

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Catálisis y reactores heterogéneos

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Primer semestre

Datos Descriptivos

Nombre de la Asignatura	Catálisis y reactores heterogéneos
Titulación	05BC - Master Universitario en Ingeniería Química
Centro responsable de la titulación	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
Semestre/s de impartición	Primer semestre
Módulos	BI1 ingeniería de procesos y productos
Materias	Catálisis y reactores heterogéneos
Carácter	Obligatoria
Código UPM	53001360
Nombre en inglés	Catalysis and heterogeneous reactors

Datos Generales

Créditos	4.5	Curso	1
Curso Académico	2016-17	Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano	Otros idiomas de impartición	

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Química no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Química no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Reactores químicos

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Reactores Químicos

Ecuaciones Diferenciales

Termodinámica

Fenómenos de Transporte

Procesos Químicos

Química Física

Balance de masa y energía

Competencias

CE1 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.

CE2 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

CG1 - Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG4 - Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología

CG5 - Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados

Resultados de Aprendizaje

RA16 - Conocimiento de los principios de Catálisis y resolver problemas relativos contemporáneos de industria

RA15 - Conocimiento de diseñar y realizar experimentos en el campo de Ingeniería Química y analizar los datos correspondientes

RA13 - Capacidad de trabajo con literatura científica en inglés

Profesorado

Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Karagiannis, Nikolaos (Coordinador/a)	Materiales	n.karagiannis@upm.es	M - 11:00 - 13:00
Foteinopoulou, Aikaterini	Materiales	k.foteinopoulou@upm.es	L - 09:30 - 10:30

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Descripción de la Asignatura

Temario

1. Basic Concepts
 - 1.1. Basic definitions
 - 1.2. Catalytic process and catalysts
 - 1.3. Stoichiometry and conversion
 - 1.4. Thermodynamics of chemical reactions
2. General Characteristics of Solid Catalysts
 - 2.1. Classification of catalysts
 - 2.2. Carriers and supports
 - 2.3. Synthesis of catalysts
 - 2.4. Characterization of catalysts
 - 2.5. Hypotheses and theories of heterogeneous catalysis
3. Kinetics of Catalytic Reactions
 - 3.1. Intrinsic and global rate
 - 3.2. Development of kinetic mechanisms
 - 3.3. Analysis and interpretation of kinetic data
 - 3.4. Thermodynamic criteria
4. Mechanistic Kinetics in Catalysts: Applications
 - 4.1. Dehydrogenation of methylcyclohexane to toluene in Pt/Al₂O₃ catalyst
 - 4.2. Natural gas reforming in Ni/La₂O₃ catalyst
 - 4.3. Partial oxidation of methane to synthesis gas in Ru/TiO₂ catalyst
5. External Mass and Heat Transfer
 - 5.1. Mass transfer in isolated catalyst particle
 - 5.2. Mass and heat transfer in fixed-bed reactors
 - 5.3. Mass and heat transfer in fluidized bed reactors
 - 5.4. Mass and heat transfer in slurry reactors
 - 5.5. Effect of external mass transfer on selectivity

6. Internal Mass and Heat Transfer

- 6.1. Mass and heat diffusion in porous media
- 6.2. Diffusion and reaction in porous catalysts-isothermal conditions
- 6.3. Diffusion and reaction in porous catalysts - non-isothermal conditions
- 6.4. Effectiveness factor
- 6.5. Effect of internal mass diffusion on catalyst selectivity

7. Catalyst Deactivation

- 7.1. Mechanisms of catalyst deactivation
- 7.2. Methods to regenerate deactivated catalysts
- 7.3. Kinetics of poisoning
- 7.4. Internal diffusion and poisoning

8. Catalytic Reactors

- 8.1. Fixed-bed reactors and modes of function
- 8.2. Fixed-bed reactor models
- 8.3. Generalized mass, energy and momentum balances
- 8.4. Pseudo-homogenous models
- 8.5. Heterogeneous models

9. Design and Modeling of Fixed-Bed Reactors

- 9.1. Catalytic oxidation of naphthalene to phthalic anhydride in fixed-bed reactor
- 9.2. Design of adiabatic fixed-bed reactors for the water-gas shift reactions

