

29922 - Cinética química aplicada

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 29922 - Cinética química aplicada

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 330 - Complementos de formación Máster/Doctorado

435 - Graduado en Ingeniería Química

Créditos: 6.0

Curso: 330 - Complementos de formación Máster/Doctorado: XX

435 - Graduado en Ingeniería Química: 3

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: 435 - Obligatoria

330 - Complementos de Formación

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La materia presentada en la asignatura *Cinética Química Aplicada* tiene como objetivo conocer y saber aplicar las estrategias necesarias para deducir las ecuaciones cinéticas que describen reacciones o procesos químicos, tanto homogéneos como heterogéneos, en ausencia y en presencia de catalizadores. Los conceptos y procedimientos desarrollados son básicos dentro del Área de la Ingeniería Química. La información cinética es imprescindible para poder diseñar, operar, controlar y optimizar el reactor químico en los procesos de la industria química.

El objetivo final de la asignatura es que el alumno desarrolle las habilidades necesarias para resolver problemas cinéticos relacionados con la Ingeniería Química. Para ello, la materia presentada pretende que el alumno:

- Se familiarice con los conceptos básicos y la nomenclatura habituales en la Cinética Química (velocidad y orden de reacción, mecanismos de reacción, etc.) que le permitan analizar reacciones complejas.
- Adquiera conocimientos básicos de las teorías que explican la cinética de las reacciones químicas y de la catálisis.
- Comprenda los principios de la cinética de las reacciones químicas, tanto en sistemas homogéneos como heterogéneos, en ausencia y presencia de catalizadores, para formular correctamente las ecuaciones de velocidad correspondientes.
- Sepa aplicar los métodos de análisis de datos experimentales (métodos integral y diferencial) y de optimización de parámetros cinéticos para la determinación de ecuaciones cinéticas, que representen las transformaciones químicas en procesos industriales, a partir de datos obtenidos en reactores básicos.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, y determinadas metas concretas de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>), de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.
Meta 9.4. De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Cinética Química Aplicada conforma con *Transferencia de Materia* las materias que constituyen las *Bases de la Ingeniería Química* y pertenece al Módulo obligatorio *Tecnología Específica: Química Industrial*. Se trata de una asignatura de 6 ECTS que se imparte en el primer semestre del tercer curso de la titulación. El papel fundamental de esta asignatura es establecer las bases para la comprensión y el conocimiento de los factores que afectan a la velocidad de las reacciones químicas y para la resolución de problemas cinéticos relacionados con la Ingeniería Química. Por tanto, los conocimientos y habilidades adquiridos en el aprendizaje de esta asignatura serán fundamentales para la comprensión de asignaturas posteriores del plan de estudios (Resolución de 12 de noviembre de 2010 de la Universidad de Zaragoza, BOE nº 288, 29 de noviembre de 2010), fundamentalmente *Diseño de reactores*, asignatura que configura con *Operaciones de separación* la materia *Diseño de Procesos Químicos*, dentro también del módulo obligatorio *Tecnología Específica: Química Industrial*.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para cursar la asignatura de *Cinética Química Aplicada*, es recomendable que el alumno tenga conocimientos de cálculos estequiométricos, termodinámica y equilibrio químico, flujo de fluidos y transporte de materia y energía. Asimismo, se recomienda tener conocimientos suficientes de cálculo integral y diferencial. Las asignaturas del Grado en Ingeniería Química que sería conveniente que el alumno haya cursado/esté cursando se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Asignaturas del Grado en Ingeniería Química.

Asignatura	Impartida
Matemáticas I, II y III	Previas
Química	Previa
Ampliación de Química I y II	Previas
Mecánica de fluidos	Previa
Transferencia de materia	Simultánea
Experimentación en Ingeniería Química I	Simultánea

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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

Competencias genéricas

C04 - Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

C06 - Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.

C11 - Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

Competencias específicas

C32 - Conocimientos adquiridos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.

2.2. Resultados de aprendizaje

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

1. Tiene aptitud para aplicar los conocimientos básicos adquiridos para la realización de balances de materia y energía.
2. Interpreta información cinética para reacciones homogéneas y heterogéneas y la sabe aplicar a la industria química.
3. Analiza la influencia de las principales variables en la velocidad de reacción observada.

