar la asignatura es necesario superar el Bloque I y II de forma independiente. Para superar cada bloque será necesario haber alcanzado una calificación mínima de 5 puntos (sobre 10) en las pruebas escritas individuales y en los guiones de prácticas de laboratorio. La superación de un bloque implica una calificación igual o mayor que 5, y exige al alumno de examinarse de dicho bloque en la prueba de evaluación global escrita. No obstante, en la prueba de evaluación global se guardará la calificación obtenida de laboratorio y la de cada bloque para las dos convocatorias, siempre y cuando la calificación sea igual o superior a 5 puntos. La calificación final se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{CALIFICACIÓN FINAL} = (\text{Calif. Bloque I} + \text{Calif. Bloque II}) / 2$$

- 2: **Bloque I:** Introducción. Balances de Materia y Energía en Estado Estacionario

Calificación BLOQUE I	70 % de la nota: prueba escrita individual que consistirá en la resolución de problemas de Balances de Materia y Energía (A)
	20 % de la nota: participación en clase y recogida de 2 problemas individuales(B)
	10 % de la nota: caso práctico resuelto fuera del aula en grupos reducidos de 2-3 alumnos (C)

$$\text{Calificación Bloque I} = 0,7*A + 0,2*B + 0,1*C$$

- 3: **Bloque II:** Fenómenos de Transporte, Transferencia de Materia y Operaciones de Separación y Diseño de Reactores

Calificación BLOQUE II	60 % de la nota: prueba escrita individual (D)
	10 % de la nota: participación en clase y recogida de 1 problema individual (E)
	30 % de la nota: guiones de prácticas (F)

$$\text{Calificación Bloque II} = 0,6*D + 0,1*E + 0,3*F$$

- 4: Los estudiantes que no opten por la evaluación continua o que no superen algún bloque de la asignatura por este procedimiento o que quieran mejorar la calificación, tendrán derecho a presentarse a la prueba global de evaluación que tendrá lugar en las convocatorias de Febrero y Septiembre y que supondrá el 100 % de la calificación. La prueba de evaluación global tanto en primera como en segunda convocatoria consistirá en un examen escrito y una sesión de prácticas de laboratorio (para aquellos alumnos que no hayan superado o no hayan realizado las correspondientes prácticas de laboratorio durante el curso académico). El examen escrito incluirá problemas y cuestiones teórico-prácticas sobre los contenidos del Bloque I (50% de la calificación final) y del Bloque II (35% calificación final). La sesión de prácticas de laboratorio, incluirá un cuestionario teórico y una prueba práctica sobre los contenidos del bloque II y representará el 15% de la calificación final del alumno.

- 5: El número de convocatorias oficiales de examen a las que la matrícula da derecho (2 por matrícula) así como el consumo de dichas convocatorias se ajustará a la Normativa de Permanencia en Estudios de Grado (http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustarán los criterios generales de diseño de las pruebas y sistema de

calificación, y de acuerdo a la misma se hará público el horario, lugar y fecha en que se celebrará la revisión al publicar las calificaciones. Dicha normativa puede consultarse en:

<http://wzar.unizar.es/servicios/coord/norma/evalu/evalu.html>

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

La asignatura consta de 60 h de las cuales 48 se emplearán en impartir las clases teóricas y en realizar problemas y las 12 h restantes se emplearán en llevar a cabo las prácticas de laboratorio. Las clases teóricas se llevarán a cabo con el grupo completo. Se impartirán algunas de las clases de problemas en grupos reducidos con el objetivo de fomentar la participación y la discusión. Cada grupo completo se dividirá en dos grupos reducidos, de modo que el número de alumnos sea similar en ambos. Una vez realizada la asignación del alumno a un grupo reducido, se mantendrá dicha vinculación para todo el semestre. El cronograma para la impartición de las actividades en el aula con grupos reducidos se hará público al inicio de la asignatura en el aula, en el tablón de anuncios del departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y en el Anillo Digital Docente.

Las actividades de prácticas de laboratorio se realizarán de acuerdo a grupos y calendario que se publique previamente. Dichas prácticas serán realizadas en equipos de 2-3 alumnos, conforme al número de alumnos matriculados.

