

## **Grado en Ingeniería Química**

### **29928 - Experimentación en ingeniería química I**

**Guía docente para el curso 2012 - 2013**

**Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **Eva María Francés Pérez** efrances@unizar.es
- **Mariano Muñoz Rodríguez** mmunoz@unizar.es
- **María Pilar Aznar Villacampa** paznar@unizar.es
- **Francisco Alcrudo Sánchez** alcrudo@unizar.es
- **José Luis Sánchez Cebrián** jlsance@unizar.es
- **José Luis Hueso Martos** jlhuezo@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Se recomienda haber cursado o estar matriculado en las asignaturas de "Cinética Química Aplicada" "Transferencia de Materia", "Diseño de Reactores", "Operaciones Básicas", "Termotecnia" y "Fluidotecnia".

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Se trata de una asignatura de 6 créditos ETCS, lo que equivale a 150 horas de trabajo del estudiante, a realizar tanto en horas presenciales como no presenciales, repartidas del siguiente modo:

- 59 horas de prácticas de laboratorio, distribuidas en 6 horas semanales (dos sesiones semanales).
- 1 hora teórica en la que se expondrán diversos aspectos de la asignatura
- 3 horas de examen

La relación de fechas y actividades concretas, así como todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (<http://moodle.unizar.es/>) (para el acceso a esta web, el estudiante deberá estar matriculado en la asignatura).

---

## **Inicio**

---

# **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**

Domina la resolución de los problemas relacionados con el diseño y optimización de equipos en la Industria Química.

**2:**

Obtiene, interpreta y aplica información cinética sobre reacciones homogéneas y heterogéneas.

**3:**

Analiza e interpreta los resultados obtenidos en la operación de procesos de separación.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

"Experimentación en Ingeniería Química I" es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, siendo impartida por tres áreas: "Ingeniería Química", "Mecánica de Fluidos" y "Máquinas y Motores Térmicos".

La asignatura es eminentemente práctica, y por lo tanto se va a orientar a que el alumno adquiera habilidades en el laboratorio basadas en conocimientos teóricos introducidos en otras asignaturas del tercer curso de la titulación.

---

## **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:**

La asignatura complementa la formación del alumno en Ingeniería Química ya que, a los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en las asignaturas de "Transferencia de Materia", "Cinética Química Aplicada", "Termotecnia", "Fluidotecnia", "Diseño de Reactores" y "Operaciones Básicas" añade los conocimientos y habilidades del laboratorio en todas sus facetas.

El objetivo de la asignatura de "Experimentación en Ingeniería Química I" es capacitar al alumno para desarrollar en el futuro una serie de actividades experimentales sencillas, que son típicas de la profesión de Ingeniero Químico como por ejemplo:

- Tomar decisiones razonadas acerca de cuáles son las condiciones de operación que mejoran el rendimiento de un proceso.
- Obtener datos experimentales necesarios para el diseño de equipos de proceso, como datos de equilibrio, parámetros cinéticos en reacciones químicas,...
- Seleccionar equipos e instalaciones para el flujo de fluidos y ciclos termodinámicos.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Esta asignatura está programada en el segundo semestre de tercer curso del grado de Ingeniería Química y pertenece al módulo de Tecnología Específica (Química Industrial). Cuando el alumno cursa esta asignatura ya ha cursado o está cursando las asignaturas de "Transferencia de Materia", "Cinética Química Aplicada", "Diseño de Reactores", "Fluidotecnia", "Termotecnia" y "Operaciones Básicas" y por lo tanto maneja los principios básicos de la Ingeniería Química. Por otra parte, hay que considerar, que la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química I, deberá proporcionar al alumno los conceptos que vaya a necesitar en asignaturas obligatorias que cursará posteriormente, en especial, la asignatura de "Experimentación en Ingeniería Química II".

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

**1:**

Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.

**2:**

Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.

**3:**

Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

**4:**

Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas actuando con ética, responsabilidad profesional y compromiso social.

**5:**

Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.

**6:**

Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

**7:**

Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la Ingeniería Química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.

**8:**

Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos

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

La interpretación y tratamiento correcto de los datos y resultados experimentales, así como su presentación clara y ordenada, son fundamentales para establecer hábitos de rigor en dichas tareas que no son exclusivas del laboratorio de Ingeniería Química. Específicamente, en el campo de la Ingeniería Química habilitará al alumno para realizar informes correctos si se le requieren o evaluar la corrección de aquellos que se le entreguen.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

En esta asignatura se considera un sistema excepcional de evaluación continua, de acuerdo con el Art 9. Punto 4) de la normativa de evaluación de la Universidad de Zaragoza. Este sistema permite al alumno obtener el 100% de la calificación de la asignatura en la primera convocatoria por evaluación continua, convocatoria de la que queda excluida la prueba de evaluación global. (\*Pendiente de aprobación).

