



## Grado en Química 27216 - Fundamentos de ingeniería química

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Manuel Arruebo Gordo** arruebom@unizar.es
- **Antonio Monzón Bescós** amonzon@unizar.es
- **María Pilar Lobera González** plobera@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 tres 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.

**Bloque III:** 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**

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 de los Bloques II y III 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: pruebas escritas, problemas individuales y problemas/casos en grupos, prácticas de laboratorio y presentaciones. 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  $\geq 5$ , y exime 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 para las dos convocatorias, siempre y cuando la calificación sea igual o superior a 5 puntos.

$$\text{CALIFICACIÓN FINAL} = (\text{Calif. Bloque I} + \text{Calif. Bloque II} + \text{Cal. Bloque III}) / 3$$

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

Calificación BLOQUE I	60 % de la nota: prueba escrita individual que consistirá en la resolución de dos problemas (A y B) de Balances de Materia y Energía
	20 % de la nota: participación en clase (C)
	20 % de la nota: problema entregado y resuelto fuera del aula en grupos reducidos de 2-3 alumnos (D)

$$\text{Calificación Bloque I} = 0.6[(A+B)/2] + 0.2C + 0.2D$$

3: **Bloque II:** Fenómenos de Transporte, Transferencia de Materia y Operaciones de Separación.

Calificación BLOQUE II	50 % de la nota: prueba escrita individual que consistirá en la resolución de cuestiones teórico-prácticas de Fenómenos de Transporte y Operaciones de Separación (E) y de un problema de diseño/simulación de equipos (F)
	10 % de la nota: participación en clase (G)
	20 % de la nota: guiones de prácticas (H)
	20 % de la nota: problema entregado y resuelto fuera del aula en grupos reducidos de 2-3 alumnos (I)

$$\text{Calificación Bloque II} = 0.5[(E+F)/2] + 0.1G + 0.2H + 0.2I$$

4: **Bloque III:** Diseño de Reactores.

Calificación BLOQUE III	40 % de la nota: prueba escrita individual que consistirá en la resolución de cuestiones teórico-prácticas sobre reactores químicos (J) y de un problema de diseño/simulación de reactores (K)
	20 % de la nota: participación en clase (L)
	20 % de la nota: guiones de prácticas (M)
	20 % de la nota: problema entregado y resuelto fuera del aula en grupos reducidos (N)

$$\text{Calificación Bloque III} = 0.4[(J+K)/2] + 0.2L + 0.2M + 0.2N$$

4: La superación de todas estas evaluaciones acredita el logro de los resultados de aprendizaje.

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. El examen escrito, que incluirá problemas y cuestiones teórico-prácticas sobre los contenidos de los bloques I, II y III, representará el 87% de la calificación final del alumno. La sesión de prácticas de laboratorio, que incluirá un cuestionario teórico y una prueba práctica sobre los contenidos de los bloques II y III, representará el 13% 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](http://www.unizar.es/sg/doc/BOUZ10-10_001.pdf)) y Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje. A este último reglamento, también se ajustará el 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:**

Como se ha dicho anteriormente 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.

**Bloque III:** Diseño de Reactores.

### 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 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. 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 cuatrimestre.

Las actividades de prácticas de laboratorio tendrán lugar al final del cuatrimestre y se realizarán con los grupos reducidos en el Laboratorio 1 del Edificio. 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 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 exposición en el aula en grupos reducidos para fomentar la discusión entre iguales y el trabajo en conjunto. Las fechas para la exposición de las prácticas 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.

Las tres 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>. Dicho enlace se actualizará al comienzo de cada curso académico.

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

**2:**

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

	<b>Nº de horas presenciales</b>	<b>Actividad</b>
<b>2.2 ECTS</b>	12 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 12 h de clase magistral que versarán sobre:**

- Introducción (Sistemas de unidades. Análisis dimensional. Conversión de unidades. Escalas de temperatura. Homogeneidad dimensional y grupos adimensionales. Conversión de unidades en fórmulas. Notación científica. Cifras significativas y precisión)
- Nomenclatura básica y métodos de cálculo.
- 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.

**3:**

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

	<b>Nº de horas presenciales</b>	<b>Actividad</b>
<b>2.2 ECTS</b>	12 h	Clase magistral en aula con el grupo completo (clases teóricas y resolución de problemas y casos)
	4 h	Clase en grupos reducidos de resolución de problemas
	6 h	Prácticas de laboratorio en grupos reducidos (equipos de 2-3 alumnos) y exposición en el aula de resultados

**Las 12 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.

**Las 6 h de prácticas de laboratorio se distribuirán de la siguiente forma:**

Cada equipo de laboratorio constituido por 2-3 alumnos realizará dos de las cuatro 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.

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 exposición en el aula en grupos reducidos para fomentar la discusión entre iguales y el trabajo en conjunto. Durante dicha hora se expondrán y defenderán en 15 minutos los conceptos, resultados y conclusiones derivados de la realización de las 4 prácticas correspondientes al Bloque II. Para ello los alumnos realizarán un ejercicio previo de puesta en común y discusión que quedará reflejada en la exposición. Las fechas para la exposición de las prácticas 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.

**4:** Bloque III. Diseño de Reactores.

	Nº de horas presenciales	Actividad
1.6 ECTS	6 h	Clase magistral en aula con el grupo completo
	4 h	Clases en grupos reducidos de resolución de problemas
	6 h	Prácticas de laboratorio en grupos reducidos (equipos de 2-3 alumnos) y exposición en el aula de resultados

**Las 6 h de clase magistral que versarán sobre:**

- 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.

**Las 6 h de prácticas de laboratorio se distribuirán de la siguiente forma:**

Cada equipo de laboratorio constituido por 2-3 alumnos realizará dos de las cuatro 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:** Determinación de la ecuación cinética de una reacción en fase homogénea. Método diferencial y método integral para análisis de datos cinéticos.

**Práctica 2:** Tiempo espacial vs. Conversión en Reactores Continuos Ideales de Mezcla Perfecta.

**Práctica 3:** Reactor ideal de Mezcla Perfecta vs. Flujo Pistón.

**Práctica 4:** Asociación en Serie de Reactores Ideales de Mezcla Perfecta.

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 exposición en el aula en grupos reducidos para fomentar la discusión entre iguales y el trabajo en conjunto. Durante dicha hora se expondrán y defenderán en 15 minutos los conceptos, resultados y conclusiones derivados de la realización de las 4 prácticas correspondientes al Bloque III. Para ello los alumnos realizarán un ejercicio previo de puesta en común y discusión que quedará reflejada en la exposición. Las fechas para la exposición de las prácticas 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.

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 exposiciones en el aula 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

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

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

##### *Bloque I*

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

##### *Bloque II*

- McCabe, W.L., Smith, J.C. y Harriot, P., Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. 6ª Ed., McGraw-Hill, México, 2002.

##### *Bloque III*

- Santamaría, J., Herguido, J, Menéndez, M. y Monzón, A., Ingeniería de Reactores, 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 :



