

**GUÍA DOCENTE CURSO: 2023-24**

**DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA**

Asignatura:	Termodinámica y Cinética Aplicada a la Ingeniería Química		
Código de asignatura:	44103214	Plan:	Grado en Ingeniería Química Industrial (Plan 2010)
Año académico:	2023-24	Ciclo formativo:	Grado
Curso de la Titulación:	3	Tipo:	Obligatoria
Duración:	Primer Cuatrimestre		
Responsable/Coordinador de Asignatura:	García Camacho, Francisco		

**DISTRIBUCIÓN HORARIA DE LA ASIGNATURA SEGÚN NORMATIVA**

Créditos:	9
Horas totales de la asignatura:	225
<b>UTILIZACIÓN DE LA PLATAFORMA VIRTUAL:</b>	Apoyo a la docencia

**DATOS DEL PROFESORADO**

Nombre	<b>García Camacho, Francisco</b>		
Departamento	Departamento de Ingeniería Química		
Edificio	CIENTIFICO TECNICO II-A. Planta 1		
Despacho	270		
Teléfono	+34 950015303	E-mail (institucional)	<a href="mailto:fgarcia@ual.es">fgarcia@ual.es</a>
Recursos Web personales	<a href="http://www.ual.es/persona/505553485750485280">http://www.ual.es/persona/505553485750485280</a>		
Nombre	<b>Ibáñez González, María José</b>		
Departamento	Departamento de Ingeniería Química		
Edificio	CIENTIFICO TECNICO II-A. Planta 0		
Despacho	240		
Teléfono	+34 950015960	E-mail (institucional)	<a href="mailto:mjibanez@ual.es">mjibanez@ual.es</a>
Recursos Web personales	<a href="http://www.ual.es/persona/505448495653534980">http://www.ual.es/persona/505448495653534980</a>		

<b>ELEMENTOS DE INTERÉS PARA EL APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>
<b>Justificación de los contenidos</b>
<p>Esta asignatura está dividida en dos bloques: i) Termodinámica Aplicada a la Ingeniería Química y ii) Cinética Química Aplicada. Con el primer bloque se pretende profundizar en diferentes aspectos. Por un lado en el análisis de procesos en sistemas termodinámicos fundamentalmente fluidos, utilizando principios, funciones y relaciones termodinámicas. Por otro lado, en conocer y comprender el equilibrio de fases, fundamental en toda operación de separación, y los fundamentos del equilibrio químico que son necesarios para describir el funcionamiento de los reactores químicos. Asimismo, saber aplicar los equilibrios de fases y químico a diversos casos de interés para el ingeniero químico.</p> <p>En cuanto al segundo bloque, la <u>cinética química</u> (CQ) está relacionada con la cuantificación de la velocidad a la que suceden las reacciones químicas y de los factores que las afectan. El ingeniero químico usa la cinética química para diseñar el tipo de reactor más apropiado; es decir, lo que se ha dado en llamar Ingeniería de la Reacción Química (IRQ).</p> <p>Se pueden considerar tres niveles para comparar mejor la CQ y la IRQ. En orden creciente de escala, estos niveles son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Microscópico o molecular. Un grupo de moléculas reactantes suficientemente grande para constituir un punto en el espacio, caracterizado en cualquier instante por un único valor de concentración, temperatura, presión y densidad; para un fluido, el término "elemento del fluido" es utilizado para describir este grupo de moléculas</li> <li>2. Macroscópico local. Por ejemplo, una partícula sólida que reacciona con un fluido, en el que hay gradientes de concentración, temperatura, etc., dentro de la partícula.</li> <li>3. Macroscópico global. Por ejemplo, un lecho de partículas sólidas que reaccionan con un fluido, en el que, además de gradientes locales dentro de cada partícula, podría haber gradientes globales a través del reactor, desde partícula a partícula y desde un punto a otro dentro del fluido.</li> </ol> <p>Los niveles (1) y (2) son dominios de la cinética en el sentido que su atención está centrada en la reacción (velocidad, mecanismos, etc.) sujeta a la estequiometría y restricciones del equilibrio, quizás en conjunción con otros procesos dinámicos que llevan implícita una velocidad. El nivel 3 es el dominio de la IRQ. En este nivel se necesita información suficiente para tomar decisiones a cerca del reactor (sobre todo comerciales). Gran parte de esta información es proporcionada por los niveles (1) y (2).</p>
<b>Materia con la que se relaciona en el Plan de Estudios</b>
INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA
<b>Conocimientos necesarios para abordar la Asignatura</b>
<p>Sería recomendable que el alumno/a haya abordado los siguientes conocimientos y competencias: -Capacidad para la resolución de problemas matemáticos aplicando conocimientos sobre: álgebra lineal; cálculo diferencial e integral; métodos numéricos. -Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. -Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general y sus aplicaciones en la ingeniería. -Conocimientos de termodinámica y transmisión de calor. -Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos. -Conocimientos sobre balances de materia y energía.</p>
<b>Requisitos previos recogidos en la memoria de la Titulación</b>
NO HAY

