

## 1. Datos generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Catálisis
<b>Clave de la asignatura:</b>	NMF-2005
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	3-2-5
<b>Carrera:</b>	Ingeniería en Nanotecnología

## 2. Presentación

<b>Caracterización de la asignatura</b>
<p>La Cinética Química se encarga de estudiar la velocidad de las reacciones químicas. Para que una reacción química sea espontánea, debe estar termodinámicamente favorecida. Esta condición no implica que además vaya a ser una reacción rápida.</p> <p>La Catálisis consiste en el incremento de la velocidad de una reacción química por efecto de la incorporación de un catalizador en el matraz de reacción. Los catalizadores actúan sobre la cinética de la reacción sin afectar su termodinámica. Hay principalmente dos tipos de catálisis: Catálisis homogénea (tiene lugar cuando los reactivos y el catalizador se encuentran en la misma fase, sea líquida o gaseosa) y Catálisis heterogénea (el catalizador está presente en la reacción en una fase diferente a la de los reactivos).</p> <p>La importancia de la catálisis en la industria química queda patente si se tiene en cuenta que alrededor del 90% de los productos químicos se obtienen con la ayuda de catalizadores.</p> <p>Para poder alcanzar las competencias de esta asignatura, se requiere poseer previamente las competencias de las asignaturas de síntesis y caracterización de nanocatalizadores; química analítica, biología y físico química.</p>

<b>Intención didáctica</b>
<p>En el primer tema se presenta una introducción de catálisis que permita entender el funcionamiento de los catalizadores en las reacciones químicas, particularmente los conceptos de actividad, selectividad y estabilidad de un catalizador. También se presentan los diferentes tipos de catálisis que se revisaran más afondo en los siguientes temas.</p> <p>En el tema dos se revisará el concepto de constante de equilibrio y su relación con la constante de velocidad, así como los factores que pueden modificar un sistema en equilibrio.</p> <p>Dentro del tema número tres se analizarán las etapas del mecanismo de reacción catalítica heterogenia y se evaluarán los parámetros cinéticos de tal reacción.</p>

El último tema presenta el tratamiento matemático básico de la cinética enzimática, y describe los temas de inhibición de enzimas, alosterismo y el efecto de la temperatura y el pH sobre la cinética enzimática.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo, 10 de Diciembre del 2019.	D. en C. Saúl Gálvez Barboza  INAN. Juan Manuel Luque Murillo  M. en C. Milagros Acosta Navarrete	Diseño de la especialidad de Ingeniería en Nanotecnología del ITSCH

### 4. Competencia (s) a desarrollar

Competencia (s) general de la asignatura
Determina modelos cinéticos de reacciones catalíticas, proponiendo mecanismos de reacción y aplicando métodos matemáticos.
Competencia (s) específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconoce las propiedades de un catalizador</li> <li>Comprende el fundamento de cada tipo de catálisis y genera sus modelos matemáticos (homogénea, heterogénea y enzimática).</li> <li>Calcula y analiza los parámetros cinéticos de reacciones catalíticas.</li> </ul>
Competencia (s) genéricas
<p><b>Competencias instrumentales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>Conocimiento de segunda lengua.</li> <li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias interpersonales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad crítica y auto crítica.</li> <li>Trabajo en equipo.</li> <li>Solución de problemas</li> </ul> <p><b>Competencias sistemáticas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de aplicar conocimientos en la práctica.</li> <li>Habilidad de investigación.</li> <li>Capacidad de aprender.</li> <li>Capacidad de generar nuevas ideas.</li> <li>Habilidad de trabajar en forma autónoma.</li> </ul>