Los guiones de las prácticas de laboratorio con las cuestiones relativas al desarrollo de las mismas se entregarán después de haber realizado la práctica correspondiente, y de acuerdo a las fechas de entrega que se definan. La calificación de los guiones es solidaria para todo el equipo. En los guiones de prácticas se tendrán en cuenta los resultados obtenidos por cada grupo en el contexto de todos los resultados obtenidos por todos los alumnos que hayan realizado dicha práctica para fomentar la discusión entre todo el grupo.

Las dos pruebas escritas de evaluación periódica se realizarán conforme a la impartición de contenidos de la asignatura y se anunciarán en el aula, en el tablón de anuncios del departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y en el Anillo Digital Docente con al menos dos semanas de antelación.

Los horarios y lugar para tutorías serán establecidas por cada profesor y se harán públicos al inicio de la asignatura en el aula, en el tablón de anuncios del departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y en el Anillo Digital Docente.

Las fechas para la prueba global de evaluación en primera y segunda convocatoria serán conformes al calendario académico de la Facultad de Ciencias y podrán consultarse en la página web de la misma: <http://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1: El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Bloque I. Introducción. Balances de Materia y Energía en Estado Estacionario

	Nº de horas presenciales	Actividad
1.9 ECTS	9 h	Clase magistral en aula con el grupo completo (clases teóricas y resolución de problemas y casos)
	10 h	Clase en grupos reducidos de resolución de problemas de Balances de Materia y Energía

Las 9 h de clase magistral que versarán sobre:

- Introducción a la Ingeniería Química.
- Nomenclatura básica y métodos de cálculo. Sistemas de unidades. Análisis dimensional. Conversión de unidades.
- Balances macroscópicos de materia y energía en procesos de la industria química.
- Procedimiento sistemático para la realización de balances de materia en estado estacionario con y sin reacción química
- Balances de energía en estado estacionario con y sin reacción química
- Balances simultáneos de materia y energía en estado estacionario.

2: **Bloque II.** Fenómenos de Transporte, Aplicación al Diseño de Equipos e Introducción a las Operaciones de Separación y Diseño de Reactores

	Nº de horas presenciales	Actividad
4.1 ECTS	21 h	Clase magistral en aula con el grupo completo (clases teóricas y resolución de problemas y casos)
	8 h	Clase en grupos reducidos de resolución de problemas
	12 h	Prácticas de laboratorio en grupos reducidos (equipos de 2-3 alumnos)

Las 21 h de clase magistral que versarán sobre:

- Introducción a los fenómenos de transporte.
- Mecanismos de transporte. Ecuaciones de Transporte en el seno de un fluido en régimen molecular. Teoría de capa límite.
- Transporte entre Fases. Coeficientes de transporte individuales y globales.
- Aplicación al diseño de intercambiadores de calor.
- Fundamentos de las Operaciones de separación. Equipos para contacto entre fases.
- Introducción al diseño de columnas de absorción.
- Introducción al diseño de reactores. Cinética Química Aplicada.
- Reactor Discontinuo de Mezcla Perfecta Isotermo y Adiabático.
- Reactor Continuo de Mezcla Perfecta Isotermo y Adiabático.
- Reactor Continuo de Flujo Pistón Isotermo y Adiabático.

3:

Las 12 h de prácticas de laboratorio se distribuirán de la siguiente forma:

Cada equipo de laboratorio constituido por 2-3 alumnos realizará cuatro de las seis prácticas propuestas de acuerdo a la planificación realizada por los profesores responsables de la asignatura. Las sesiones de laboratorio serán de 2.5 horas de duración y se realizarán hacia el final del cuatrimestre. Las prácticas correspondientes a este bloque son:

- **Práctica 1:** Transferencia de materia entre fases: Absorción-Desorción G-L. Determinación de coeficientes individuales de transferencia de materia.
- **Práctica 2.** Transferencia de materia entre fases: Intercambio Iónico. Determinación de la curva de ruptura.
- **Práctica 3.** Transferencia de materia entre fases: Extracción S-L. Modo de contacto, número de etapas y factor de separación.
- **Práctica 4.** Transferencia de materia entre fases: Destilación discontinua.
- **Práctica 5:** Reactor ideal de Flujo Pistón. Influencia de las condiciones de operación sobre la conversión.
- **Práctica 6:** Reactor ideal de Mezcla Perfecta. Asociación en Serie de Reactores Ideales.