Cronograma

Horas totales: 54 horas

Horas presenciales: 54 horas (46.2%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<p>Chapter 1: Basic Concepts Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 2	<p>Chapter 1: Basic Concepts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 1: Basic Concepts, Exercises Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 3	<p>Chapter 2: General Characteristics of Solid Catalysts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 2: General Characteristics of Solid Catalysts Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 4	<p>Chapter 3: Kinetics of Catalytic Reactions Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 5	<p>Chapter 3: Kinetics of Catalytic Reactions Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 3: Kinetics of Catalytic Reactions, Exercises Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso Duración: 01:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial</p>
Semana 6	<p>Chapter 4: Mechanistic Kinetics in Catalysts: Applications Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 4: Mechanistic Kinetics in Catalysts: Applications Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

Semana 7	<p>Chapter 5: External Mass and Heat Transfer</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Evaluación a través de un examen escrito después de terminal el Tema (capítulo) 4 de la asignatura</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 8	<p>Chapter 5: External Mass and Heat Transfer</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 5: External Mass and Heat Transfer</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 9	<p>Chapter 6: Internal Mass and Heat Transfer</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 10	<p>Chapter 6: Internal Mass and Heat Transfer</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 6: Internal Mass and Heat Transfer, Exercises</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 11	<p>Chapter 7: Catalyst Deactivation</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 7: Catalyst Deactivation</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
Semana 12	<p>Chapter 8: Catalytic Reactors</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
Semana 13	<p>Chapter 8: Catalytic Reactors</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 8: Catalytic Reactors, Exercises</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 14	<p>Chapter 9: Design and Modeling of Fixed-Bed Reactors</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

Semana 15	<p>Chapter 9: Design and Modeling of Fixed-Bed Reactors</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Chapter 9: Design and Modeling of Fixed-Bed Reactors, Exercises</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativos con el curso</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 16				
Semana 17				<p>Examen final</p> <p>Duración: 03:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
5	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
7	Evaluación a través de un examen escrito después de terminal el Tema (capítulo) 4 de la asignatura	02:00	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	30%		
8	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
10	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
13	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
15	Trabajo en clase y en casa para resolver problemas relativas con el curso	01:00	Evaluación continua	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Sí			CG1, CG4, CG5, CE1, CE2
17	Examen final	03:00	Evaluación continua y sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	70%		CG1, CG4, CG5, CE1, CE2

Criterios de Evaluación

En la evaluación continua:

- Los problemas de resolver en casa o en clase están seleccionados cuidadosamente a fin de facilitar la adquisición de los conocimientos y competencias; al mismo tiempo, los problemas deberán suponer un desafío suficiente que permita evaluar adecuadamente las capacidades y el pensamiento crítico de los estudiantes.
- Los problemas están cuidadosamente elegidos y están conectados con problemas 'reales' de industria o de temas de investigación científica.

En las pruebas de examen escrito (final y de medio semestre)

- Se evalúa la capacidad de estudiante de explicar con claridad el método de solución que haya elegido para resolver los problemas
- Todos los problemas están basados en el conocimiento adquirido durante el curso a través de lecciones y/o la solución de problemas de evaluación continua
- Se evalúa el pensamiento crítico de estudiantes a elegir el método de solución adecuado.

Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Prentice Hall (2006); ISBN: 0130473944 (4th edition)	Bibliografía	General Concepts of Chemical Engineering
J. M. Smith, Chemical Engineering Kinetics, McGraw-Hill Inc. (1981); ISBN: 0070587108 (3rd edition)	Bibliografía	General Concepts of Chemical Engineering
J. M. Thomas and W. J. Thomas, Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis, Wiley-VCH (2015); ISBN: 352731458X (2nd edition)	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis
J. R. H. Ross, Heterogeneous Catalysis: Fundamentals and Applications, Elsevier (2012); ISBN: 044453363X.	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis
I. Chorkendorff and J. W. Niemantsverdriet, Concepts of Modern Catalysis and Kinetics, Wiley-VCH (2003); ISBN: 3527305742	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis
scientific articles	Bibliografía	scientific articles for teaching in more detail specific subjects and address modern engineering problems related to catalysis
J. B. Butt, Reaction Kinetics and Reactor Design, Prentice Hall (1980), ISBN: 0137533357	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis and Reactors
G. F. Froment and K. B. Bischoff, Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley (1990), ISBN: 0471510440	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis
X. E. Verykios, Heterogeneous Catalytic Reactions and Reactors, Kostarakis Press (2004), ISBN: 9608765536	Bibliografía	Heterogeneous Catalysis

Otra Información

Idioma principal del curso: Inglés / main language of the course: English