

PLAN DOCENTE DE ASIGNATURA

CÓDIGO NOMBRE

Asignatura	205037	CATALIZADORES EN LA INDUSTRIA QUIMICA
Titulación	0205	INGENIERÍA QUÍMICA
Departamento	C128	CIENCIA DE LOS MATERIALES E INGENIERIA METALURGICA Y QUIMICA INORGANICA
Curso	-	
Duración (A: Anual, 1Q/2Q)	2Q	
Créditos ECTS	4,7	

Créditos
Teóricos 3

Créditos
Prácticos 3

Tipo Optativa

Profesores	José M. Pintado Caña
Objetivos	·Presentar a los alumnos un conjunto de principios teóricos y hechos experimentales que les permitan obtener una visión global y comprensiva de los aspectos fundamentales de la asignatura. ·Dar a conocer los principios básicos de la termodinámica y estructura de las superficies sólidas. Familiarizar al alumno con la descripción y manejo de las estructuras superficiales. ·Dar a conocer los fundamentos teóricos y las técnicas experimentales utilizadas en los estudios de adsorción. Capacitar a los alumnos para obtener información química y textural de las superficies sólidas a partir de los experimentos de adsorción. ·Introducir los conceptos fundamentales que permitan al alumno conocer y comprender la naturaleza de los fenómenos de catálisis heterogénea, los parámetros utilizados en su medida, las distintas etapas físico-químicas

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	1/8



GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==

	implicadas, y los modelos teóricos aplicados en su descripción. Conocer la influencia de las distintas etapas en los procesos catalíticos industriales. ·Dar a conocer los componentes fundamentales de los catalizadores, la función de cada uno de ellos, y los métodos utilizados en su preparación. ·Justificar la relevancia económica y tecnológica de los fenómenos catalíticos heterogéneos. Dar a conocer a los alumnos los principales procesos catalíticos industriales. ·Conocer los parámetros básicos que determinan la elección de un catalizador determinado para un proceso industrial. ·Ilustrar mediante la discusión de ejemplos concretos la utilidad y limitaciones de la amplia diversidad de técnicas empleadas actualmente en la caracterización de materiales catalíticos. ·Promover en los alumnos sus capacidades analíticas y de síntesis. Fomentar su participación en discusiones sobre diversos temas que se susciten en el desarrollo de la asignatura. Además de su interés científico intrínseco, estas discusiones tienen como objetivo mejorar la expresión oral de los alumnos. ·Estimular el uso por los alumnos, de forma individual o en grupo, de programas informáticos y técnicas audiovisuales, que son habitualmente utilizados en la presentación y discusión de trabajos científicos, bien sea de forma oral o escrita.
Programa	1.- Catálisis: Ciencia e Ingeniería. Tendencias actuales en catálisis. Conceptos básicos y definiciones. Catalizador, actividad catalítica, fase activa, soporte, promotor, selectividad, centro activo, número de turn-over, envenenamiento. Etapas de un proceso catalítico heterogéneo. 2.-Tipos de catalizadores. Clasificación y selección de catalizadores. Requisitos generales exigibles a los catalizadores industriales. 3.- Adsorción en procesos catalíticos. Métodos experimentales para estudios de adsorción. Adsorción física y adsorción química. Revisión de los modelos para el estudio de la adsorción química. 4.- Quimisorción en metales. Quimisorción en óxidos. Significación en procesos catalíticos. 5.- Superficie específica y porosidad de

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==	PÁGINA 2/8
 GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==			