<b>COMPETENCIAS</b>
<b>Competencias Básicas y Generales</b>
<i>Competencias Básicas</i>
<b>Competencias Transversales de la Universidad de Almería</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad para resolver problemas</li> <li>• Habilidad en el uso de las TIC</li> </ul>
<b>Competencias Específicas desarrolladas</b>
<p>Esta asignatura contribuirá al desarrollo de las siguientes competencias:</p> <p>CT3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.</p> <p>CT4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.</p> <p>CTEQ1. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores.</p> <p>CTEQ3.- 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.</p>
<b>OBJETIVOS/RESULTADOS DEL APRENDIZAJE</b>
<p>En base a los contenidos de la asignatura, el estudiante debe alcanzar los siguientes objetivos para desarrollar las competencias antes establecidas: El alumno conocerá/comprenderá/sabrà:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conocer y comprender el equilibrio de fases, fundamental en toda operación de separación.</li> <li>2. Conocer y comprender los fundamentos del equilibrio químico que son necesarios para describir el funcionamiento de los reactores químicos.</li> <li>3. Mecanismos de reacción en sistemas homogéneos y heterogéneos.</li> <li>4. Pasos a seguir en el desarrollo de modelos cinéticos para los procesos químicos.</li> <li>5. Plantear e interpretar la investigación experimental de la cinética de un proceso químico.</li> <li>6. Analizar sistemas reactantes utilizando balances de materia y energía y la cinética de los fenómenos de transporte y procesos químicos que tienen lugar.</li> <li>7. Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química e ingeniería.</li> <li>8. Saber recopilar información de interés desde</li> </ol>

fuentes documentales tradicionales (impresas) y en formato electrónico. 9. Presentar sus Trabajos por escrito y/o de forma oral. El alumno será capaz de: 1. Aplicar los equilibrios de fases y químico a diversos casos de interés para el ingeniero químico. 2. Aplicar el formalismo y modelos estudiados a la resolución de problemas numéricos. 3. Valorar la termodinámica química aplicada como una herramienta imprescindible para numerosas operaciones y procesos característicos de la Ingeniería Química. 4. Plantear e interpretar mecanismos de reacción a partir de datos cinéticos y/o de especies químicas que intervienen en la reacción. 5. Construir modelos cinéticos en sistemas homogéneos y heterogéneos, necesarios para el diseño y operación de los reactores químicos. 6. Simular el comportamiento de un sistema reactante. 7. Evaluar el efecto de la limitación del transporte externo e interno de materia en sistemas de reacción heterogéneos y proponer medidas para eliminarlo o reducirlo. 8. Realizar estudios bibliográficos y resumir los resultados, destacando las conclusiones establecidas y las discrepancias observadas.

