

## Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	Termodinámica Química y Transferencia de Materia		
<b>Materia</b>	Fundamentos de Ingeniería Química		
<b>Módulo</b>	Fundamentos de Ingeniería Química		
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Química		
<b>Plan</b>	442	<b>Código</b>	41842
<b>Periodo de impartición</b>	1er. CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	ESPAÑOL		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	FIDEL A. MATO CHAÍN ANGEL MARTIN MARTINEZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	<a href="mailto:fidel.mato@uva.es">fidel.mato@uva.es</a> , 983 423 169 <a href="mailto:angel.martin.martinez@uva.es">angel.martin.martinez@uva.es</a> , 983 423 167		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	05/07/2024		

## **1. Situación / Sentido de la Asignatura**

---

### **1.1 Contextualización**

---

La asignatura se imparte en el primer cuatrimestre de tercer curso del Grado en Ingeniería Química. Corresponde a una de las asignaturas del módulo "Fundamentos de Ingeniería Química", con las que se inicia el estudio específico en el Grado de Ingeniería Química.

### **1.2 Relación con otras materias**

---

Está directamente relacionada con la asignatura de INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA, requiriéndose los conocimientos adquiridos en dicha asignatura para un correcto desarrollo del aprendizaje.

### **1.3 Prerrequisitos**

---

Para seguir adecuadamente la asignatura, es indispensable haber cursado, o cursar simultáneamente, la asignatura "Introducción a la Ingeniería Química", de primer cuatrimestre del tercer curso.

## **2. Competencias**

---

### **2.1 Generales**

---

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis
- CG4. Capacidad de expresión escrita
- CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma
- CG6. Capacidad de resolución de problemas
- CG7. Capacidad de razonamiento crítico. Análisis lógico
- CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz

### **2.2 Específicas**

---

- CE21. Conocimientos sobre transferencia de materia.
- CE40. Capacidad para el modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química.

## **3. Objetivos**

---

El objetivo global de la asignatura es doble. Por una parte, aprender a identificar y modelar los diferentes tipos de equilibrio entre fases más frecuentes en los procesos de la industria química. Por otro lado, conocer y saber calcular los procesos de transferencia de materia en operaciones simples.

#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

---

##### Bloque 1: Termodinámica Química

---

Carga de trabajo en créditos ECTS:

##### a. Contextualización y justificación

---

La asignatura se sitúa en el primer cuatrimestre del tercer curso, y resulta necesaria tanto para abordar el estudio del bloque 2 (Transferencia de Materia), como para sentar las bases necesarias en las asignaturas del módulo "Operaciones en Ingeniería Química", de segundo cuatrimestre de tercer curso, para las que se considera imprescindible.

##### b. Objetivos de aprendizaje

---

- Conocer y saber utilizar las tablas y diagramas termodinámicos empleados en la determinación de propiedades termodinámicas
- Saber representar procesos industriales reales en diagramas termodinámicos (acondicionamiento, refrigeración, ciclos de vapor, procesos psicrométricos) seleccionando el más adecuado en función de la aplicación analizada
- Conocer y saber aplicar la metodología de cálculo del equilibrio entre fases de los sistemas más habituales encontrados en los procesos industriales químicos
- Saber aplicar razonadamente la metodología para la estimación de propiedades termodinámicas (volumétricas, energéticas y de equilibrio) tanto para compuestos puros como para mezclas

##### c. Contenidos

---

###### Tema 1: Introducción

Propiedades de interés en Ingeniería Química. Descripción del comportamiento de los fluidos. Tablas de propiedades termodinámicas. Diagramas termodinámicos. Procesos químicos de equilibrio. Balances de entalpía.

###### Tema 2: Equilibrio entre fases

Tipos de equilibrio y aplicaciones relacionadas. Equilibrio líquido-vapor en soluciones ideales. Desviación de la idealidad. Equilibrio líquido-líquido. Equilibrio sólido-líquido. Aplicaciones: psicrometría y entalpía de gases húmedos. Selección de modelos.

###### Tema 3: Estimación de propiedades termodinámicas y de transporte

Ecuaciones de estado. Reglas de mezcla. Relaciones de Maxwell y derivación de propiedades: entalpía, entropía y fugacidad. Equilibrio entre fases mediante ecuaciones de estado.

##### d. Métodos docentes

---

(ver apartado 5)

##### e. Plan de trabajo

---

Ver apartado i. Temporalización

## f. Evaluación

---

(ver apartado 7)

## g Material docente

---

### g.1 Bibliografía básica

---

- Dimitrios P. Tassios "*Applied chemical engineering thermodynamics*". Springer-Verlag, Berlin, 1993. ISBN: 3540547592 .
- Poling, Bruce E. , "The properties of gases and liquids", McGraw-Hill, 2001 (5th ed.) ISBN: 0070116822 .
- Seader, J. D., Henley, Ernest J., "Separation process principles" John Wiley & Sons, 1998
- Smith, J.M., Van Ness, H.C. y Abbott, M.M. "*Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*" (7a edición). McGraw-Hill, México, 2008. ISBN: 970-10-6147-0

### g.2 Bibliografía complementaria

---

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

En la página de la asignatura en el Campus Virtual se incluyen los enlaces a los vídeos con los contenidos teóricos de la asignatura.

## h. Recursos necesarios

---

Material didáctico disponible en el aula virtual.  
Clases de tutoría en grupo  
Tutorías individuales concertadas con los profesores de la asignatura  
Recomendaciones bibliográficas

## i. Temporalización

---

El bloque de Termodinámica Química se desarrollará en la primera mitad del cuatrimestre. Se realizarán 2 seminarios, uno de ellos en inglés. Al finalizar el bloque se realizará un control, que permite eliminar materia. Se propondrá una tarea, y la fecha de entrega se coordinará con el resto de las asignaturas del curso para distribuir la carga de trabajo.

## Bloque 2: Transferencia de Materia

---

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

---

En este bloque, una vez conocidos los fundamentos del bloque 1 (Termodinámica Química), se establecen los fundamentos de la transferencia de materia, necesarios abordar las asignaturas del módulo "Operaciones en Ingeniería Química", de segundo cuatrimestre de tercer curso, para las que se considera imprescindible.

## **b. Objetivos de aprendizaje**

---

- Saber medir, calcular y estimar propiedades de transferencia en mezclas
- Identificar los procesos de transferencia de materia, y aplicar la ecuación de continuidad a un sistema concreto. Identificar las etapas controlantes
- Seleccionar y calcular coeficientes de transferencia de materia, y calcular a partir de ellos los flujos y concentraciones asociados a procesos controlados por la misma.
- Integrar la transferencia de materia con los balances de materia y energía y la transmisión de calor, para desarrollar una descripción cuantitativa del comportamiento de un sistema.

## **c. Contenidos**

---

Tema 0: Introducción

¿Qué es la TM?. ¿Por qué nos hace falta conocerla? ¿Qué información necesitamos de la TM?

Tema 1: Difusividad y mecanismos del transporte de materia

Definiciones de concentraciones, velocidades y densidades de flujo de materia. Ley de Fick de la difusión. Determinación experimental de la difusividad. Ecuaciones de predicción y correlación para los estados líquido y gaseoso. Analogía entre los distintos transportes

Tema 2: Ecuaciones de variación para sistemas de varios componentes

Balances de materia aplicados a una envoltura: condiciones límite. Ecuación de continuidad para una mezcla binaria: La ecuación de continuidad en diversos sistemas coordenados.

Tema 3: Coeficientes de Transferencia de Materia

Modelo de fuerza impulsora lineal para sistemas binarios. Correlaciones para coeficientes de transferencia de materia.

## **d. Métodos docentes**

---

(ver apartado 5)

## **e. Plan de trabajo**

---

Ver apartado i. Temporalización

## **f. Evaluación**

---

(ver apartado 7)

## **g Material docente**

---

### **g.1 Bibliografía básica**

---

- Wankat, Phillip C, "Separation process engineering: includes mass transfer analysis", 3rd ed., Prentice Hall, 2012.
- Bird, R. Byron, "Fenómenos de transporte "Ed. Reverté, 1980
- Bird, R. Byron, "Transport phenomena", John Wiley & Sons, 2002 (2nd ed)

### **g.2 Bibliografía complementaria**

---

- Seader, J. D., Henley, Ernest J., "Separation process principles" John Wiley & Sons, 1998
- Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8<sup>th</sup> Ed., McGraw-Hill, 2008

### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

En la página de la asignatura en el Campus Virtual se incluyen los enlaces a los vídeos con los contenidos teóricos de la asignatura.

### **h. Recursos necesarios**

Material didáctico disponible en el aula virtual.

Clases de tutoría en grupo

Tutorías individuales concertadas con los profesores de la asignatura

Recomendaciones bibliográficas

### **i. Temporalización**

El bloque de Transferencia de Materia se desarrollará en la segunda mitad del cuatrimestre. Se realizarán 2 seminarios, uno de ellos en inglés. Se propondrá una tarea, y la fecha de entrega se coordinará con el resto de las asignaturas del curso para distribuir la carga de trabajo.

## **5. Métodos docentes y principios metodológicos**

Actividades presenciales

Las clases teóricas se imparten mediante vídeos, que el alumno debe visualizar antes de asistir a las clases en aula, dedicándose la totalidad de la actividad presencial a actividades de índole práctica:

- Ejercicios y test de evaluación de los conocimientos adquiridos en los vídeos de contenidos teóricos.
- Clases de problemas. Resolución por parte del profesor de un reducido número de problemas, para familiarizar al estudiante con la metodología. Para completar la adquisición de esta capacidad se utilizarán los seminarios y las tareas.
- Ejercicios: Resolución de ejercicios por los alumnos, de forma individual o en grupos. Presentación de la resolución y discusión con la clase.
- Seminarios: se dedicarán a la resolución de problemas y realización de proyectos. Los alumnos trabajarán en grupos, y el profesor coordinará el desarrollo de la actividad para orientar el trabajo y evaluar su seguimiento. Los seminarios serán evaluables, y supondrán hasta 1 punto adicional en la nota final, tal como figura en el apartado 7.

En los seminarios, de forma general, se evaluará: 1) la implicación e integración en el grupo, 2) la capacidad para aplicar los conocimientos de transferencia de materia a la práctica, y la capacidad de análisis, 3) la capacidad de expresión en el informe.

Dos de los seminarios (2 y 5) de la asignatura se realizarán en inglés. Tanto la documentación proporcionada, como la bibliografía y el material a consultar, estarán

necesariamente en inglés. Los seminarios se desarrollarán en grupos de trabajo, y tanto las discusiones internas como la comunicación con el profesor se realizarán en inglés. También deberá escribirse en inglés el informe final que se presentará una vez concluido el seminario. Los estudiantes podrán practicar a través de esta actividad el trabajo en equipo y el uso de material y comunicación en lengua inglesa. En estos seminarios se evaluará:

- a) El funcionamiento eficaz en contexto internacional considerando 1) la comprensión de la actividad realizada, 2) la capacidad de comunicación oral, escrita y multimedial, y 3) la aptitud para interactuar e integrarse con los otros miembros.
- b) La capacidad de trabajo en equipo considerando 1) la responsabilidad, tanto en requerimientos propios de la tarea como de las normas fijadas por el equipo, 2) la planificación del trabajo, 3) la implicación e integración en el grupo, 4) la solidaridad con los compañeros del grupo, y 5) la evolución en el desarrollo de la tarea.

En otro de los seminarios (4) se buscará información sobre un proceso de vanguardia en las bases de datos de bibliografía y, a partir del estudio del proceso, se realizará el análisis de los mecanismos controlantes de transferencia de calor y materia en el mismo, relacionándolos con las variables de diseño del proceso. El seminario se desarrollará en equipos. Se evaluará tanto la capacidad de trabajo en equipo, tal como se ha descrito anteriormente, como la capacidad para desarrollar proyectos incorporando conocimientos de vanguardia. Se considerará: 1) el grado de actualidad de los conocimientos incorporados, 2) la capacidad de búsqueda, 3) el nivel de profundización y adquisición de los conocimientos, y 4) la implementación de los conocimientos en el desarrollo del proyecto.

#### Actividades no presenciales

- Clases teóricas: visualización de vídeos para la adquisición de los contenidos teóricos. Aparte de los vídeos, se facilitan las notas de clase.
- Trabajo individual: 1) preparar las clases de teoría y problemas, 2) preparar los exámenes y el control intermedio, y 3) desarrollar la tarea individual.
- Trabajo en grupo: preparar y completar las actividades de seminario

## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	25	Estudio y trabajo autónomo individual	70
Clases prácticas	25	Estudio y trabajo autónomo grupal	20
Seminarios	10		
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>
TOTAL presencial + no presencial			<b>150</b>

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen de Termodinámica Química	40%	Se realiza en el examen de las convocatorias ordinaria y extraordinaria. La nota mínima en esta prueba para superar la asignatura es de 3/10. A mitad de cuatrimestre se realiza un control que elimina materia, siempre y cuando se alcance una nota mínima de 5.
Tarea de Termodinámica Química	10%	Solamente se podrá presentar durante el desarrollo del curso.
Tarea de Transferencia de Materia	10%	Solamente se podrá presentar durante el desarrollo del curso.
Examen de Transferencia de Materia	40%	Se realiza en el examen de las convocatorias ordinaria y extraordinaria. La nota mínima en esta prueba para superar la asignatura es de 3/10.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria**
  - Tanto el Examen de Termodinámica Química como el Examen de Transferencia de Materia tendrán un apartado de problemas, en el que se evaluará el planteamiento, la metodología aplicada, la capacidad de resolución y los resultados numéricos, y un apartado teórico compuesto de cuestiones teórico-prácticas sobre los conceptos fundamentales y de aplicación directa de los conocimientos adquiridos.
  - Para aprobar la asignatura debe obtenerse una nota mínima de 3/10 en cada uno de los dos exámenes (Examen de Termodinámica Química y Examen de Transferencia de Materia), y una nota media entre ambos no inferior a 5/10.
  - Los informes presentados en los seminarios realizados a lo largo del curso se calificarán y contribuirán con un máximo de un punto adicional en la nota final, siempre que se hayan superado los criterios de nota mínima.
  - La Nota total, para aquellos alumnos que superen la asignatura, se calculará mediante la suma de las cinco contribuciones: Tarea de Termodinámica Química (Máx. 1) + Examen de Termodinámica Química (Máx. 4) + Tarea de Transferencia de Materia (Máx. 1) + Examen de Transferencia de Materia (Máx. 4) + Seminarios (Máx. 1 punto). Se obtiene así una nota cuyo valor máximo es sobre 11.
  - Las notas y calificaciones finales se adaptarán, solamente para la convocatoria ordinaria, a un valor máximo de 10 en tramos lineales de acuerdo con los porcentajes establecidos por la UVa en su Normativa de Reconocimiento Académico para estudiantes de Intercambio (BOCyL nºv104, 2 de junio 1999, p. 5865).

- **Convocatoria extraordinaria**

- Se utilizarán los mismos criterios presentados para la convocatoria ordinaria.
- En esta convocatoria se podrán volver a realizar los dos exámenes (Examen de Termodinámica Química y Examen de Transferencia de Materia). Si se prefiere, se podrá conservar la nota de aquellos en los que se haya alcanzado el valor mínimo (3/10) en la convocatoria ordinaria.
- En esta convocatoria se podrá conservar la nota de las Tareas, con la contribución del 20% a la nota final, como en la Ordinaria, u optar por una contribución del examen del 100%. Se mantiene la contribución de hasta +1 punto por la participación en los Seminarios.

## 8. Consideraciones finales