	sólidos. Técnicas de fisisorción aplicadas a la caracterización textural. Porosimetría de mercurio. Distribuciones de tamaños de poros. 6.- Reactores catalíticos. Plantas industriales. Reactores de laboratorio. Características esenciales. 7.- Cinética de procesos catalíticos. Modelos cinéticos: usos y limitaciones. Acondicionamiento y Desactivación de catalizadores. 8.- Soportes catalíticos convencionales: Alúmina, Sílice, Carbones Activos, Dióxido de Titanio. Promotores texturales y estructurales. 9.- Preparación de Catalizadores. Método de precipitación. Método de impregnación. Otros métodos especiales. 10.- Catalizadores metálicos soportados. Dispersión metálica. Sinterización y Redispersión. Reacciones sensibles e insensibles a la estructura de la fase activa. Efectos de interacción metal-soporte. 11.- Las zeolitas como catalizadores. Propiedades ácido-base y correlaciones con la actividad catalítica. Otros catalizadores ácido-base. 12.- Procesos catalíticos en el tratamiento del petróleo. Craqueo, Reformado, Isomerización, hidrodesulfuración. Aprovechamiento de fracciones pesadas. 13.- Procesos redox en catálisis heterogénea. Oxidaciones selectivas. Oxidaciones totales. Fabricación de ácido sulfúrico. 14.- Gas de síntesis y procesos relacionados. Síntesis de Fischer-Tropsch. Obtención de Metanol. Síntesis del amoníaco. 15.- Procesos catalíticos heterogéneos relacionados con la protección del medio ambiente. Procesos de tratamiento de gases de chimeneas. Emisiones de vehículos automóviles. Eliminación de contaminantes en efluentes líquidos. 16.- Procesos catalíticos en fase homogénea. Catalizadores industriales en uso. Heterogeneización de catalizadores homogéneos.
Actividades	Las actividades se desarrollarán, en general, siguiendo un esquema de organización de tipo PEP, es decir, con participación de grupos reducidos de alumnos, cuyo tamaño dependerá de la actividad concreta que se realice. Entre las actividades previstas cabe mencionar las siguientes:

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==	PÁGINA 3/8
 GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==			

a) Discusión de algún artículo científico en el que se aborden temas estrechamente relacionados con el programa de la asignatura. Los alumnos tendrán acceso a través de internet a una copia de la(s) publicación(es) seleccionada(s). La presentación y discusión de la(s) misma(s) se realizará por parte de los propios alumnos.

b) Asistencia a conferencias que se celebren en la Facultad sobre temas afines a la asignatura. Los alumnos deberán entregar un breve informe en el que se resuman los aspectos más destacados de la conferencia.

c) Sesiones de seminario dedicados a la resolución y discusión de ejercicios que contribuyan a una mejor comprensión del temario. Los alumnos, a través de internet, podrán acceder a los ejercicios objeto de seminario con la debida antelación. La presentación, resolución, y discusión de estos ejercicios se llevará a cabo por parte de los alumnos.

d) Con ayuda de las aulas de informática, algunas de las sesiones prácticas tendrán como objetivo promover entre los alumnos la realización de ejercicios de auto-evaluación. Se utilizará el programa WEB-CT. Esta facilidad estará permanentemente a disposición de los alumnos, a través de internet. El cuestionario al que tendrían acceso se ampliará progresivamente, adaptándose al desarrollo de la asignatura.

e) Con ayuda de las aulas de informática, algunas de las sesiones prácticas se dedicarán al uso del programa UCADSOR, desarrollado por los profesores del Departamento. Este programa permite simular experimentos de fisi- y quimisorción, como resultado de los cuales se obtienen las correspondientes isotermas. Las sesiones de registro de las isotermas se completan con otras dedicadas a su análisis e interpretación (Adsorción física: Determinación de los Parámetros Característicos de la Fisisorción, de la Superficie BET, de las Curvas de Distribución de Tamaño de Poros, etc. Quimisorción: Determinación de dispersiones metálicas a partir de datos de adsorción de H₂).

f) La aplicación del programa UCADSOR se completará con el paso de los alumnos por el laboratorio. El objetivo de la visita es: conocer un dispositivo real para estudios de adsorción, identificar sus componentes fundamentales, y reproducir la secuencia de manipulaciones que conduciría al registro de una