4. Conoce los fenómenos de transporte acoplados a la cinética heterogénea.
5. Conoce y saber aplicar los diferentes métodos matemáticos para la determinación de la ecuación de velocidad de una reacción química.
6. Resuelve problemas de cinética química e interpreta resultados.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura son importantes porque otorgan al estudiante una base general teórica-práctica en materia de *Cinética Química Aplicada*. En concreto, sobre los métodos de obtención y análisis de datos cinéticos para la determinación de la ecuación de velocidad en reacciones homogéneas y heterogéneas, catálisis homogénea y heterogénea, y desactivación de catalizadores. La información cinética es básica para el diseño, optimización y control del reactor químico en el que va a transcurrir la reacción química y, en definitiva, del proceso químico a escala industrial.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

PRIMERA CONVOCATORIA. Para superar la asignatura en 1ª convocatoria, los alumnos podrán optar por una de estas opciones:

Opción 1. Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante, se propone una evaluación compuesta por la valoración de las siguientes actividades:

1. Primera prueba parcial. (40% de la calificación final), consistente en una prueba escrita. Se centrará en los contenidos de la primera parte del programa que desarrollará fundamentalmente los aspectos cinéticos a considerar en los sistemas homogéneos. Se realizará en período de clases (hacia la mitad del semestre). Constará de una parte teórica (cuestiones teórico-prácticas) y una parte práctica (resolución de problemas). Cada una de las partes (teórica y práctica) supondrá un 50% de la nota de examen, siendo necesario obtener una puntuación mínima de 4.0 sobre 10 en cada una de ellas para poder promediar. Asimismo, será necesario obtener en esta prueba una nota mínima de 4.5 para realizar el promedio con el resto de pruebas programadas. El estudiante que no la supere, tendrá opción a presentarse al examen final (actividad del punto 4) que se adaptará para la evaluación de la materia correspondiente.

La superación de la primera prueba parcial acreditará la adquisición de los resultados de aprendizaje 1 y 3, y de forma parcial 2, 5 y 6.

2. Trabajos tutelados. (20% de la calificación final). A lo largo del semestre, se planteará la resolución de cuestiones, casos prácticos y problemas, similares a los resueltos en las clases. Los estudiantes deberán realizar 3 trabajos, que se desarrollarán de forma individual o en grupos de 2 alumnos, siendo tutelados y evaluados por el profesor quien valorará su contenido, comprensión y presentación. Las fechas concretas de entrega de los trabajos serán las establecidas por el profesor considerando el desarrollo del curso. La calificación obtenida en esta actividad se podrá conservar para la segunda convocatoria de evaluación.

Los trabajos tutelados se corresponderán con los resultados de aprendizaje 1 a 6, de forma que su correcta realización acredite su logro.

3. Segunda prueba parcial. Supondrá el 40% de la calificación final para aquellos alumnos que hayan superado la primera prueba parcial. Corresponderá a los aspectos cinéticos desarrollados en la parte del programa correspondiente a los sistemas heterogéneos, siendo de similares características que la primera prueba parcial. Se realizará en período de exámenes, siendo coincidente con el examen final detallado en el punto 4. La nota obtenida deberá ser igual o superior a 4.5 para que pueda promediar con la primera prueba parcial y con los trabajos tutelados.

La superación de esta prueba acreditará la adquisición de los resultados de aprendizaje 1, 3 y 4, y de forma parcial 2, 5 y 6.

4. Examen final. Se desarrollará una prueba global con todos los contenidos de la asignatura. Supondrá un 40 u 80 % de la calificación final, dependiendo de si el alumno ha superado o no la primera prueba parcial (actividad del punto 1). Esta prueba se realizará dentro del período de exámenes, en la fecha establecida por el Centro para la asignatura. Incluirá una parte teórica (cuestiones teórico-prácticas) y una parte práctica (resolución de problemas). Cada una de las partes (teórica y práctica) supondrá un 50% de la nota de examen, siendo necesario obtener una puntuación mínima de 4.0 sobre 10 en cada una de ellas para poder promediar. La nota obtenida deberá ser igual o superior a 4.5 para promediar con los trabajos tutelados.

