# FICHA IDENTIFICATIVA

## Datos de la Asignatura

| | |
|---|---|
| **Código** | 34760 |
| **Nombre** | Ingeniería de la reacción química I |
| **Ciclo** | Grado |
| **Créditos ECTS** | 6.0 |
| **Curso académico** | 2020 - 2021 |

## Titulación(es)

| Titulación | Centro | Curso | Periodo |
|---|---|---|---|
| 1401 - Grado de Ingeniería Química | Escuela Técnica Superior de Ingeniería | 2 | Segundo cuatrimestre |

## Materias

| Titulación | Materia | Caracter |
|---|---|---|
| 1401 - Grado de Ingeniería Química | 16 - Ingeniería de la Reacción Química | Obligatoria |

## Coordinación

| Nombre | Departamento |
|---|---|
| BERNA PRATS, ANGEL | 245 - Ingeniería Química |

# RESUMEN

La asignatura *Ingeniería de la Reacción Química I* forma parte de la materia del mismo nombre, su objetivo general es que los estudiantes adquieran conocimientos de cinética de las reacciones químicas, que, combinados con los principios básicos de la ingeniería química, puedan aplicarlos al diseño y operación de los reactores de la industria química y biotecnológica.

El objeto de estudio de la Ingeniería de la Reacción Química son los reactores químicos. Este estudio tiene dos vertientes, el análisis del comportamiento y el diseño tanto del aparato como de su operativa. Como la mayor parte de la Ingeniería Química es un campo muy aplicado. Con estos conocimientos se pretende poner las bases para que el estudiante pueda abordar el estudio del comportamiento y del diseño de los diferentes reactores químicos.

La parte práctica trata de estudiar diferentes aplicaciones de los conceptos expuestos, así, por ejemplo, se calculará el volumen de reactor necesario para obtener un grado de conversión o una producción determinadas, y el efecto de modificar algún parámetro como por ejemplo la temperatura de operación. La interpretación de los resultados será una parte importante del aprendizaje.

Es una asignatura obligatoria de carácter cuatrimestral que se imparte en el segundo cuatrimestre del segundo curso de la titulación de Grado en Ingeniería Química. En el plan de estudios consta de un total de 6 créditos ECTS.

Con esta asignatura se pretende dar una visión general de la Ingeniería de la Reacción Química y proporcionar a los estudiantes los conocimientos necesarios de los fundamentos de los procesos de reacción química, introduciendo las herramientas necesarias para el análisis y diseño de los reactores químicos.

Estas herramientas serán la combinación de los balances con las ecuaciones de velocidad.

De esta manera, se establecerán las bases imprescindibles para que el estudiante pueda aplicar con éxito estos conocimientos.

Se trata de una asignatura con una gran componente práctica en la que, una vez introducidos los conceptos se resolverán una serie de problemas. En otra asignatura se llevarán a cabo una selección de prácticas de laboratorio.

Los contenidos de la asignatura son: **Cinética de la reacción química. Reactores ideales. Ecuaciones básicas de diseño. Diseño de reactores ideales. Reactores bioquímicos, de polimerización, de membrana. Fundamentos de Ingeniería Bioquímica.**

Las clases tanto de teoría como de problemas se impartirán en valenciano tal como consta a la ficha de la asignatura disponible en la web del grado.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

Cálculo diferencial e integral, solución de sistemas de ecuaciones (algebraicas y diferenciales), cálculo numérico, optimización, estadística, sistemas de coordenadas.
Estequiometria, cinética.
Equilibrio y calor de reacción, transmisión de calor.
Cambio de unidades, balances de materia, energía y cantidad de movimiento, transferencia de calor y materia, mecánica de fluidos.
Economía: nociones básicas.
Informática: programas básicos, programas dirigidos a resolver sistemas de ecuaciones (Polymath, MATL

## COMPETENCIAS

### 1401 - Grado de Ingeniería Química

- G3 - 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.
- G4 - 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.
- G5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
- G6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- G10 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
- G11 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.
- TE1 - Conocimientos 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.
- TE2 - Capacidad para el análisis, diseño, simulación y optimización de procesos y productos.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**Resultados del aprendizaje**

- Conocer y comprender los fundamentos de la cinética química aplicada. (G3,TE1)
- Aplicar los principios de conservación de la materia y la energía a sistemas con reacción química. (G4,TE1,TE2)
- Aplicar los principios de la termodinámica y cinética a los sistemas con reacción química. (G4)
- Conocer los tipos, características y modelos matemáticos que describen los reactores ideales. (G3)
- Analizar el funcionamiento y dimensionar reactores ideales isotermos. (G3,G5,G6)
- Seleccionar el tipo y número de reactores para alcanzar una determinada conversión. (G4)
- Conocer y comprender los factores químicos, físicos y biológicos que controlan los bioprocesos. (G3,G4,G5,G6)
- Conocer como operar y dimensionar un proceso biológico. (G3,G4,G5,G6)
- Conocer las especificidades y aplicaciones de diversos tipos de reactores industriales: catalíticos, bioquímicos, de polimerización, de membrana. (G5)
- Conocer y aplicar los principios de seguridad en los reactores químicos (G6,G11)
- Preparar y redactar informes escritos (G5,G11)
- Realizar diseños de forma individual y en grupo. (G4)

El alumno al final del curso ha de ser capaz de:

- Conocer los fenómenos implicados en las reacciones químicas. Conocer la nomenclatura y la terminología básica.
- Calcular los cambios de composición y su repercusión sobre la velocidad de reacción.
- Conocer los parámetros que influyen sobre la velocidad de reacción y la forma de esta influencia.
- Combinar los aspectos de la cinética de la reacción con los que caracterizan el comportamiento del reactor (continuo, discontinuo, etc.).
- Aplicar los balances de materia y energía necesarios para el diseño y análisis de los reactores ideales. Se incluyen los casos de densidad variable y reacciones múltiples, así como los reactores de membrana y los reactores bioquímicos.
- Aplicar estos conocimientos al diseño de los reactores y a la predicción de su funcionamiento.
- Entender el funcionamiento de los diferentes reactores químicos y ser capaces de hacer recomendaciones para diferentes casos particulares.

- Entender las características especiales de reactores como los de polimerización.
- Aplicar los procedimientos de cálculo de una manera razonada, justificando los resultados obtenidos.
- Reconocer los diferentes tipos de información que aparecen en un texto relacionado con reacciones y reactores químicos.
- Reconocer los diferentes tipos de información que aparecen en un texto relacionado con reacciones y reactores químicos.
- Recoger la información necesaria para plantear y resolver un problema relacionado con el diseño y/o análisis de un reactor.
- Manejar esta información con criterio.
- Identificar y explicar el significado físico de cada uno de los términos de las ecuaciones de los balances.
- Describir las ecuaciones de la cinética de las reacciones químicas y de transferencia de calor.
- Explicar las características diferenciadoras de los diferentes reactores ideales.

Además, durante el curso se promoverá la adquisición por parte del alumno de otras habilidades sociales y técnicas como:

- Extraer información a partir del enunciado de un problema.
- Interpretar y plasmar en forma de variables los datos de un problema.
- Interpretar correctamente otros datos, definiciones y relaciones del proceso y plasmarlos en forma de ecuaciones.
- Plantear las condiciones de contorno adecuadas para la integración y resolución de los problemas.
- Resolver el problema aplicando las herramientas matemáticas adecuadas.
- Interpretar y razonar los resultados de un problema.
- Interpretar resultados experimentales y elaborar informes.
- Organizar los cálculos de forma sistemática.
- Hacer los cálculos con precisión y de manera fundamentada.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de trabajar de manera individual y en grupo.
- Capacidad para distribuir el tiempo entre las tareas de manera efectiva.
- Capacidad para argumentar con criterios lógicos y razonados.
- Redactar los informes de los problemas solucionados de manera que se ponga de manifiesto las informaciones utilizadas, los procedimientos empleados y el análisis de los resultados obtenidos.
- Presentación en público de los resultados con utilización de los medios convenientes.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS GENERALES. .

Ingeniería química e Ingeniería de los reactores químicos. Reacciones y clases de reactores. Ejemplos.

### 2. FENOMENOLOGIA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS.

Estequiometría. Independencia de las reacciones químicas. Medidas del avance de la reacción, selectividad, etc. Equilibrio químico. Cinética. Tipos de reactores. Balances de materia, energía y cantidad de movimiento en sistemas con reacción química.

### 3. REACTORES IDEALES. COMPORTAMIENTO ISOTERMO.

El Reactor continuo de tanque agitado (RCTA). El Reactor discontinuo de tanque agitado (RDTA). El Reactor continuo tubular o de flujo de pistón (RFP). Reactores semicontinuos. Combinación de reactores.

### 4. REACCIONES MÚLTIPLES.

Análisis cualitativo y cuantitativo de diferentes sistemas. Optimación. Reactores de Polimerización

### 5. REACTORES BIOQUÍMICOS.

Introducción a la ingeniería bioquímica. Cinética enzimática y microbiana. Diseño de reactores bioquímicos.

### 6. REACTORES NO CONVENCIONALES.

Reactores CVD. Reactores de membrana. Reacciones en medio supercrítico.

## VOLUMEN DE TRABAJO

| ACTIVIDAD | Horas | % Presencial |
|---|---|---|
| Prácticas en aula | 35,00 | 100 |
| Clases de teoría | 25,00 | 100 |
| Elaboración de trabajos en grupo | 15,00 | 0 |
| Elaboración de trabajos individuales | 15,00 | 0 |
| Preparación de actividades de evaluación | 15,00 | 0 |
| Preparación de clases de teoría | 15,00 | 0 |
| Preparación de clases prácticas y de problemas | 30,00 | 0 |
| **TOTAL** | **150,00** | |

## METODOLOGÍA DOCENTE

Para desarrollar con éxito la asignatura se deben seguir diferentes estrategias: clases de teoría y de problemas en el aula, seminarios, trabajo individual y en grupo y tutorías.

1.- Clases en el aula. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Estas clases serán de teoría o de problemas según las necesidades de cada momento. De esta manera, primero se presenta la teoría y después las aplicaciones prácticas.

El modelo utilizado será el siguiente: la teoría será expuesta de manera breve por el profesor, en lo que sería clase magistral. Se señalarán los textos donde se puede encontrar más ampliado el tema que se ha expuesto, promoviendo el trabajo individual.

Las clases prácticas de problemas se desarrollarán siguiendo dos modelos. En algunas de las clases será el profesor el que resuelva una serie de problemas tipo para que los estudiantes aprendan a identificar los elementos esenciales del planteamiento y resolución del problema. En otras clases de problemas se seguirá un modelo más participativo tipo seminario, serán los estudiantes, individualmente o distribuidos en grupos (aprendizaje cooperativo), los que deberán resolver problemas bajo la supervisión del profesor. Una vez concluido el trabajo, los problemas serán recogidos, analizados y corregidos por el profesor o por los propios estudiantes.

2.- Seminarios. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Las sesiones de seminario deben servir para estudiar con más detalle algunos aspectos. Así, una sesión puede ser utilizada para mostrar el uso de Internet para encontrar información relacionada con la asignatura, como características de los reactores, cinéticas de las reacciones, seguridad. Otra puede servir para practicar con algunos programas útiles para la asignatura. Entre las tareas que se pueden asignar para su elaboración fuera de clase tendríamos una búsqueda bibliográfica. En otra sesión se puede practicar en el trabajo en grupos asignando a cada miembro un trabajo diferente, uno hace el papel de líder, organizando el trabajo, asignando tareas a los otros y elaborando las conclusiones, otro estudiante se puede encargar de elaborar la información relacionada con la cinética y el equilibrio, un tercero prepara la

aplicación de los balances de materia y energía utilizando la información proporcionada por el segundo. Finalmente un cuarto estudiante ejerce el papel de crítico del trabajo realizado por sus compañeros, además de proponer alternativas y formas de extender o continuar con el problema. Estos papeles deben quedar reflejados en el informe y serán intercambiables en próximos trabajos.

3.- Estudio individual. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Los estudiantes deberán estudiar por su cuenta, para asimilar los conocimientos expuestos, y practicar estos con problemas propuestos. La distribución de los enunciados de los problemas se hará mediante el Aula Virtual. El Aula Virtual se utilizará también para distribuir material docente.

Algunos de estos problemas se resolverán en clase, otros se deberán resolver por los alumnos de manera individual o en grupo y entregar la solución al profesor antes del plazo establecido. Las actividades a desarrollar serán problemas, obtención de información a partir de la bibliografía o de alguna página web, discusión de algún artículo, etc.

Se controlará la autenticidad de la autoría de los trabajos. La no realización de estos trabajos deberá estar muy justificada.

4.- Tutorías. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Los alumnos podrán consultar al profesor bien directamente en clase o asistiendo a las tutorías en el horario establecido. También pueden hacer consultas mediante el correo electrónico.

5.- Trabajos en grupo. (G3,G4,G5,G6,G10,G11,TE1,TE2)

Los trabajos propuestos para los alumnos se pueden resolver de manera individual o en grupo.

Se animará a que sea en grupo para desarrollar habilidades de organización así como la responsabilidad y la solidaridad.

## EVALUACIÓN

La nota final tendrá dos contribuciones, la primera (60 %) corresponderá a la nota del examen (G3, G4, G5, G6, G10, G11, TE1, TE2), la segunda (40 %) (G3, G4, G5, G6, G10, G11, TE1, TE2) estará relacionada con la elaboración de trabajos para resolver fuera de clase (15 %), con la realización de actividades al aula a lo largo del curso (20 %) y con la participación del alumno en clase durante el curso (5 %). Se prestará especial atención a la presentación oral y por escrito de problemas resueltos y trabajos. Se valorará la colaboración dentro de los miembros del grupo. Para los alumnos que manifiesten no poder asistir a clase, la nota final será el resultado de combinar la nota del examen (80 %) con la de las actividades para resolver en casa (20 %).

El examen constará de teoría (cuestiones) y problemas. Para la teoría se podrá disponer de un formulario (una hoja), y para los problemas de libros, apuntes, etc.

El examen y las actividades se puntuarán sobre 100. Para aprobar la asignatura se han de conseguir 40 puntos como mínimo en el examen y 50 en la nota final.

La única actividad recuperable es el examen, en la segunda convocatoria.

En cualquier caso, el sistema de evaluación se regirá por lo establecido en el Reglament de Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a títols de Grau i Màster (http://links.uv.es/7S40pjF).

## REFERENCIAS

### Básicas

- BERNA. A., CHÁFER, A. i ROSSELLÓ, C. Enginyeria dels Reactors Químics. Problemes i qüestions. Universitat de València. 2009. ebook en UV
- CUTLIP, M.B. i SHACHAM, M. Problem solving in Chemical Engineering with numerical methods Prentice Hall 1999.
- ESCARDINO, A. i BERNA. A. Introducció a l'Enginyeria dels Reactors Químics. Universitat de València, 2003. ebook en UV
- FOGLER, H. S. "Elements of Chemical Reaction Engineering", 3rd ed., Prentice Hall. New Jersey, 1999. Hi ha una edició en castellà: Elementos de Ingeniería de las Reaccciones Químicas Prenctice Hall, México 2001.
- LEVENSPIEL, O. "The Chemical Reactor Omnibook". Ed. Oregón State University. 1993. Traduït per Editorial Reverté. Barcelona. 1986.
- METCALFE, I. S. Chemical Reaction Engineering. A First Course. Oxford University Press. Oxford 1997.
- SANTAMARÍA, J.M.; HERGUIDO, J.; MENÉNDEZ, M.Á. i MONZÓN, A. Ingeniería de reactores, Síntesis, Madrid 1999.

### Complementarias

- ARIS, R. "Elementary Chemical Reactor Analysis". Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1969. Traduït per Editorial Alhambra. Madrid. 1973.
- BISIO, A. i KABEL, R.L. Scaleup of chemical processes. John Wiley & sons, New York 1985.
- CARBERRY, J.J. i VARMA, A. "Chemical Reaction and Reaction Engineering". Marcel Dekker, New York. 1986.
- CONESA, J. i FONT, R. Reactores heterogéneos Universitat dAlacant. 2001. ebook en UV
- DENBIGH, K.G. i TURNER, J.C.R. "Chemical Reactor Theory. An Introduction". 3ª Edició. Cambridge University Press. Cambridge, 1984. Traduït per Limusa-Noriega, México (1990).
- FROMENT, G.F. i BISCHOFF, K.B. "Chemical Reactor Analysis and Design", 2nd ed., John Wiley and Sons. New York. 1990.

- GONZÁLEZ VELASCO, J.R. i altres Cinética química aplicada, Síntesis, Madrid (1999)
- IZQUIERDO, J.F., CUNILL, F., TEJERO, J., IBORRA, M. i FITÉ, C. Cinética de las reacciones químicas. Edicions de la Universitat de Barcelona, sèrie Metodologia número 16, 2004.
- LEVENSPIEL, O. "Chemical Reaction Engineering". John Wiley & Sons, Inc. New York, 1962. 2ª Edició, 1972. Traduït per editorial Reverté, Barcelona, 1988. ebook en UV
- LEVENSPIEL, O. "The Chemical Reactor Minibook". Ed. Oregón State University. 1979.
- NAUMAN, E.B. "Chemical Reactor Design". John Wiley and Sons. New York. 1987.
- NAUMAN, E.B. "Chemical Reactor Design, Optimization, and Scaleup". McGraw-Hill. 2002.
- RASE, H.F. "Chemical Reactor Design for Process Plants". John Wiley and Sons. New York. 1977. Dos volums. Traduït per editorial Reverté, Barcelona (en prep.).
- SATTERFIELD, Ch.N. "Heterogeneous Catalysis in Practice". McGraw-Hill, New York. 1980.
- SZEKELY, J., EVANS, J. i SOHN, H.Y. "Gas-Solid Reactions". Academic Press. New York. 1976.
- WESTERTERP, K.R., "Chemical Reactor Design and Operation", John Wiley & Sons, New York. 1984.
- http://www.engin.umich.edu/~cre/index.htm

## ADENDA COVID-19

**Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno**

### Contenidos

Se mantienen los contenidos inicialmente recogidos en la Guía Docente.

### Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia

*Respecto al volumen de trabajo:*

Se mantienen las distintas actividades descritas en la Guía Docente con la dedicación prevista.

*Respecto a la planificación temporal de la docencia:*

El material para el seguimiento de las clases de teoría/prácticas de aula permite continuar con la planificación temporal docente tanto en días como en horario, tanto si la docencia es presencial en el aula como si no lo es.

**Metodología docente**

El desarrollo de la asignatura se articula como se ha establecido en el modelo docente de la titulación para el segundo cuatrimestre (https://www.uv.es/etsedoc/Web/Modelo%20Docente_GIQ_2C.pdf).

Si se produce un cierre de las instalaciones por razones sanitarias que afecte total o parcialmente a las clases de la asignatura, éstas serán sustituidas por sesiones no presenciales siguiendo los horarios establecidos.

**Evaluación**

Se mantiene el sistema de evaluación descrito en la Guía Docente de la asignatura en la que se han especificado las distintas actividades evaluables, así como su contribución a la calificación final de la asignatura.

Si se produce un cierre de las instalaciones por razones sanitarias que afecte al desarrollo de alguna actividad evaluable presencial de la asignatura ésta será sustituida por una prueba de naturaleza similar que se realizará en modalidad virtual utilizando las herramientas informáticas licenciadas por la Universitat de València. La contribución de cada actividad evaluable a la calificación final de la asignatura permanecerá invariable, según lo establecido en esta guía.

**Bibliografía**

Se mantiene la bibliografía recomendada en la Guía Docente pues es accesible.