



## Grado en Ingeniería Química 29921 - Transferencia de materia

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Gloria Gea Galindo** glogea@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para cursar la asignatura de "Transferencia de Materia" es recomendable tener unos buenos conocimientos previos de Física y Matemáticas. Asimismo es aconsejable haberse matriculado en la asignatura "Cinética Química Aplicada" dado que la cinética de un proceso químico puede participar en las etapas que permiten evaluar el proceso global de Transferencia de Materia.

Por otra parte y dado que la Transferencia de Materia, conforma uno de tres Fenómenos de Transporte, junto con Transmisión de Calor y Cantidad de Movimiento, es importante que el alumno haya superado las asignaturas, que previamente se han impartido, de "Termodinámica Técnica y Transmisión de Calor" y "Mecánica de Fluidos".

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 cuestiones prácticas. El alumno resolverá en clase supervisado por el profesor problemas y casos prácticos relacionados con las clases teóricas.
- 25 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.
- 5 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:** Identifica, evalúa y analiza en una situación física determinada los procesos de transferencia de materia involucrados.
  
- 2:** Domina la resolución numérica de procesos de transferencia de materia así como otros casos en los que estén acoplados otros procesos como la transmisión de calor y las reacciones químicas.
  
- 3:** Estima coeficientes de difusión y coeficientes de transferencia de materia en situaciones típicas de la industria química.
  
- 4:** Diseña preliminarmente equipos de absorción y humidificación.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura de Transferencia de Materia se imparte en el primer semestre del tercer curso del grado de Ingeniería Química proporciona al alumno conocimientos sobre los mecanismos y leyes que rigen los fenómenos basados en la transferencia de materia.

---

## 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 y aplique los principios que rigen los procesos de transferencia de materia a la solución de problemas y con el objetivo de servir de base para el diseño de equipos, operaciones y procesos donde tiene lugar, de forma aislada o interactuando, este fenómeno de transporte.

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

La asignatura de Transferencia de Materia pertenece al módulo de Formación en Tecnología Específica-Química Industrial y se imparte en el primer semestre del tercer curso. Esta asignatura se imparte cuando el alumno ya tiene conocimientos de Física y Matemáticas y ha cursado las asignaturas de "Termodinámica Técnica y Transmisión de Calor" y "Mecánica de Fluidos", las cuales son importantes para la mejor comprensión y posterior desarrollo de algunos de los fenómenos que pueden suceder junto a la transferencia de materia.

Esta asignatura se complementa con la asignatura de Cinética Química Aplicada, que se imparte en el mismo semestre y provee de conocimientos necesarios para otras asignaturas como Operaciones de Separación, Experimentación en Ingeniería Química I y II y Química Industrial, que se imparten en semestres posteriores.

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

- 1: Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2: Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 3: Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo
- 4: Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia e ingeniería de la reacción química.

## 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, la reacción química está supeditada a determinados fenómenos de transporte, que determinan la velocidad de la misma y por ende condicionan el diseño de los equipos donde se llevan a cabo de procesos químicos a escala industrial. De ahí, que el conocimiento de los mecanismos y leyes que rigen la transferencia de materia (junto a la transmisión de calor y la cantidad de movimiento), su comprensión y correcta aplicación, se considera clave para el diseño, optimización y selección de las operaciones que se llevan a cabo en la industria química.

---

## 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. (16 % 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 (9% de la nota).
  - **Examen final** (75 % 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 tres actividades de evaluación 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** (25 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** (5 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 la Transferencia de Materia.

Tema 2. Transferencia de Materia por difusión.

Tema 3. Estimación de coeficientes de difusión.

---

Tema 4. Transferencia de Materia por difusión y convección.

Tema 5. Transferencia de Materia en la interfase.

Tema 6. Transferencia de Materia en reacciones sólido-gas no catalíticas.

Tema 7. Transferencia de Materia en reacciones fluido-fluido.

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 programarán 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 tendrían lugar las sesiones tutorizadas.