Los guiones de las prácticas de laboratorio con las cuestiones relativas al desarrollo de las mismas se entregarán una semana después de haber realizado la práctica correspondiente. La calificación de los guiones es solidaria para todo el equipo. De los resultados experimentales de una misma práctica obtenidos por todos los equipos de laboratorio se realizará una evaluación individual por cada grupo para fomentar la discusión entre iguales y el trabajo en conjunto. Los alumnos realizarán dicha discusión entre iguales y trabajo en grupo durante las 2 horas que completarán las 12 horas dedicadas a las prácticas de laboratorio y que se fijarán con el calendario de prácticas. Es decir, en el guión de prácticas se considerarán y analizarán la dispersión de los valores individuales respecto de la media de todos los valores de los grupos de prácticas.

4:

El caso práctico del Bloque I consistirá en un trabajo por parejas en el que se resolverá un balance de

materia y energía (Bloque I) para un proceso químico industrial representativo elegido por los alumnos.

Así, las 60 h impartidas totales de la asignatura incluyen 30 h de clases magistrales en el aula con el grupo completo, 18 h de resolución de problemas en grupos reducidos y 12 h de prácticas de laboratorio. El trabajo del alumno se distribuye entre las horas de estudio, resolución de problemas individual y en grupo, preparación de las prácticas, elaboración de guiones y pruebas escritas de evaluación.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Al inicio de la impartición de la asignatura se harán públicas las fechas e hitos clave de la misma en el aula, en el tablón de anuncios del departamento de Ingeniería Química y Tecnologías del Medio Ambiente y en el Anillo Digital Docente. Los horarios de las prácticas de laboratorio y de las clases de resolución de casos y problemas en grupos reducidos se comunicarán con al menos dos semanas de antelación a la fecha de inicio.

Bibliografía

La bibliografía recomendada es la siguiente:

1:

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Introducción a la Ingeniería Química. G. Calleja, F. García, A.L. Martínez, D. Prats, J.M. Rodríguez Maroto. Editorial Síntesis S.A., Madrid 1999.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Bloque I

- Principios Elementales de los Procesos Químicos. R.M. Felder, R.W. Rousseau. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana (2ª Edición), Wilmington, 1991.
- Principios Básicos y Cálculos en Ingeniería Química. D.M. Himmelblau. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana (6ª Ed.) S.A., México, 1997.
- Problemas resueltos de balances de materia en estado estacionario. J. Ruiz Palacín. Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009.

Bloque II

- Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriot. McGraw-Hill (6ª Ed.), México, 2002.
- Ingeniería de Reactores. J. Santamaría, J. Herguido, M. Menéndez, A. Monzón. Editorial Síntesis, Madrid, 1999.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Felder, Richard M.. Principios elementales de los procesos químicos / Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau ; [colaboradora en la traducción, María Teresa Aguilar Ortega de Sandoval ; revisión, Enrique Arriola Guevara] . - 3ª ed. México [etc.] : Limusa Wiley, cop. 2003
- Himmelblau, David M.. Principios básicos y cálculos en ingeniería química / David M. Himmelblau ; traducción, Roberto Luis Escalona García ; revisión técnica, Mª del Carmen Doria Serrano . - 2ª ed. en español México [etc.] : Prentice-Hall Hispanoamericana, cop. 1997
- Ingeniería de reactores / Jesús Santamaría ... [et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 1999
- Introducción a la ingeniería química / Editor Guillermo Calleja Pardo ; Autores Guillermo Calleja Pardo...[et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 1999
- McCabe, Warren L.. Operaciones unitarias en ingeniería química / Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott ; traducción, María Aurora Lanto Arriola; revisión técnica, María Teresa Collí Serrano, Anselmo Osorio Mirón . - 6ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2002

- Ruiz Palacín, Joaquín. Problemas resueltos de balances de materia en estado estacionario / Joaquín Ruiz Palacín Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2009