La asistencia a las sesiones de laboratorio programadas durante el curso académico será obligatoria, así como la entrega de los informes de prácticas.

En todos los casos se realizará un seguimiento de cada una de las sesiones de laboratorio en la que se

valorará la preparación previa, el desarrollo de la sesión de laboratorio y la presentación e interpretación de resultados de las prácticas de laboratorio. Cada Área indicará, al comienzo de las prácticas, como deben presentarse los informes obtenidos experimentalmente. Si el profesor así lo requiere se expondrán de forma oral dichos informes.

Al finalizar las sesiones de prácticas correspondientes a cada Área, se realizará un examen escrito sobre la materia impartida. La nota obtenida en las prácticas de un Área determinada se calculará según la siguiente fórmula:

$$\text{Nota en una Área} = (0,5 \times \text{Nota examen}) + (0,5 \times \text{Nota guiones})$$

La evaluación se realizará de forma independiente para cada una de las Áreas de "Ingeniería Química", "Mecánica de Fluidos" y "Máquinas y Motores Térmicos". Se precisa una nota mínima de 4 en el examen para aplicar la fórmula. Si no se alcanza dicha nota, el alumno se considerará suspenso en la parte correspondiente a esa Área.

La calificación final alcanzada en la asignatura será la media ponderada de las obtenidas en cada una de las áreas siempre y cuando se tenga un 4,0 como mínimo en la nota de cada una de las áreas. De esta forma el valor de la calificación final se calculará:

$$\text{Calificación final} = 4/6 * \text{Nota en Ing. química} + 1/6 * \text{Nota en Mec. Fluidos} + 1/6 * \text{Nota en Máq. y Motores}$$

**2:**

En la segunda convocatoria se realizará un examen global teórico-práctico que supondrá el 100 % de la calificación del alumno.

## Actividades y recursos

### Presentación metodológica general

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

En cada una de las sesiones los estudiantes trabajarán en grupo de dos personas. Los alumnos conocerán con antelación la práctica a realizar y deberán haber leído el guión de la misma que se les habrá proporcionado con anterioridad.

Una vez en el laboratorio, los alumnos realizarán la parte experimental de las prácticas planteadas. Comentarán los resultados obtenidos y realizarán un informe que contempla el trabajo realizado (resultados, cálculos, representaciones gráficas,..., todo ello con una adecuada presentación).

Finalmente, los alumnos han de realizar un examen escrito individual que tiene por objeto demostrar los conocimientos adquiridos en la asignatura.

### 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:**

**Clase de teoría:** Clase de teoría con una duración de 1 hora, en la que se expondrán las bases de la asignatura y de la presentación de informes.

**2:**

**Clases presenciales en laboratorio:** Se impartirán alrededor de 20 prácticas distribuidas de la siguiente forma:

I) Área de Ingeniería Química (4 ECTS): Se realizarán 13 sesiones de tres horas cada una. Dichas prácticas son susceptibles de cambio en el caso de que no se aprecie un correcto funcionamiento en los días previos a su comienzo.

- Práctica 1. Cinética de una reacción catalizada (I)
- Práctica 2. Cinética de una reacción catalizada (II)
- Práctica 3. Cinética enzimática
- Práctica 4. Lixiviación
- Práctica 5. Absorción con reacción química
- Práctica 6: Intercambio iónico
- Práctica 7. Isotermia de adsorción
- Práctica 8. Permeación de gases a través de membranas porosas.
- Práctica 9. Determinación de la curva de equilibrio y destilación diferencial
- Práctica 10. Destilación con reflujo
- Práctica 11. Reactores de mezcla perfecta y flujo pistón
- Práctica 12. Batería de tanques de mezcla perfecta en serie.
- Práctica 13. Reacción catalítica sólido/gas en lecho fijo. Desactivación del catalizador.

**II) Área de Máquinas y Motores Térmicos (1 ECTS):** Se realizarán 3 ó 4 sesiones de 3 ó 2,5 horas cada una. Las prácticas se seleccionaran por el Área de entre las siguientes:

- Práctica 1. Medición de temperatura y presión
- Práctica 2. Convección. Estudio de la convección forzada exterior en flujo cruzado. Obtención experimental de correlaciones
- Práctica 3. Intercambiadores de calor
- Práctica 4. Determinación del rendimiento energético de una caldera
- Práctica 5. Bomba de calor. Estudio del comportamiento en diferentes condiciones de operación

**III) Área de Mecánica de Fluidos (1 ECTS):** Se realizarán 4 sesiones de 2,5 horas cada una.

- Práctica 1. Despiece y selección de bombas
- Práctica 2. Instalación de bombeo y ensayo de bombas. Cavitación.
- Práctica 3 Pérdidas de carga en instalaciones. Ensayo de válvulas.
- Práctica 4. Ensayo de ventiladores. Calibración de venturi y placa de orificio.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el Centro que será publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso (horarios disponibles en <http://eina.unizar.es>).