<b>PLANIFICACIÓN</b>
<b>Temario</b>
<p>Bloque I. TERMODINÁMICA APLICADA A LA INGENIERÍA QUÍMICA.</p> <p>1.1. Principios, funciones y relaciones termodinámicas</p> <p>1.2. Termodinámica de los fluidos puros</p> <p>1.3. Termodinámica de las mezclas homogéneas</p> <p>1.4. Equilibrio de fases</p> <p>1.5. Equilibrio de las reacciones químicas</p> <p>Bloque II. CINÉTICA QUÍMICA APLICADA</p> <p>2.1.-Estequiometría de la reacción química.</p> <p>2.2.-Cinética y modelos de reactores ideales</p> <p>2.3.-Métodos experimentales en cinética química: medida de la velocidad de reacción.</p> <p>2.4.-Fundamentos de las velocidades de reacción.</p> <p>2.5.-Reacciones múltiples</p> <p>2.6.-Catalizadores sólidos</p> <p>2.7.-Mecanismos de reacción sobre catalizadores sólidos</p> <p>2.8.-Difusión y reacción sobre un medio poroso.</p> <p>2.9.-Efecto del transporte externo.</p> <p>2.10.-Desactivación de catalizadores sólidos</p>
<b>Actividades Formativas y Metodologías Docentes /Plan de Contingencia</b>
<p>-Clases magistral participativa-Resolución de problemas-Problemas-Seminarios y actividades académicamente dirigidas.</p> <p><u>Plan de Contingencia</u></p> <p>Ante niveles de alerta sanitaria elevados, las actividades formativas planificadas en los Grupos Docentes se impartirán mediante videoconferencia. Los Grupos de Trabajo seguirán con la impartición presencial conforme a la planificación establecida. Ante medidas más restrictivas acordadas por las autoridades sanitarias, los Grupos de Trabajo se realizarían también por videoconferencia.</p>
<b>Actividades de Innovación Docente</b>
<p>El tema 3 del bloque temático 1 ha participado en el Proyecto docente de los cursos académico 19-20 titulado Flipped Classroom en asignaturas multimodales. El estudiantado sea capaz de entender los factores de fugacidad calculados a cada uno de los solutos que componen una mezcla y sabrá distinguir entre mezclas ideales y no ideales. Estos conceptos básicos permiten entender físicamente que interacciones tienen lugar entre los solutos cuando se calculan los factores de fugacidad. Para ello se ha organizado una actividad en la que el estudiantado trabaje el material en casa y sea evaluado en el aula</p>
<b>Diversidad Funcional</b>
<p>Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales pueden dirigirse a la Delegación del Rector para la Diversidad Funcional <a href="http://www.ual.es/discapacidad">http://www.ual.es/discapacidad</a> ) para recibir la orientación o asesoramiento oportunos y facilitar un mejor aprovechamiento de su proceso formativo. De igual forma podrán solicitar la puesta en marcha de las adaptaciones de contenidos, metodología y evaluación necesarias que garanticen la igualdad de oportunidades en su desarrollo académico. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad. Los docentes responsables de esta guía aplicaran las adaptaciones aprobadas por la Delegación, tras su notificación al Centro y al coordinador de curso</p>

## PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

### Crterios e Instrumentos de Evaluación / Plan de Contingencia

La calificación global máxima en la asignatura es de 10 puntos, que se distribuirán en los siguientes criterios de evaluación:

SE10 (Pruebas finales)-Competencias: UAL2, UAL3, CT4, CTEQ1

1. Examen escrito hasta 60% (6 puntos)

SE11 (Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc.)-Competencias UAL2, UAL3, CT3, CT4, CTEQ3

2. Trabajos prácticos (presentación escrita) hasta 10% (1 punto)

3. Trabajos prácticos (presentación oral) hasta 10% (1 punto)

SE8 (Pruebas, ejercicios, problemas)-Competencias: UAL2, UAL3, CT3, CT4

4. Seminarios prácticos hasta 10% (1 punto)

5. Problemas de casa hasta 10% (1 punto)

#### NOTA

Para sumar las calificaciones de los criterios del 2 al 5 es imprescindible obtener en el criterio 1 (examen escrito) al menos 3 puntos, con una nota mínima en cada bloque temático de al menos 1 punto.

#### Convocatoria Extraordinaria

Consistirá de un examen escrito que constará de 2 partes en las que se evaluarán todas las competencias descritas en la asignatura.

La primera parte corresponderá al criterio 1 y la realizarán todos los alumnos: supondrá el 60% de la calificación total. En esta primera parte, los alumnos que superaron uno de los dos bloques (i.e. Bloque I. TERMODINÁMICA APLICADA A LA INGENIERÍA QUÍMICA; Bloque II. CINÉTICA QUÍMICA APLICADA) en la convocatoria ordinaria podrán conservar su nota y optar por no realizar ese bloque.

La segunda parte consistirá en preguntas relacionadas con las actividades desarrolladas en los criterios 2 a 5: solo tendrán que hacerla aquellos alumnos que no hayan aprobado los criterios 2 a 5 en la convocatoria ordinaria, o que habiéndolos aprobado quieran subir nota. Supondrá el 40% de la calificación global.