## 5. Temarios

No	Temas	Subtemas
1.	Introducción	<p>1.1. Definiciones</p> <p>1.1.1. Catalizador</p> <p>1.1.2. Actividad catalítica</p> <p>1.1.2.1. Velocidad de la reacción</p> <p>1.1.2.2. Conversión</p> <p>1.1.2.3. Velocidad espacial</p> <p>1.1.2.4. Rendimiento</p> <p>1.1.2.5. Turn Over Number</p> <p>1.1.2.6. Turn Over Frequency</p> <p>1.1.3. Selectividad</p> <p>1.1.4. Estabilidad</p> <p>1.1.4.1. Fenómenos de desactivación</p> <p>1.2. Efecto de un catalizador en una reacción química.</p> <p>1.3. Tipos de catálisis</p> <p>1.4. Diferencias entre catálisis homogénea y heterogénea y biocatálisis</p>
2.	Equilibrio químico	<p>2.1. Definición de equilibrio químico</p> <p>2.2. Condición general de equilibrio</p> <p>2.3. Constante de equilibrio</p> <p>2.4. Ley de acción de masas</p> <p>2.5. Coeficiente de reacción</p> <p>2.6. Características de equilibrio</p> <p>2.7. Constante de equilibrio en función de la presión</p> <p>2.8. Factores que afectan el equilibrio</p> <p>2.8.1. Ley de Le Chatelier</p> <p>2.9. Equilibrio químico en reacciones complejas</p> <p>2.10. Elucidación de rutas de reacción mediante el análisis termodinámico</p>
3.	Cinética	<p>3.1. Cinética química y velocidad de reacción</p> <p>3.2. Modelo empírico</p> <p>3.3. Tipos de adsorción</p> <p>3.3.1. Fisisorción</p> <p>3.3.2. Quimisorción</p> <p>3.3.3. Diferencias entre quimi y fisisorción</p> <p>3.4. Etapas en el mecanismo de la reacción catalítica heterogénea</p> <p>3.4.1. Etapas físicas</p> <p>3.4.1.1. Difusión externa de reactivos</p> <p>3.4.1.2. Difusión interna de reactivos</p>

		<p>3.4.1.3.Difusión interna de productos</p> <p>3.4.1.4.Difusión externa de productos</p> <p>3.4.2. Etapas químicas</p> <p>3.4.2.1.Adsorción</p> <p>3.4.2.2.Reacción química</p> <p>3.4.2.3.Desorción</p> <p>3.5.Leyes de equilibrio y cinéticas en las etapas químicas</p> <p>3.6.Isotermas de adsorción</p> <p>3.7.Modelos formales</p> <p>3.7.1. Mecanismo de Langmuir</p> <p>3.7.2. Mecanismo de Langmuir-Hinshelwood</p> <p>3.7.3. Mecanismo de Langmuir-Eley-Rideal</p>
4.	Cinética enzimática	<p>4.1.Enzimas</p> <p>4.1.1.Especificidad de sustrato de las enzimas</p> <p>4.1.2. Grupos funcionales esenciales para la catálisis</p> <p>4.1.3. Factores que influyen en la actividad catalítica de las enzimas</p> <p>4.1.4. Enzimas reguladoras</p> <p>4.1.4.1. Enzimas alostéricas</p> <p>4.2. Catálisis enzimática</p> <p>4.3. Energía libre de activación y efecto del catalizador</p> <p>4.4. Ecuación de Michaelis-Menten</p> <p>4.5. Transformaciones de la ecuación de Michaelis- Menten</p> <p>4.6. Efecto del pH sobre la actividad enzimática</p> <p>4.7. Efecto de la temperatura sobre la actividad enzimática</p> <p>4.8. Cinética enzimática de dos o más sustratos</p> <p>4.9. Inhibición enzimática</p> <p>4.9.1. Inhibición competitiva</p> <p>4.9.2. Inhibición acompetitiva</p> <p>4.9.3. Inhibición no competitiva</p> <p>4.9.4. Inhibición irreversible</p> <p>4.10. Aplicaciones de biocatálisis</p>