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	4/8



GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==

	isoterma experimental. g) Visita, si es posible, a una empresa en la que se desarrollen procesos catalíticos a escala industrial. Aunque podrían visitarse otras, en nuestro entorno geográfico son especialmente importantes las empresas de refino y transformación del petróleo. Concluida la visita, los alumnos elaborarán un breve informe en el que se resuman los aspectos más destacados de la misma.
Metodología	·Clases expositivas, en las que el profesor presentará de forma ordenada los conceptos teóricos y hechos experimentales que permitan al alumno obtener una visión global y comprensiva de la asignatura, y de la utilización industrial de los catalizadores heterogéneos. ·Seminarios dedicados a la resolución, por parte de los alumnos, de ejercicios numéricos y cuestiones anunciados con suficiente antelación. Los ejercicios elegidos formarán parte de una colección de ellos a la que tendrán acceso los alumnos, a través de internet. ·Seminarios dedicados a la presentación por los alumnos, y posterior discusión, de artículos científicos, escritos en inglés o español. Estos artículos, seleccionados por el profesor, estarán disponibles en la página web de la asignatura. ·Realización por los alumnos de experimentos simulados de adsorción volumétrica, mediante el empleo del programa UCADSOR, desarrollado en nuestro Departamento. Esta actividad se realizará en las aulas de informática de la Facultad, en sesiones tutorizadas por el profesor de la asignatura. ·Elaboración por los alumnos de informes científicos escritos en los que se resuman actividades desarrolladas a lo largo del curso. Entre ellas, podrían estar: a) asistencia a conferencias impartidas en la Facultad sobre temas directamente relacionados con la asignatura. B) los experimentos simulados de fisisorción y quimisorción mencionados en el punto anterior ·Ejercicios de autoevaluación a través de internet, mediante el empleo del programa web-CT
Criterios y sistemas de evaluación	La evaluación atenderá a los siguientes criterios: 1) Examen Final de la Asignatura:

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==	PÁGINA 5/8
 GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==			

Consistirá en un único examen que podrá incluir: a) Cuestiones cortas consistentes en la formulación de definiciones breves y precisas de conceptos que se juzguen relevantes. b) Resolución de un cuestionario (10 cuestiones), tipo WEB-CT, similar a los que se generan en los ejercicios de auto-evaluación que los alumnos tendrán a su disposición a través de internet. c) Resolución de un ejercicio de características similares a los que se discutirán en las clases prácticas. d) Desarrollo de un tema, en cuya exposición, además de los contenidos concretos, se valorará la capacidad para integrar bajo una perspectiva común distintos aspectos del temario. Este examen será obligatorio para todos los alumnos matriculados. Sobre un máximo de 10 puntos, se considerarán aprobados aquellos exámenes que alcancen un mínimo de 5,0.

Si el número de alumnos de la asignatura fuera el adecuado, este examen podría ser sustituido por un seguimiento personalizado de las actividades de cada alumno a lo largo del curso, estando esta forma de evaluación condicionada a la asistencia habitual a clase del alumno y a la realización de las actividades y ejercicios evaluables que se les irían proponiendo a lo largo del curso.

2) Los alumnos que lo deseen podrán realizar dos ejercicios de auto-evaluación, tipo WEB-CT, consistente en 10 cuestiones con 4 opciones de respuesta, de las que solo una es correcta. La calificación máxima que podrá obtenerse en cada uno de los dos ejercicios será de 0,75 puntos (0,15 puntos por cada respuesta correcta que exceda de 5). La puntuación obtenida en los ejercicios de auto-evaluación ($2 \times 0,75 = 1,5$, como máximo), podrá sumarse a la calificación del examen final, si ésta última es mayor o igual a 3,5. Si cumplidos los requisitos citados, la suma de las calificaciones correspondientes al examen final y a los dos ejercicios de auto-evaluación fuera igual o superior a 5,0, el alumno resultará aprobado.

3) La participación activa del alumno en la presentación y discusión de artículos, ejercicios, o cualquier otra actividad programada durante el curso, también será tomada en cuenta. En la evaluación final, los profesores decidirán la calificación definitiva, corrigiendo eventualmente al alza la