	Clase presencial (magistral + resolución problemas)	Entrega (Entr.) de ejercicios tutelados y sesiones tutorizadas (T)	Trabajo personal
Tema 1. Introducción	2 h + 1 h		2 h
Tema 2. T.M. por difusión	15 h + 6 h	Entr. 1 (7 h), T1	18 h
Tema 3. E. de Coeficientes	1 h + 2h		3 h
Tema 4. Difusión y Convección	6 h + 3 h	Entr. 2 (6 h), T2	12 h
Tema 5. T.M. en Interfase	7 h + 4 h	Entr. 3 (4 h), T3	11 h
Tema 6.Sólido- Gas no catal.	4 h + 2 h	Entr. 4 (4 h), T4	6 h
Tema 7. Fluido-Fluido	5 h + 2h	Entr. 5(4 h), T5	8 h
<b>Horas Totales</b>	40 h + 20 h	25 h	60 h

## Bibliografía recomendada

BASMADJIAN, D. "Mass Transfer. Principles and Applications" CRC Press, Florida, 2004

BIRD, R.B., STEWARD, W.E., LIGHFOOT, E.N., "Transport Phenomena", 1st ed, John Wiley, Nueva York, 1960.

HINES A. L. MADDOX, R.N., "Transferencia de Masa. Fundamentos y Aplicaciones", Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A, México, 1987.

CUSSLER, E.L., "Diffusion. Mass Transfer in Fluid Systems", 2ª ed, Cambridge University Press, Nueva York, 1997.

LEVENSPIEL, O., "Ingeniería de las Reacciones Químicas", Reverté. Barcelona, 1979.

LEVENSPIEL, O., "El Omnilibro de los Reactores Químicos", Reverté. Barcelona, 1986.

LOBO, R., "Principios de Transferencia de Masa", Universidad Autónoma Metropolitana, México, 1997

SANTAMARIA, J.M., HERGUIDO, J., MENENDEZ, M.A., MONZON, A., "Ingeniería de reactores", Síntesis, Madrid, 1999.

SHERWOOD, T.K., PIGFORD, R.L., WILKE, C.R., "Mass Transfer", McGraw-Hill, USA, 1975.

TELLEZ, C., ARAUZO, J. "Problemas de Transferencia de materia" Serie. Textos Docentes nº 146. Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2008.

TREYBAL, R.E.: Operaciones de Transferencia de Masa (2ª Ed.). McGraw-Hill, 1980.

WELTY, J.R., WICKS, C.E., WILSON, R.E., "Fundamentos de Transferencia de Momento, Calor y Masa", 2ª ed, Limusa, México, 1999.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Basmadjian, Diran. Mass transfer : principles and applications / Diran Basmadjian . - 2nd ed. Boca Raton [Florida] : CRC Press, cop. 2007
- Bird, R. Byron. Fenómenos de transporte : un estudio sistemático de los fundamentos del transporte de materia, energía y

- cantidad de movimiento / R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot . - [1ª ed., reimp.] Barcelona ; México : Reverté, cop. 2001
- Bird, R. Byron. Transport phenomena / R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot . - 2nd ed. New York [etc.] : John Wiley, cop. 2002
  - Cussler, E. L.. Diffusion mass transfer in fluid systems / E. L. Cussler . - 2nd ed., 7th. print. Cambridge [etc.] : Cambridge University Press, 2005
  - Hines, Anthony L. Transferencia de masa : fundamentos y aplicaciones / Anthony L. Hines, Robert N. Maddox ; traducción José Luis Rodríguez Huerta ; revisión técnica Ramiro Eugenio Domínguez Denache . - [1ª ed. en español] México [etc.] : Prentice-Hall Hispanoamerica, 1987
  - Ingeniería de reactores / Jesús Santamaría ... [et al.] . - [1ª ed.], 1ª reimp. Madrid : Síntesis, D. L. 2002
  - Levenspiel, Octave. El omnilibro de los reactores químicos / O. Levenspiel ; [versión española por J. Costa López y L. Puigjaner Corbella] . - [1ª ed.], 1ª reimp. Barcelona [etc.] : Reverté, 2002
  - Levenspiel, Octave. Ingeniería de las reacciones químicas / Octave Levenspiel ; [con la colaboración en la traducción de Juan A. Conesa ; revisión técnica, Enrique Arriola Guevara] . - 3ª ed., [reimp.] México : Limusa Wiley, cop. 2004 (reimp. 2006)
  - Lobo Oehmichen, Ricardo. Principios de transferencia de masa / Ricardo Lobo Oehmichen México : Universidad autónoma metropolitana, unidad iztapalapa, 1997
  - Sherwood, T.K. Mass Transfer / Sherwood, T.K., Pigford, R.L., Wilke, C.R. McGraw-Hill, USA, 1975
  - Téllez Ariso, Carlos. Problemas de transferencia de materia / Carlos Téllez Ariso y Jesús Arauzo Pérez . - 1ª ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008
  - 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
  - Welty, James R.. Fundamentos de transferencia de momento, calor y masa / James R. Welty, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson . - 2a ed. México, D.F. [etc.] : Limusa, cop. 1999