#### Evaluación Única Final

Consistirá de un examen escrito que constará de 2 partes en las que se evaluarán todas las competencias descritas en la asignatura.

La primera parte corresponderá al criterio 1: supondrá el 60% de la calificación total.

La segunda parte consistirá en preguntas relacionadas con las actividades desarrolladas en los criterios 2 a 5. Supondrá el 40% de la calificación global.

#### Plan de Contingencia

Se mantendrá lo indicado en el apartado de evaluación. En los casos en los que las autoridades sanitarias aconsejen y/o acuerden la no presencialidad de las pruebas de evaluación en las convocatorias ordinaria y/o extraordinaria, las pruebas indicadas se realizarán mediante la plataforma virtual.

#### Mecanismos de seguimiento

- Asistencia y participación en seminarios
- Alta y acceso al aula virtual
- Entrega de actividades en clase
- Entrega de actividades en aula virtual

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía recomendada

#### Básica

- Fogler, H. Scott. Elementos de ingeniería de las reacciones químicas. Pearson Educacion. 4º ed.. 2008.
- González Velasco, J.R.; González Marcos, J.A.; González Marcos, M.P.; Gutiérrez Ortiz, J.I.; Gutiérrez Ortiz, M.A. Cinética Química Aplicada. 1999.
- Octave Levenspiel. Ingeniería de las reacciones químicas. 2006.
- RODRIGUEZ RENUNCIIO, J.A., RUÍZ SÁNCHEZ, J.J. y URIETA NAVARRO, J.S.. Termodinámica química. 1998.
- R.W. Missen, C. A. Mims, B.A. Saville. Chemical Reaction Engineering and Kinetics. 1999.
- SMITH, J.M., VAN NESS, H.C. y ABBOTT, M.M.. Introducción a la termodinámica en ingeniería química.. 2003.

#### Complementaria

- TASSIOS, D.P.. Applied chemical engineering thermodynamics. 1993.
- CALLEN, H.B.. Termodinámica. 1981.
- CRIADO-SANCHO, M. y CASAS-VÁZQUEZ, J.. Termodinámica química y de los procesos irreversibles . 1997.
- DENBING, K.. Equilibrio químico. 1985.
- KLOTZ, I.M., y ROSENBERG, R.M.. Termodinámica química. 1981.
- LEVENSPIEL, O.. Fundamentos de termodinámica. 1997.
- LIDE, D.R . Handbook of Chemistry and Physics. 2001.
- Mark E. Davis, Robert J. Davis.. Fundamentals of chemical reaction engineering. 2003.
- PERRY, R.H. Y GREEN, D. Manual del ingeniero químico. 1998.
- PRAUSNITZ, J.M., LICHTENTHALER, R.N. y GOMES DE AZEVEDO, E.. Termodinámica molecular de los equilibrios de fases. 2000.

#### Otra Bibliografía

### Bibliografía existente en el Sistema de Información de la Biblioteca de la UAL

Puede ver la bibliografía existente en la actualidad en el Sistema de Gestión de Biblioteca consultando en la siguiente dirección:

[https://www.ual.es/bibliografia\\_recomendada44103214](https://www.ual.es/bibliografia_recomendada44103214)

## DIRECCIONES WEB

- <http://www.chemical-stoichiometry.net/>  
*ESTEQUIOMETRÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA: MÉTODO DE REDUCCIÓN DE MATRICES*
- [http://http://www.almaden.ibm.com/st/computational\\_science/ck/?cks](http://http://www.almaden.ibm.com/st/computational_science/ck/?cks)  
*SIMULADOR DE CINÉTICA QUÍMICA*
- [http://www.martindalecenter.com/Reference\\_3\\_Chemicals.html](http://www.martindalecenter.com/Reference_3_Chemicals.html)  
*BASES DE DATOS QUÍMICOS, BIOQUÍMICOS Y TERMODINÁMICOS*
- <http://webbook.nist.gov/chemistry/>  
*Base de datos físico-químicos de sustancias puras*
- <http://www.cheric.org/kdb/>  
*Base de datos físico-químicos de sustancias puras*
- <http://www.engin.umich.edu/~cre/>  
*WEB DE INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA*