

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

G1632 - Ingeniería del Reactor Químico Avanzada

Grado en Ingeniería Química  
Optativa. Curso 4

Curso Académico 2022-2023

### 1. DATOS IDENTIFICATIVOS

|                          |   |                  |                   |                      |                   |
|--------------------------|---|------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| Título/s                 | Grado en Ingeniería Química   |                  |                   | Tipología<br>v Curso | Optativa. Curso 4 |
| Centro                   | Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación       |                  |                   |                      |                   |
| Módulo / materia         | MATERIA OPCIÓN C: ORIENTACIÓN EN INGENIERÍA QUÍMICA AVANZADA<br>MÓDULO OPTATIVO |                  |                   |                      |                   |
| Código<br>y denominación | G1632 - Ingeniería del Reactor Químico Avanzada                                 |                  |                   |                      |                   |
| Créditos ECTS            | 6   | Cuatrimestre     | Cuatrimestral (1) |                      |                   |
| Web                      |   |                  |                   |                      |                   |
| Idioma<br>de impartición | Español   | English friendly | Sí                | Forma de impartición | Presencial        |

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Departamento            | DPTO. INGENIERIAS QUIMICA Y BIOMOLECULAR   |
| Profesor<br>responsable | EUGENIO DANIEL GORRI CIRELLA   |
| E-mail                  | daniel.gorri@unican.es   |
| Número despacho         | E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Planta: - 5. DESPACHO D. GORRI CIRELLA<br>(S5004) |
| Otros profesores        | ALFREDO ORTIZ SAINZ DE AJA   |

### 2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Se recomienda haber cursado la asignatura "Ingeniería del Reactor Químico" y tener conocimientos de cinética química y de transferencia de materia y energía así como de métodos matemáticos para resolución de sistemas algebraicos y diferenciales.

### 3. COMPETENCIAS GENÉRICAS Y ESPECÍFICAS DEL PLAN DE ESTUDIOS TRABAJADAS

|   |
|---|
| Competencias Genéricas  |
| 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 Química.  |
| Competencias Específicas  |
| 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. |
| Competencias Transversales  |
| Capacidad de análisis y síntesis.   |
| Resolución de problemas.  |
| Diseño y gestión de proyectos.  |

### 3.1 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- 1. Saber seleccionar el tipo de reactor químico más adecuado para un proceso concreto.
- 2. Desarrollar modelos de reactores homogéneos y heterogéneos basados en los balances de materia, energía y cantidad de movimiento, así como el tipo de flujo y contacto entre las fases.
- 3. Ser capaz de diseñar reactores químicos determinando la configuración y tamaño más adecuado y la sensibilidad de su funcionamiento a una variación de los parámetros de operación y por consiguiente su estabilidad, condiciones óptimas de funcionamiento y control.
- 4. Saber caracterizar el flujo real en el reactor y su consideración convenientemente en el diseño del mismo.

### 4. OBJETIVOS

La asignatura está orientada a la correcta elección del tipo de reactor químico para un proceso de reacción dado, el dimensionado de dicho reactor, la determinación de las condiciones óptimas de operación de éste y la previsión de su comportamiento ante perturbaciones en los valores de las variables de operación.

Desarrollar y resolver los balances de materia, energía térmica y cantidad de movimiento en reactores, con énfasis en aquellos de tipo heterogéneo.

### 5. MODALIDADES ORGANIZATIVAS Y MÉTODOS DOCENTES

| ACTIVIDADES                                   | HORAS DE LA ASIGNATURA |
|---|------------------------|
| <b>ACTIVIDADES PRESENCIALES</b>               |                        |
| <b>HORAS DE CLASE (A)</b>                     |                        |
| - Teoría (TE)                                 | 20                     |
| - Prácticas en Aula (PA)                      |                        |
| - Prácticas de Laboratorio Experimental (PLE) |                        |
| - Prácticas de Laboratorio en Ordenador (PLO) | 40                     |
| - Prácticas Clínicas (CL)                     |                        |
| Subtotal horas de clase                       | 60                     |
| <b>ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO (B)</b>         |                        |
| - Tutorías (TU)                               | 15                     |
| - Evaluación (EV)                             | 10                     |
| Subtotal actividades de seguimiento           | 25                     |
| <b>Total actividades presenciales (A+B)</b>   | <b>85</b>              |
| <b>ACTIVIDADES NO PRESENCIALES</b>            |                        |
| Trabajo en grupo (TG)                         | 15                     |
| Trabajo autónomo (TA)                         | 50                     |
| Tutorías No Presenciales (TU-NP)              |                        |
| Evaluación No Presencial (EV-NP)              |                        |
| <b>Total actividades no presenciales</b>      | <b>65</b>              |
| <b>HORAS TOTALES</b>                          | <b>150</b>             |

## 6. ORGANIZACIÓN DOCENTE

| CONTENIDOS            |  | TE           | PA          | PLE         | PLO          | CL          | TU           | EV           | TG           | TA           | TU-NP       | EV-NP       | Semana |
|-----------------------|--|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------|
| 1                     | BLOQUE TEMÁTICO 1: Revisión de conceptos de Cinética Química<br>a) Reacciones homogéneas.<br>b) Reacciones heterogéneas catalíticas. El rol del transporte de materia en la velocidad global del proceso.<br>c) Reacciones heterogéneas no-catalíticas.<br>d) Herramientas para el análisis de datos y estimación de parámetros cinéticos. | 4,00         | 0,00        | 0,00        | 6,00         | 0,00        | 3,00         | 2,00         | 3,00         | 9,00         | 0,00        | 0,00        | 1-3    |
| 2                     | BLOQUE TEMÁTICO 2: Estudio de las condiciones óptimas de operación de sistemas constituidos por unidades múltiples. Casos de estudio. Reactores en cascada con corrientes de recirculación.  | 3,00         | 0,00        | 0,00        | 6,00         | 0,00        | 2,00         | 2,00         | 2,00         | 8,00         | 0,00        | 0,00        | 4-5    |
| 3                     | BLOQUE TEMÁTICO 3: Análisis y diseño de reactores heterogéneos<br>a) Reactores de lecho fijo - Modelos pseudo-homogéneos y heterogéneos.<br>b) Reactores de lecho fluidizado - Modelos de diseño.<br>c) Reactores para reacciones G-L, L-L y G-L-S.<br>d) Casos de estudio representativos de la industria química y petroquímica          | 8,00         | 0,00        | 0,00        | 16,00        | 0,00        | 6,00         | 4,00         | 6,00         | 18,00        | 0,00        | 0,00        | 6-11   |
| 4                     | BLOQUE TEMÁTICO 4: Reactores para intensificación de procesos. Microrreactores. Reactores con membranas. Sistemas híbridos para separación y reacción: destilación reactiva.   | 5,00         | 0,00        | 0,00        | 12,00        | 0,00        | 4,00         | 2,00         | 4,00         | 15,00        | 0,00        | 0,00        | 12-15  |
| <b>TOTAL DE HORAS</b> |  | <b>20,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>40,00</b> | <b>0,00</b> | <b>15,00</b> | <b>10,00</b> | <b>15,00</b> | <b>50,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> |        |

Esta organización tiene carácter orientativo.

|       |  |
|-------|--|
| TE    | Horas de teoría                                |
| PA    | Horas de prácticas en aula                     |
| PLE   | Horas de prácticas de laboratorio experimental |
| PLO   | Horas de prácticas de laboratorio en ordenador |
| CL    | Horas de prácticas clínicas                    |
| TU    | Horas de tutoría                               |
| EV    | Horas de evaluación                            |
| TG    | Horas de trabajo en grupo                      |
| TA    | Horas de trabajo autónomo                      |
| TU-NP | Tutorías No Presenciales                       |
| EV-NP | Evaluación No Presencial                       |

## 7. MÉTODOS DE LA EVALUACIÓN

| Descripción   | Tipología   | Eval. Final | Recuper. | %             |
|---|---|-------------|----------|---------------|
| Prueba objetiva 1   | Examen escrito  | No          | Sí       | 20,00         |
| Calif. mínima   | 0,00  |             |          |               |
| Duración  |   |             |          |               |
| Fecha realización   | semana 8  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Prueba en la semana 15  |             |          |               |
| Observaciones   | Evaluación conceptual de los contenidos correspondientes a las semanas 1-7  |             |          |               |
| Portafolio  | Trabajo   | No          | Sí       | 30,00         |
| Calif. mínima   | 0,00  |             |          |               |
| Duración  |   |             |          |               |
| Fecha realización   | Durante el desarrollo de la asignatura  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Prueba en la semana 15  |             |          |               |
| Observaciones   | Será necesario realizar un portafolio que integre cada una de las actividades programadas a lo largo de la asignatura consistentes en trabajos tutelados y problemas. |             |          |               |
| Prueba objetiva 2   | Examen escrito  | No          | Sí       | 20,00         |
| Calif. mínima   | 0,00  |             |          |               |
| Duración  |   |             |          |               |
| Fecha realización   | semana 15   |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Prueba final en fecha establecida por la Escuela  |             |          |               |
| Observaciones   | Evaluación conceptual de los contenidos correspondientes a las semanas 8-14   |             |          |               |
| Portafolio 2  | Trabajo   | No          | Sí       | 30,00         |
| Calif. mínima   | 0,00  |             |          |               |
| Duración  | Actividades a realizar a lo largo del curso monográfico   |             |          |               |
| Fecha realización   | Durante el desarrollo de la asignatura  |             |          |               |
| Condiciones recuperación  | Prueba final en fecha establecida por la Escuela  |             |          |               |
| Observaciones   | Será necesario realizar un portafolio que integre cada una de las actividades programadas a lo largo de la asignatura consistentes en trabajos tutelados y problemas. |             |          |               |
| <b>TOTAL</b>  |   |             |          | <b>100,00</b> |
| <b>Observaciones</b>  |   |             |          |               |
| <p>La evaluación continua se basa en la realización de dos pruebas objetivas (semanas 8 y 15 del cuatrimestre, calificación mínima: 5) y la presentación de dos portafolios sobre las actividades y aplicaciones prácticas planteadas durante el periodo docente de la asignatura. Para poder acceder a la evaluación continua de la asignatura, el estudiante debe haber asistido al 80% de las clases presenciales.</p> <p>Los estudiantes que no superen la asignatura mediante la evaluación continua tendrán la opción de realizar el examen final de la asignatura en las fechas indicadas en la ETSIIyT (nota mínima 5,0).</p> <p>En el caso de una alerta sanitaria que haga imposible realizar la evaluación de forma presencial, se mantendrá la misma tipología y distribución de pruebas con soporte de medios telemáticos.</p> |   |             |          |               |
| <b>Criterios de evaluación para estudiantes a tiempo parcial</b>  |   |             |          |               |
| <p>En el caso de que el estudiante a tiempo parcial no pueda participar regularmente en las actividades docentes, podría someterse a un único proceso de evaluación consistente en el entrega de los portafolios en el periodo ordinario de exámenes (60% de la calificación final) y la realización de la prueba final en la fecha establecida por el Centro (40% restante).</p>   |   |             |          |               |

