FACULTAD: Ciencias Básicas

PROGRAMA: Química

DEPARTAMENTO DE: Química

CURSO:	Catálisis Heterogénea	**CÓDIGO:**	156281
ÁREA:	Formación profesional — Banco de Electivas Profesionales		
REQUISITOS:	Fisicoquímica (cinética química) y Química Inorgánica [propuesto — confirmar con el plan de estudios]	**CORREQUISITO:**	Ninguno
CRÉDITOS:	2 (96 h semestrales: 48 h de contacto directo y 48 h de trabajo independiente)	**TIPO DE CURSO:**	Teórico-práctico
FECHA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN	Octubre de 2026		

JUSTIFICACIÓN

Más del 80 % de los procesos químicos industriales emplean al menos una etapa catalítica, y la mayoría de ellas son heterogéneas: refinación del petróleo, síntesis de amoníaco y metanol, control de emisiones vehiculares, química fina y, cada vez más, producción de combustibles y productos químicos a partir de biomasa y CO_2. El químico profesional requiere comprender cómo una superficie sólida modifica la velocidad y la selectividad de una reacción, cómo se prepara y caracteriza un catalizador y cómo se interpretan sus datos cinéticos.

La asignatura integra la fisicoquímica de superficies, la cinética química y la química del estado sólido en un marco aplicado, y aporta al perfil del egresado las bases para participar en investigación en materiales catalíticos, en la industria de procesos y en proyectos de química sostenible y energías alternativas.

OBJETIVO GENERAL

Comprender los fundamentos fisicoquímicos de la catálisis heterogénea —adsorción, cinética de reacciones superficiales, preparación y caracterización de catalizadores y desactivación— y aplicarlos al análisis de procesos catalíticos de interés industrial y ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir los fenómenos de adsorción física y química y modelarlos mediante isotermas (Langmuir, Freundlich, BET).
2. Formular y analizar mecanismos y leyes de velocidad de reacciones superficiales (Langmuir–Hinshelwood, Eley–Rideal, Mars–van Krevelen).
3. Reconocer los métodos de preparación de catalizadores soportados y másicos y las técnicas de caracterización de sus propiedades texturales, estructurales y superficiales.
4. Evaluar los efectos de transferencia de masa, la desactivación y la regeneración de catalizadores en la cinética observada.
5. Analizar procesos catalíticos industriales y ambientales desde los principios de la química verde.

COMPETENCIAS

- Interpreta fenómenos de superficie con base en modelos termodinámicos y cinéticos.
- Diseña y analiza experimentos de actividad catalítica y ajusta modelos cinéticos a datos experimentales con herramientas computacionales.
- Selecciona técnicas de caracterización pertinentes y relaciona estructura del catalizador con actividad y selectividad.
- Comunica resultados científicos en forma oral y escrita, en español y con lectura crítica de literatura en inglés.
- Valora el papel de la catálisis en la sostenibilidad de los procesos químicos.

UNIDAD 1. Fundamentos de catálisis y fenómenos de superficie

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Subtotal unidad	**0**	**0**

UNIDAD 2. Cinética de reacciones catalíticas heterogéneas

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Subtotal unidad	**0**	**0**

UNIDAD 3. Preparación y caracterización de catalizadores

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Subtotal unidad	**0**	**0**

UNIDAD 4. Fenómenos de transporte, desactivación y aplicaciones

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Subtotal unidad	**0**	**0**

TOTAL DEL CURSO	**48**	**48**

METODOLOGÍA (Debe evidenciarse el empleo de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje)

El curso se desarrolla con clases magistrales participativas, aprendizaje basado en problemas (ABP) y trabajo práctico (laboratorio, simulación o cómputo, según el tema). El trabajo independiente se orienta con guías por unidad y se acompaña en horario de asesoría y a través del aula virtual institucional.

Uso de nuevas tecnologías de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje:

- Aula virtual institucional (plataforma de la Universidad de Pamplona) para publicación de guías, entrega de productos, foros de discusión y cuestionarios automatizados.
- Bases de datos bibliográficas suscritas por la Universidad y repositorios de acceso abierto para la búsqueda y lectura de artículos científicos en inglés.
- Hoja de cálculo y Python (Jupyter) para el ajuste de isotermas y modelos cinéticos.
- Bases de datos en línea: IZA Structure Database, NIST Chemistry WebBook.
- Herramientas colaborativas en línea para la elaboración de informes y presentaciones, y videoconferencia para asesorías del trabajo independiente.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación es continua, formativa y sumativa. Se combina la valoración del trabajo en el aula (contacto directo) con la del trabajo independiente, el cual se evalúa mediante los productos indicados en cada unidad (informes, talleres, cuestionarios de lectura en inglés y proyecto).

Componente	Peso
Primer corte (Unidades 1–2): examen escrito, talleres y control de lectura en inglés	35 %
Segundo corte (Unidades 3–4): examen escrito, informes de práctica y control de lectura en inglés	35 %
Examen final: proyecto integrador con informe escrito y sustentación oral	30 %

Distribución propuesta según la estructura habitual de cortes (35 % – 35 % – 30 %); ajustar a lo dispuesto en el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado vigente.

BIBLIOGRAFÍA DISPONIBLE EN UNIDAD DE RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

[1] Chorkendorff, I. y Niemantsverdriet, J. W. (2017). *Concepts of Modern Catalysis and Kinetics* (3.ª ed.). Wiley-VCH.

[2] Fogler, H. S. (2022). *Elements of Chemical Reaction Engineering* (6.ª ed.). Pearson.

[3] Thomas, J. M. y Thomas, W. J. (2015). *Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis* (2.ª ed.). Wiley-VCH.

Existencia y ejemplares por confirmar en el catálogo institucional (https://aplicaciones.unipamplona.edu.co/prestamo/) y en las bases de datos suscritas (https://login.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/login).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

[4] Bartholomew, C. H. y Farrauto, R. J. (2006). *Fundamentals of Industrial Catalytic Processes* (2.ª ed.). Wiley.

[5] Ertl, G., Knözinger, H., Schüth, F. y Weitkamp, J. (Eds.). (2008). *Handbook of Heterogeneous Catalysis* (2.ª ed.). Wiley-VCH.

[6] Somorjai, G. A. y Li, Y. (2010). *Introduction to Surface Chemistry and Catalysis* (2.ª ed.). Wiley.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE APOYO AL CURSO

- IZA Structure Commission — Database of Zeolite Structures: https://www.iza-structure.org/databases
- NIST Chemistry WebBook: https://webbook.nist.gov
- IUPAC Compendium of Chemical Terminology (Gold Book): https://goldbook.iupac.org
- LibreTexts Chemistry: https://chem.libretexts.org

NOTA: EN CADA UNA DE LAS UNIDADES EL DOCENTE DEBERA PROPONER MÍNIMO UNA LECTURA EN LENGUA INGLESA Y SU MECANISMO DE CONTROL

UNIDAD No.	1
NOMBRE DE LA UNIDAD	Fundamentos de catálisis y fenómenos de superficie
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Explica el papel del catalizador en la energética de una reacción y modela la adsorción de gases sobre sólidos.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGÍAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
1.1 Conceptos básicos: catálisis homogénea, heterogénea y enzimática; actividad, selectividad, estabilidad; ciclo catalítico	Exposición dialogada con casos industriales; presentación del curso y de la guía de la unidad.	3	Lectura previa; elaboración de un mapa conceptual de los tipos de catálisis.	3	1	Mapa conceptual (rúbrica); participación en clase.
1.2 Termodinámica y energética de la catálisis; principio de Sabatier y curvas volcán	Clase magistral con diagramas de energía; discusión de curvas volcán.	3	Taller de problemas sobre perfiles de energía y principio de Sabatier.	3	1	Taller resuelto y retroalimentado.
1.3 Fisisorción y quimisorción; isotermas de Langmuir y Freundlich	Deducción de las isotermas; resolución de ejemplos.	3	Ajuste de datos de adsorción a isotermas con hoja de cálculo o Python.	3	1	Informe corto del ajuste (parámetros, R^2, discusión).
1.4 Isoterma BET, área superficial y porosidad (IUPAC)	Explicación del modelo BET y clasificación IUPAC de isotermas; análisis de datos reales de fisisorción de N_2.	3	Cálculo de área BET a partir de un conjunto de datos; lectura en inglés.	3	1	Cuestionario de lectura en inglés; ejercicio BET.
	TOTAL UNIDAD	**12**		**12**	**4**	

LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura de la sección sobre adsorción e isotermas en Chorkendorff y Niemantsverdriet (2017), *Concepts of Modern Catalysis and Kinetics*. Control: cuestionario de comprensión (10 preguntas) en el aula virtual y glosario técnico inglés–español.

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	2
NOMBRE DE LA UNIDAD	Cinética de reacciones catalíticas heterogéneas
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Formula mecanismos superficiales, deduce leyes de velocidad y discrimina modelos cinéticos a partir de datos experimentales.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGÍAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
2.1 Etapas del proceso catalítico; etapa determinante y aproximación de estado estacionario	Clase magistral; análisis de la secuencia difusión–adsorción–reacción–desorción.	3	Resolución de problemas de mecanismos simples.	3	1	Quiz escrito.

2.2 Mecanismos de Langmuir–Hinshelwood, Eley–Rideal y Mars–van Krevelen	Deducción de expresiones de velocidad; comparación de mecanismos.	3	Deducción guiada de una ley de velocidad para una reacción asignada.	3	1	Producto escrito de la deducción.
2.3 Energía de activación aparente, orden de reacción y frecuencia de recambio (TOF)	Ejemplos numéricos; interpretación de gráficos de Arrhenius.	3	Cálculo de TOF y energías aparentes con datos de literatura.	3	1	Taller evaluado.
2.4 Ajuste y discriminación de modelos cinéticos con herramientas computacionales	Demostración de regresión no lineal en Python/hoja de cálculo.	3	Ajuste de datos cinéticos a dos modelos y selección justificada.	3	1	Informe de ajuste (rúbrica); primer examen parcial.
TOTAL UNIDAD		**12**		**12**	**4**	
LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura del capítulo sobre cinética de reacciones superficiales en Chorkendorff y Niemantsverdriet (2017). Control: resumen estructurado (una página) y discusión en clase.					

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	3					
NOMBRE DE LA UNIDAD	Preparación y caracterización de catalizadores					
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Relaciona el método de síntesis con las propiedades del catalizador y selecciona técnicas de caracterización pertinentes.					
CONTENIDOS	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR**	**HORAS CONTACTO DIRECTO**	**ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE**	**HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE**	**HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE**	**ESTRATEGÍAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE**
3.1 Soportes (alúmina, sílice, carbones, zeolitas); impregnación, coprecipitación y sol–gel	Clase magistral con ejemplos de síntesis; uso de la base de datos de estructuras de zeolitas (IZA).	3	Ficha técnica de un soporte catalítico.	3	1	Ficha técnica (rúbrica).
3.2 Dispersión metálica, tamaño de partícula y quimisorción selectiva	Cálculos de dispersión; discusión de efectos de tamaño.	3	Problemas de dispersión y área metálica.	3	1	Taller evaluado.
3.3 Técnicas de caracterización: DRX, fisisorción, TPR/TPD, espectroscopías (IR, XPS) y microscopía	Interpretación de datos reales de cada técnica.	3	Análisis de un conjunto de datos de caracterización de un catalizador.	3	1	Informe de interpretación.
3.4 Práctica: preparación de un catalizador soportado por impregnación	Orientación y supervisión de la práctica de laboratorio.	3	Preinforme, ejecución y cálculos de la carga metálica.	3	1	Informe de laboratorio; control de lectura.
TOTAL UNIDAD		**12**		**12**	**4**	
LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura de un artículo de revisión en inglés sobre síntesis de catalizadores soportados, seleccionado por el docente en las bases de datos institucionales. Control: presentación oral de 10 minutos con preguntas.					

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

UNIDAD No.	4
NOMBRE DE LA UNIDAD	Fenómenos de transporte, desactivación y aplicaciones
COMPETENCIAS A DESARROLLAR	Evalúa limitaciones difusionales y desactivación, y analiza procesos catalíticos industriales y ambientales con criterio de sostenibilidad.

CONTENIDOS	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL PROFESOR	HORAS CONTACTO DIRECTO	ACTIVIDADES A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	HORAS TRABAJO INDEPENDIENTE	HORAS ACOMPAÑAMIENTO AL TRABAJO INDEPENDIENTE	ESTRATEGÍAS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO INDEPENDIENTE
4.1 Transferencia de masa externa e interna; módulo de Thiele y factor de efectividad	Clase magistral y ejemplos de cálculo; criterios de Weisz–Prater y Mears.	3	Problemas de efectividad de pellets.	3	1	Quiz escrito.
4.2 Desactivación: envenenamiento, coquización, sinterización; regeneración	Análisis de casos industriales.	3	Cuadro comparativo de mecanismos de desactivación.	3	1	Cuadro comparativo (rúbrica).
4.3 Procesos industriales: síntesis de amoníaco, reformado, hidrotratamiento, catálisis con zeolitas	Exposición de casos; video-análisis de procesos.	3	Preparación de seminario por grupos.	3	1	Seminario oral.
4.4 Catálisis ambiental y química verde: convertidores catalíticos, fotocatálisis, valorización de CO_2 y biomasa	Orientación del proyecto integrador.	3	Proyecto integrador: análisis de un proceso catalítico sostenible.	3	1	Informe y sustentación del proyecto; segundo parcial.
TOTAL UNIDAD		**12**		**12**	**4**	

LECTURA EN LENGUA INGLESA Y MECANISMO DE CONTROL	Lectura de un artículo en inglés sobre catálisis para valorización de CO_2 o biomasa (seleccionado por el docente). Control: cuestionario en el aula virtual y uso del artículo como fuente del proyecto final.

NOTA: EN CADA UNIDAD EL DOCENTE DEBE DILIGENCIAR LA ANTERIOR TABLA

Elaboró: Dr. Eliseo Amado González, Universidad de Pamplona
Revisó y Editó: Dr. Diego Andres Roa Ardila