La superación de esta prueba acreditará la adquisición de los resultados de aprendizaje 1-6.

Para superar la asignatura, se debe obtener una nota igual o superior a 5.0, considerando todos los componentes de la evaluación (actividades 1-4).

Opción 2. Aquellos alumnos que no deseen seguir la evaluación según la opción 1. pueden optar por

presentarse a una **prueba global**, consistente en:

Una prueba escrita (100 % de la nota final) que se realizará dentro del período de exámenes y en la fecha establecida por el Centro. Incluirá una parte teórica (cuestiones teórico-prácticas) y una parte práctica (resolución de problemas) correspondiente a todos los contenidos de la asignatura. Esta prueba se adaptará para que el alumno acredite la adquisición de todos los resultados de aprendizaje 1-6 e incluirá la resolución de cuestiones, así como de problemas y casos, desarrollados en la actividad de Trabajos tutelados. Para superar la asignatura siguiendo esta opción es necesario obtener una puntuación mínima de 5.0.

SEGUNDA CONVOCATORIA. Para superar la asignatura en 2ª convocatoria, los alumnos deberán presentarse a una **prueba global** que podrá suponer el 100 % de la nota final (opción 2 de la 1ª convocatoria), o bien el 80 % de la nota final para aquellos alumnos que hayan realizado la actividad 2 (Trabajos tutelados) de la opción 1 de la 1ª convocatoria y decidan conservar la nota obtenida en esta actividad (20% de la calificación final).

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

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

Para el diseño del proceso de aprendizaje de esta asignatura, se ha considerado que se trata de una asignatura de carácter teórico-práctico. Esto implica el estudio continuado de sus aspectos teóricos y su posterior aplicación a la resolución de cuestiones y problemas de especial interés que permitan que el alumno asimile los contenidos de la asignatura. La realización de pequeños trabajos por el alumno (seleccionados por el profesor) pretende que éste desarrolle estrategias de aprendizaje autónomo y le motive en la toma de decisiones. No se incluye la realización de prácticas de laboratorio, ya que las relacionadas con la asignatura se incluirán en la asignatura *Experimentación en Ingeniería Química I*, que se impartirá en el segundo semestre del tercer curso de la titulación.

El método didáctico incluye diapositivas explicativas que contienen de forma ordenada los aspectos teórico-prácticos más importantes de la disciplina. Se aportan numerosos esquemas y ejemplos que permiten la fácil asimilación y aplicación de los conceptos más importantes. Asimismo, se proporciona una colección de ejercicios (con resultado) y cuestiones cuya resolución ofrecerá una herramienta al estudiante para su auto-evaluación. Este material se acompaña de un conjunto de referencias bibliográficas de consulta y profundización.

4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

La asignatura *Cinética Química Aplicada* requiere una dedicación por parte del alumno de aproximadamente 150 h de trabajo, equivalentes a 6 ECTS. La distribución horaria corresponderá a la siguiente planificación de actividades de enseñanza-aprendizaje:

- **Clase Magistral** (40 h). Se llevará a cabo la presentación y explicación por parte del profesor de los contenidos teóricos y la resolución de problemas modelo.
- **Problemas y Casos** (20 h). El alumno resolverá en clase, supervisado por el profesor, problemas y casos prácticos relacionados con las clases teóricas.
- **Trabajos tutelados** (20 h). Resolución de problemas y casos prácticos, propuestos por el profesor, y que se desarrollarán de forma individual o en grupos de 2 alumnos. Se distribuirán durante todo el curso, siendo tutelados y evaluados por el profesor.
- **Estudio personal** (64 h). Se recomienda que el estudiante distribuya su trabajo personal a lo largo de todo el semestre.
- **Pruebas de evaluación** (6 h). Desarrollo de pruebas parciales y examen final, o bien prueba global.

Estas actividades se complementarán con las tutorías individuales o grupales que se realizarán a lo largo de todo el curso.

4.3. Programa

El temario de la asignatura se desglosa en cuatro bloques principales con sus correspondientes temas.

Bloque 1. Introducción.

