



## **Grado en Ingeniería Química** **29925 - Operaciones de separación**

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **María Pilar Aznar Villacampa** paznar@unizar.es
- **Luis Fernando Cacho Bailo** 563846@unizar.es
- **Adelaida Perea Cachero** 522085@unizar.es
- **Carlos Téllez Ariso** ctellez@unizar.es

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

Para cursar la asignatura de “Operaciones de Separación” es recomendable tener conocimientos previos de Física y Matemáticas. Asimismo es aconsejable haberse matriculado en la asignatura “Transferencia de Materia” puesto que el diseño de una parte importante de las operaciones de separación se fundamenta en mecanismos de transferencia de materia.

La asistencia a clase, el estudio continuado y el trabajo día a día son fundamentales para que el alumno alcance de manera satisfactoria el aprendizaje propuesto. Los estudiantes deben tener en cuenta que para su asesoramiento dispone del profesor en tutorías personalizadas y grupales.

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

Las 150 horas de trabajo del alumno se repartirán en actividades del siguiente modo:

- 40 horas de clase magistral en las que se expondrán los contenidos teóricos y resolución de problemas modelo.
- 20 horas de resolución de problemas y casos. El alumno resolverá en clase supervisado por el profesor problemas y casos prácticos relacionados con las clases teóricas.
- 27 horas de trabajo tutelado en grupos de 3 personas. Cada grupo resolverá cuatro problemas o casos prácticos propuestos por el profesor. Además de estos cuatro problemas, cada grupo planteará y resolverá un problema que será corregido por otro grupo. Estas actividades supondrán entregables y se distribuirán durante todo el semestre siendo tuteladas y evaluadas por el profesor.
- 60 horas de estudio personal, repartidas a lo largo de todo el semestre.
- 3 horas de examen, correspondientes al examen global cuya fecha será fijada por la EINA.

En la página web del centro EINA se puede consultar el calendario académico, los horarios y aulas de las clases presenciales. 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 (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:** Comprende los conceptos fundamentales de las operaciones de separación basadas en transferencia de materia.
- 2:** Realiza el diseño preliminar de equipos tanto de operaciones de separación basadas en etapas como las basadas en contacto continuo diferencial.
- 3:** Selecciona para cada situación en concreto la operación de separación adecuada y elige el tipo de equipo necesario para llevarlo a cabo.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de Operaciones de Separación se imparte en el segundo semestre del tercer curso del grado de Ingeniería Química proporciona al alumno conocimientos de operaciones de separación cuyo objetivo es separar total o parcialmente los compuestos de una mezcla.

---

## 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:**

Se pretende que el alumno comprenda los conceptos fundamentales de las operaciones de separación y conozca los métodos de cálculo necesarios para el diseño preliminar de equipos donde se llevan a cabo operaciones de separación basadas en la transferencia de materia que son muy frecuentes en la Industria Química. Por tanto le aporta conocimientos claves para el desarrollo de su futura actividad profesional.

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

La asignatura de operaciones de separación pertenece al módulo de Formación en Tecnología Específica-Química Industrial y se imparte en el segundo semestre del tercer curso. Esta asignatura se imparte cuando el alumno ya tiene conocimientos de Física y Matemáticas y ha cursado la asignatura "Transferencia de Materia", necesaria esta última ya que las operaciones de separación que se estudian se basan en dichos procesos. Además la asignatura provee de conocimientos necesarios para otras asignaturas de cursos posteriores o simultáneos como son Experimentación en Ingeniería Química I y II y Química Industrial.

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

- 1:** Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.

- 2: Combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
- 3: Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 4: Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.
- 5: Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo
- 6: Conocimiento de operaciones de separación, diseño de reactores y valorización y transformación de materias primas y recursos. Conocimientos de biotecnología.
- 7: Análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.

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

Los resultados del aprendizaje de esta asignatura son fundamentales para que en el futuro el estudiante desempeñe de manera satisfactoria su actividad profesional. En cualquier proceso químico (ya sea o no de la industria química) aparte de la reacción química se necesita la separación de compuestos bien sea de las materia primas o de los productos obtenidos en la reacción. De ahí que el conocimiento, diseño, optimización y selección de la operación de separación adecuada sea clave para un graduado en ingeniería química que debe ser un experto en la elaboración y transformación de compuestos.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1: **Opción 1:** La evaluación es global y comprende:
  - Entrega a lo largo del semestre de cuatro problemas o casos prácticos propuestos por el profesor que se resolverán en grupos de tres personas. (24% de la nota final).
  - Entrega antes del periodo de examen de un problema propuesto y resuelto por cada grupo formado y corrección posterior del problema entregado por un grupo distinto al que lo ha realizado (16% de la nota).
  - Examen final (60% de la nota final): Prueba escrita a realizar en el periodo de exámenes y que constará de una parte teórica sin material didáctico y otra parte práctica con material didáctico (apuntes y libros). Cada una de las partes supone un 50% de la nota del examen. Para poder promediar es necesario en ambas partes por separado obtener una puntuación mínima de 4 sobre 10.

En esta opción 1, para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima en el examen final de 4 sobre 10. Con las dos primeras actividades de evaluación se evalúan los resultados del aprendizaje 1 y 2. Con el examen final se evalúan todos los resultados del aprendizaje.
- 2: **Opción 2:** Aquellos alumnos que no quieran seguir la evaluación de la opción 1, pueden optar por presentarse al examen de convocatoria (100% de la nota final) de similares características que el examen final de la opción 1.