## 8. BIBLIOGRAFÍA Y MATERIALES DIDÁCTICOS

| BÁSICA   |  |
|--|--|
| O. Levenspiel, Ingeniería de las reacciones químicas, 3º ed., Limusa Wiley, 2004.  |  |
| G. Froment, K. Bischoff, J. De Wilde, Chemical reactor analysis and design, 3º ed., John Wiley, 2011.  |  |
| S. Fogler, Elementos de ingeniería de las reacciones químicas, 4ª ed., Pearson Educación, México, 2008.  |  |
| C. Hill, T. Root, An introduction to chemical engineering kinetics & reactor design, 2º ed., John Wiley, 2014.   |  |
| D. Murzin, Engineering catalysis, Editorial De Gruyter, Berlin, 2nd edition, 2020.   |  |
| Complementaria   |  |
| L. K. Doraiswamy, M. M. Sharma, Heterogeneous Reactions. Analysis, examples and reactor design, John Wiley & Sons, 1984.                                   |  |
| O. Levenspiel, El omnilibro de los reactores químicos, Editorial Reverté, 1985.  |  |
| J. Santamaría, J. Herguido, M. Menéndez, A. Monzón, Ingeniería de reactores, Editorial Síntesis, 1999.   |  |
| C. Bartholomew, R. Farrauto, Fundamentals of industrial catalytic processes, 2º ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2006.                           |  |
| J. J. Carberry, A. Varma, Chemical reaction and reactor engineering, Marcel Dekker, 1987.  |  |
| H. Rase, Chemical reactor design for process plants, vols 1 & 2, Wiley, New York, 1977.  |  |
| J. Conesa, Chemical reactor design- Mathematical modeling and applications, Wiley-VCH, 2019.   |  |
| I. Farina, O. Ferreti, G. Barreto, Introducción al diseño de reactores químicos, EUDEBA, Buenos Aires, 1986.   |  |
| R.E. Cunningham, J.L. Lombardi, Fundamentos del diseño de reactores, 2ºed., EUDEBA, Buenos Aires, 1978.  |  |
| K. Denbigh, J.C.R. Turner, Chemical reactor theory: an introduction, 3º ed., Cambridge University Press, Cambridge, 1984.                                  |  |
| M. A. Fahim, T. A. Alsahhaf, A. Elkilani, Fundamentals of Petroleum Refining, Elsevier, Amsterdam, 2010.   |  |
| J. Sanchez Marcano and Th. Tsotsis, Catalytic membranes and membrane reactors. Wiley-VCH, Weinheim, 2002.  |  |
| W. Luyben, C.C. Yu, Reactive distillation design and control. John Wiley & Sons, Hoboken, 2008.  |  |
| V. Hessel, D. Kralisch, N. Kockmann, Novel Process Windows: Innovative gates to intensified and sustainable chemical processes, Wiley-VCH, Weinheim, 2015. |  |
| A. Jess, P. Wasserscheid, Chemical Technology- From principles to products, 2nd edition, Wiley-VCH, Weinheim, 2020.  |  |
| D. Murzin, Chemical Reaction Technology, Editorial De Gruyter, Berlin, 2nd edition, 2022.  |  |
| D. Reay, C. Ramshaw and A. Harvey, Process Intensification, 2nd edition. Elsevier, Amsterdam, 2013.  |  |

## 9. SOFTWARE

| PROGRAMA / APLICACIÓN | CENTRO  | PLANTA | SALA | HORARIO |
|-----------------------|---------|--------|------|---------|
| ASPEN                 | ETSIIT  |        |      |         |
| POLYMATH              | ETSIIST |        |      |         |

## 10. COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS

- Comprensión escrita                       Comprensión oral  
 Expresión escrita                               Expresión oral  
 Asignatura íntegramente desarrollada en inglés

**Observaciones**