## 6. Actividades de aprendizaje de los temas

### Introducción

Competencias		Actividades de aprendizaje	
<p>Específica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Define los términos relacionados con catálisis.</li><li>Resuelve y analiza problemas para la determinación de la velocidad de la reacción.</li><li>Distingue entre los diferentes tipos de catálisis.</li></ul> <p>Genéricas</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de análisis y síntesis</li><li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li><li>Solución de problemas</li><li>Capacidad crítica y autocrítica</li><li>Trabajo en equipo</li><li>Habilidades de investigación</li><li>Capacidad de aprender</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Investigar y presentar en plenaria la definición de los conceptos: catalizador, actividad catalítica, velocidad de reacción, selectividad y estabilidad.</li><li>Discutir de manera grupal la función de un catalizador en una reacción química.</li><li>Aplicar el concepto de energía de activación en reacciones químicas.</li><li>Resolver problemas para determinar la ecuación de velocidad de la reacción a partir de datos experimentales.</li><li>Elaborar un cuadro comparativo entre los diferentes tipos de catálisis.</li></ul>	
Equilibrio químico			
Competencias		Actividades de aprendizaje	
<p>Especifica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Establece el equilibrio de una reacción y detecta los factores que alteran dicho equilibrio.</li></ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Solución de problemas</li><li>Capacidad crítica y autocrítica</li><li>Trabajo en equipo</li><li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>Habilidades de investigación</li><li>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>Usar adecuadamente los conceptos de equilibrio químico, constante de equilibrio y coeficiente de reacción.</li><li>Explicar la ley de acción de masas y sus aplicaciones en la determinación de la constante de equilibrio en diferentes sistemas químicos.</li><li>Desarrollar cálculos de la constante de equilibrio químico en distintas reacciones químicas.</li><li>Realizar ejercicios del desplazamiento de equilibrio mediante el Principio de Le Chatelier.</li><li>Elucidar la dirección de una reacción mediante un análisis termodinámico.</li><li>Desarrollar practica de laboratorio acerca de los factores que alteran el equilibrio de una reacción.</li></ul>	
Cinética			
Competencias		Actividades de Aprendizaje	
<p>Especifica (s)</p>		<ul style="list-style-type: none"><li>Investigar y discutir el modelo empírico de una cinética química.</li></ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las etapas del mecanismo en reacciones catalíticas.</li> <li>Estima y comprende los parámetros cinéticos de una reacción catalítica.</li> </ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Habilidades de investigación</li> <li>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar un cuadro comparativo de los tipos de adsorción.</li> <li>Investigar y explicar las etapas físicas u químicas, del mecanismo de reacción catalítica heterogénea.</li> <li>Determinar los modelos matemáticos para una reacción catalítica heterogénea.</li> <li>Calcular los parámetros cinéticos de reacciones catalíticas heterogéneas.</li> <li>Desarrollar práctica de laboratorio sobre la obtención de los parámetros de la isoterma de adsorción de Langmuir.</li> </ul>
<b>Cinética enzimática</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Específica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estima y comprende los parámetros cinéticos de una reacción enzimática.</li> <li>Analiza el efecto de un inhibidor sobre una reacción enzimática e identifica el tipo de inhibición.</li> </ul> <p>Genérica (s)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>Comunicación oral y escrita en su propia lengua.</li> <li>Solución de problemas</li> <li>Trabajo en equipo</li> <li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>Habilidades de investigación</li> <li>Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones</li> <li>Conocimiento de una segunda lengua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generar y explicar un mapa mental de los tipos de regulación enzimática.</li> <li>Desarrollar el modelo matemático de la ecuación de Michaelis-Mentes y sus transformaciones.</li> <li>Calcular los parámetros cinéticos de reacciones enzimática.</li> <li>Elaborar un esquema ilustrativo de los diferentes tipos de inhibición enzimática.</li> <li>Desarrollar prácticas de laboratorio en la que se determinen los parámetros cinéticos de una reacción enzimática y el efecto de la presencia de un inhibido enzimático.</li> <li>Realizar lecturas científicas donde se pueda analizar las distintas aplicaciones de biocatálisis y discutir tal información de manera grupal.</li> </ul>

## 7. Prácticas

- Determinación de la constante de velocidad y el orden, de la reacción entre el yoduro  $I^-$  y el persulfato  $S_2O_8^{2-}$ . Análisis por el Método Integral.

- Efecto del cambio de la concentración en la velocidad de reacción.
- Obtención de los parámetros de la isoterma de adsorción de Langmuir.
- Actividad de la  $\alpha$ -amilasa.
- Actividad de la catalasa para la determinación de la constante de Michaelis-Menten y  $V_{max}$ .
- Efecto de inhibidores sobre la actividad enzimática.

## 8. Proyecto de asignatura

Ninguno

## 9. Evaluación por competencias

- Exámenes escritos.
- Tareas
- Reporte de prácticas
- Participación en clase
- Exposición
- Resultados de investigación

## 10. Fuentes de información

1. Atkins, W.P. Fisicoquímica., Addison-Wesley Iberoamericana. México. 1991.
2. Chang R., Fisicoquímica. McGraw-Hill. Interamericana de España S.L., 2008
3. Chang, R., Química., McGraw Hill. 9a. Edición. México, 2007.
4. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry. Worth publishers. New York. 2004.
5. Niemantsverdriet, J.W.; Chorkendorff, I. Concepts of modern catalysis and kinetics. Wiley-VCH Editions. 2003.
6. Smith, J.M. Introduction to Chemical Engineering Kinetics. McGraw- Hill. New York. 2004.
7. Voet & Voet. Fundamentals of Biochemistry. 2nd ed. John Wiley & Sons. New York. 2001.