Se planificarán en función del número de alumnos y se darán a conocer con la suficiente antelación.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

## Bibliografía recomendada

### Ingeniería Química

- Manual de Prácticas de Experimentación en Ingeniería Química I
- GONZALEZ VELASCO, J.R. y cols. "Cinética Química Aplicada". Síntesis, Madrid, 1999.
- LEVENSPIEL, O."Ingeniería de las Reacciones Químicas". Limusa, México, 2004.
- TREYBAL, R.E.: "Operaciones de Transferencia de Masa". McGraw-Hill, 2 ed, 1980.
- SANTAMARÍA, J.M., HERGUIDO, J., MENÉNDEZ, M.A., MONZÓN, A. "Ingeniería de reactores" Ed. Síntesis, Madrid, 1999

### Máquinas y Motores Térmicos:

- ASHRAE. "Ashrae handbook. Fundamentals 2009 American Society of Heating refrigerating and air-conditioning" , Atlanta, 2009
- HUNDY, G.F.; TROTT, A.R.; WELCH, T.C. "Refrigeration and Air-Conditioning" 4<sup>a</sup> ed. Elsevier Ltd. 2008
- INCROPERA F. Y DE WITT D, "Fundamentos de Transferencia de Calor". 4<sup>a</sup> ed., 1<sup>a</sup> en castellano, Ed. Pearson Educ., 1999
- KAKAÇ. "Boilers, evaporators and condensers" . Ed. John Wiley & Sons
- MARÍN J.M. , MONNÉ C. Y UCHE J. "Transferencia de Calor", Ed. Kronos.
- MORAN; SHAPIRO. "Fundamentos de Termodinámica Técnica". Ed. Reverté.

### Mecánica de Fluidos:

- MATAIX, C. "Turbomáquinas Hidráulicas". Ed. ICAII, 1975.
- NOURBAKHS, A., JAUMOTT, A., HIRSCH, C., PARIZZI, H.B., "Turbopumps and pumping systems". Springer, 2008.
- BAKER, R.C. "Flow Measurement Handbook: Industrial design, operating principles, performance and applications". Cambridge Univ. Press, 2000.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- 1.1 Cinética química aplicada / Juan Ramón González Velasco...[et al.] Madrid : Síntesis, D.L. 1999
- 1.2 Levenspiel, Octave. Ingeniería de las reacciones químicas / Octave Levenspiel ; [con la colaboración en la traducción de Juan A. Conesa ; revisión técnica, Enrique Arriola Guevara] . - 3<sup>a</sup> ed. México : Limusa Wiley, cop. 2004
- 1.4 Ingeniería de reactores / Jesús Santamaría ... [et al.] . - [1<sup>a</sup> ed.], 1<sup>a</sup> reimp. Madrid : Síntesis, D. L. 2002
- 2.2 Hundy, Guy F.. Refrigeration and air-conditioning [Recurso electrónico] / G.F. Hundy, A.R. Trott, and T.C. Welch. . - 4th ed.
- 2.3 Incropera, Frank P.. Fundamentos de transferencia de calor / Frank P. Incropera, David P. DeWitt . - 4a ed. México : Prentice Hall, 1999
- 2.4 Boilers, evaporators and condensers / Edited by Sadik Kakaç New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop.1991
- 2.5 Marín Herrero, José María. Transferencia de calor / Jose Ma. Marín y Carlos Monné . - 1a ed. Zaragoza : Kronos, 1998
- 2.6 Moran, Michael J.. Fundamentos de termodinámica técnica / Michael J. Moran, Howard N. Shapiro . - 2<sup>a</sup> ed. en español, reimpr. Barcelona [etc.] : Reverté, D. L. 2011
- Ashrae handbook. Fundamentals . - SI ed. Atlanta : American Society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers, 1985- [Publicación periódica]
- Baker, Roger C. Flow measurement handbook : Industrial designs, operating principles, performance, and applications / Roger C. Baker . - 1st pub. Cambridge [etc.] : Cambridge Univeristy Press, 2000
- Mataix, Claudio. Turbomáquinas hidráulicas : turbinas hidráulicas, bombas, ventiladores / Claudio Mataix . - 2<sup>a</sup> ed. rev. y corr. / Por Antonio Arenas ; con la colaboración de Eva Arenas y Alexis Cantizano Madrid : Universidad Pontificia de Comillas 2009
- Treybal, Robert E. Operaciones de transferencia de masa / Robert E. Treybal ; traducción Amelia García Rodríguez, revisión técnica Francisco José Lozano . - 2a ed. [reimp.] México [etc] : McGraw-Hill, 1994
- Turbopumps and pumping systems / Ahmad Nourbakhsh ... [et al.] Brelin [etc.] : Springer, cop. 2008