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	6/8



GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==

	nota a la que se hace referencia en el apartado 2. Si la participación regular del alumno en las actividades llevadas a cabo durante el curso, y la evaluación de las mismas, así lo aconsejan, alumnos calificados con más de 4,0 puntos en el apartado 2, es decir, que además del examen final hubieran realizado los dos ejercicios de auto-evaluación, podrían resultar aprobados. Igualmente, en la evaluación final podría elevarse la calificación de aprobado a notable, o de notable a sobresaliente, atendiendo al número y calidad de las actividades, contempladas en este apartado 3, en las que un determinado alumno pudiera haber participado.
Recursos bibliográficos	BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL • SURFACES. G. Attard, C. Barnes. Oxford University Press (1998) • INTRODUCTION TO SURFACE CHEMISTRY AND CATALYSIS. G.A. Somorjai. John Wiley & Sons (1994) • ADSORPTION BY POWDERS AND POROUS SOLIDS. J. Rouquerol, F. Rouquerol, K. Sing. Academic Press. (1999) • FUNDAMENTALS OF INDUSTRIAL CATALYTIC PROCESSES. R.J. Farrauto, C.H. Bartholomew. Chapman & May (1997) • HETEROGENEOUS CATALYSIS. Principles and Applications. G.C. Bond. Oxford University Press (1987) • HETEROGENOUS CATALYSIS IN INDUSTRIAL PRACTICE. C.N. Satterfield. McGraw-Hill (1991) • CATALYSIS. An Integrated Approach to Homogeneous, Heterogeneous and Industrial Catalysis. Editores: J.A. Moulijn, P.W.N.M. van Leuwen, R.A. van Santen. Elsevier (1993) • CATALYTIC AIR POLLUTION CONTROL: Commercial Technology (2ª ed). R.M. Heck, R.J. Farrauto. Wiley (2002) • CONCEPTS OF MODERN CATALYSIS AND KINETICS. I. Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet, Wiley-VCH (2003) BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA • THE BASIS AND APPLICATIONS OF HETEROGENEOUS CATALYSIS. M. Bowker. Oxford University Press (1998) • PRINCIPLES OF CATALYSIS. G.C. Bond. The Chemical Society (1972) • HETEROGENEOUS CATALYSIS FOR THE SYNTHETIC CHEMIST. R.L. Augustine. Marcel Dekker, Inc. (1996) • MATERIAL CONCEPTS IN SURFACE REACTIVITY

Código Seguro de verificación:GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	PÁGINA	7/8
 GGPvcsfX5r83MHg+r7D0AQ==			

AND CATALYSIS. H. Wise, J. Oudar.
Academic Press Inc. (1990)

- GREEN CHEMISTRY: DESIGNING CHEMISTRY FOR THE ENVIRONMENT. Editors: Paul T. Anastas, Tracy C. Williamson. American Chemical Society, Washington (1996). (ACS symposium series / American Chemical Society ; 626) ISBN: 0841233993
- AUTOMOBILES AND POLLUTION. P. Degobert. Society of Automotive Engineers, Inc. (1995)
- HANDBOOK OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND POLLUTION CONTROL. M.B. Hocking. Academic Press Inc. (1998)
- LES TECHNIQUES PHYSIQUES D'ÉTUDE DES CATALYSEURS. B. Imelik, J.C. Védrine. Editions Technip (1988)
- <http://www.aue.auc.dk/~stoltze/catal/book/>
- AN INTRODUCTION TO SURFACE ANALYSIS BY XPS AND AES. J.F. Watts, J. Wolstenholme. John Wiley & Sons (2003)
- SURFACE ANALYSIS. The Principal Techniques. Editor: J.C. Vickerman. John Wiley & Sons (1997)

Nota: Además de las obras mencionadas, durante el desarrollo del curso podrá hacerse referencia a otros textos, monografías, artículos, o páginas web, cuya lectura/visita se considere recomendable.

Código Seguro de verificación:GGPvcSFx5r83MHg+r7D0AQ==. Permite la verificación de la integridad de una copia de este documento electrónico en la dirección: <https://verificarfirma.uca.es>
Este documento incorpora firma electrónica reconocida de acuerdo a la Ley 59/2003, de 19 de diciembre, de firma electrónica.

FIRMADO POR	MARIA DEL CARMEN JAREÑO CEPILLO	FECHA	23/06/2017
ID. FIRMA	angus.uca.es	GGPvcSFx5r83MHg+r7D0AQ==	PÁGINA 8/8



GGPvcSFx5r83MHg+r7D0AQ==