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales, resolución de problemas (casos) y trabajos tutelados siendo creciente el nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se van a ir desarrollando las bases teóricas que conforman la asignatura y resolviendo algunos problemas modelo. Las clases de problemas y casos son el complemento eficaz de las clases magistrales, ya que permiten verificar la comprensión de la materia y a su vez contribuyen a desarrollar en el alumno un punto de vista más ingenieril, además se desarrollaran las clases en grupos más pequeños donde el alumno resolverá los problemas propuestos por el profesor. Finalmente, los trabajos tutelados complementarán todo lo anterior.

### 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:** **Clases magistrales** (40 h) donde se impartirá la teoría de los distintos temas que se han propuesto y se resolverán en la pizarra problemas modelo.
- 2:** **Clases presenciales de resolución de problemas y casos** (20 h). En estas clases se resolverán problemas por parte del alumno supervisado por el profesor. Los problemas o casos estarán relacionados con la parte teórica explicada en las clases magistrales.
- 3:** **Trabajos tutelados** (27 h no presenciales) en grupo. Se formaran grupos de tres personas y a lo largo del semestre se propondrán 5 actividades que serán tuteladas por los profesores. Se evaluarán las 5 entregas de forma que haya una retroalimentación para el alumno.
- 4:** **Estudio individual** (60 horas no presenciales). Se recomienda al alumno que realice el estudio individual de forma continuada a lo largo del semestre.
- 5:** **Evaluación final** (3 h). Se realizará una prueba global donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos alcanzados por el alumno.

### Planificación y calendario

#### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de resolución problemas se imparten según horario establecido por la EINA además cada profesor informará de su horario de atención de tutorías. El **temario** es el siguiente:

Tema 1. Introducción a las operaciones de separación

Tema 2. Contacto entre fases

Tema 3. Destilación.

Tema 4. Absorción.

Tema 5. Extracción líquido-líquido.

---

Tema 6. Lixiviación.

Tema 7. Adsorción.

Tema 8. Membranas.

Se formarán grupos de 3 personas que resolverán a lo largo del curso cuatro problemas o casos prácticos propuestos por el profesor. Además de estos cuatro problemas cada grupo planteará y resolverá un problema que será corregido por otro grupo. Estas actividades supondrán en total 5 entregables y se distribuirán durante todo el semestre. Para el seguimiento de estas actividades se realizarán sesiones de tutoría.

La siguiente tabla muestra de forma progresiva una distribución aproximada de los tiempos de duración de los diferentes temas en cuanto a horas de clases magistrales y clases de resolución de problemas. Se indica también en que momento se propondría a los alumnos las actividades a entregar así como el tiempo que le deben dedicar a estas actividades y su trabajo personal. Se indica cuando aproximadamente deberían tener lugar las sesiones tutorizadas.

|                                     | Clase presencial<br>(magistral + resolución<br>problemas) | Entrega (Entr.) de<br>ejercicios tutelados y<br>sesiones tutorizadas (T) | Trabajo<br>personal |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Tema 1. Introducción                | 2 h + 0 h                                                 |                                                                          | 2 h                 |
| Tema 2. Contacto entre fases        | 6 h + 3 h                                                 | Entr. 1 (4 h), T1                                                        | 9 h                 |
| Tema 3. Destilación.                | 12 h + 6 h                                                | Entr. 2 (11 h), T2                                                       | 18 h                |
| Tema 4. Absorción.                  | 5 h + 3 h                                                 |                                                                          | 8 h                 |
| Tema 5. Extracción líquido-líquido. | 5 h + 3 h                                                 | Entr. 3 (4 h)                                                            | 8 h                 |
| Tema 6. Lixiviación                 | 4 h + 3 h                                                 | Entr. 4 (4 h), T3                                                        | 7 h                 |
| Tema 7. Adsorción.                  | 3 h + 1 h                                                 |                                                                          | 4 h                 |
| Tema 8. Membranas.                  | 3 h + 1 h                                                 | Ent. 5 (4 h), T4                                                         | 4 h                 |
| <b>Horas Totales</b>                | 40 h + 20 h                                               | 27 h                                                                     | 60 h                |

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Benítez, Jaime. Principles and modern applications of mass transfer operations / Jaime Benítez New York : Wiley-Interscience, cop. 2002
- Henley, Ernest J.. Operaciones de separación por etapas de equilibrio en ingeniería química / Ernest J. Henley, J.D. Seader ; [versión española por Fidel Mato Vázquez y Rafael Bartolomé Mato Chaín] . - [1ª ed., reimpr.] México : Reverté Ediciones, cop. 2000 (reimpr.)
- Martínez de la Cuesta, Pedro José. Operaciones de separación en ingeniería química : métodos de cálculo / Pedro J. Martínez de la Cuesta, Eloísa Rus Martínez Madrid [etc.] : Pearson Prentice Hall, D. L. 2004
- McCabe, Warren L.. Operaciones unitarias en ingeniería química / Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott ; revisor técnico René Huerta Cevallos ; [traductor, Alejandro Carlos Piombo Herrera] . - 7ª ed. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2007
- Seader, J. D.. Separation process principles / J. D. Seader, Ernest J. Henley . - 2nd ed. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, cop. 2006
- 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