- Tema 1. Conceptos básicos de la Cinética Química Aplicada: La reacción química. Clasificación de las

reacciones químicas. Aspectos termodinámicos. Velocidad de reacción. Factores que afectan a la velocidad de reacción.

Bloque 2. Cinética de las reacciones homogéneas.

Tema 2. Reacciones homogéneas: Ecuación cinética. Reacciones elementales y no elementales. Mecanismos de reacción. Punto de vista cinético del equilibrio. Dependencia de la velocidad de reacción de la concentración y temperatura. Energía de activación. Aproximación de Arrhenius. La velocidad de reacción a partir de las teorías cinéticas.

- Tema 3. Interpretación de datos cinéticos obtenidos en reactores de laboratorio: Obtención de datos cinéticos experimentales. Reactores discontinuos y continuos.
- Tema 4. Método diferencial de análisis de datos cinéticos.
- Tema 5. Método integral de análisis de datos cinéticos.
- Tema 6. Catálisis homogénea.

Bloque 3. Cinética de las reacciones heterogéneas.

- Tema 7. Introducción al estudio cinético de las reacciones heterogéneas: Acoplamiento de los procesos de reacción y transporte. Velocidades globales o totales.
- Tema 8. Reacciones heterogéneas catalíticas. Catalizadores sólidos. Conceptos generales de catálisis y adsorción. Obtención de datos cinéticos experimentales en reacciones gas/sólido catalíticas.
- Tema 9. Cinética y mecanismo de las reacciones sobre catalizadores sólidos.
- Tema 10. Desactivación de catalizadores. Cinética de desactivación.

Bloque 4. Cinética de las reacciones enzimáticas.

- Tema 11. Reacciones enzimáticas: Enzimas. Cinética enzimática homogénea. Cinética de Michaelis-Menten. Determinación de las constantes cinéticas. Inhibición enzimática.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de clases y presentación de trabajos

El estudiante tiene 4 h/semana de clases magistrales y de problemas, según el horario establecido por el Centro, publicado con antelación a la fecha de comienzo del curso y que puede ser consultado en la página web del Centro.

La presentación de trabajos se acordará con los estudiantes en función del desarrollo del curso y de la disponibilidad horaria profesor/alumno. El profesor informará de su horario de atención a tutorías.

Una distribución aproximada de los tiempos de duración de los diferentes temas en cuanto a clases magistrales (trabajo personal: 40 h) y clases de problemas y casos (trabajo personal: 20 h), se muestra en la Tabla 2. Se indica también en qué momento se propondría a los alumnos la entrega de los trabajos tutelados (trabajo personal: 20 h), una vez finalizado el/los tema/s correspondientes.

Tabla 2. Distribución horaria y fechas de entrega de trabajos.

BLOQUES	Clase magistral (Teoría y problemas modelo)	Problemas y casos	Entrega de trabajos
Bloque 1. Introducción Tema 1. Conceptos básicos	2	0	Entrega 1
Bloque 2. Cinética de las reacciones homogéneas Tema 2. Reacciones homogéneas			
Tema 3. Interpretación de datos cinéticos	4	2	
Tema 4. Método diferencial	2		
Tema 5. Método integral	2	2	
Tema 6. Catálisis homogénea	8	4	
	2	1	Entrega 2
PRIMER EXAMEN PARCIAL (3 h)			
Bloque 3. Cinética de las reacciones heterogéneas			

Tema 7. Introducción	2	1	
Tema 8. Reacciones heterogéneas catalíticas	8	4	
Tema 9. Cinética y mecanismo	3	2	
Tema 10. Desactivación de catalizadores	4	2	
Bloque 4. Cinética de las reacciones enzimáticas			
Tema 11. Reacciones enzimáticas	3	2	Entrega 3
Horas totales de trabajo personal	40	20	20
SEGUNDO EXAMEN PARCIAL o EXAMEN FINAL (aprox. 3 h)			

El calendario académico, los horarios y aulas de las clases, se podrán consultar en la página web del Centro (EINA). La relación de fechas y actividades concretas, así como todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicarán en el Anillo Digital Docente (ADDUnizar: <https://moodle2.unizar.es>). Para el acceso al ADD, se requiere que el estudiante esté matriculado en la asignatura.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=29922>