

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	<b>Fisicoquímica II</b>
<b>Clave de la asignatura:</b>	<b>IQF-1005</b>
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	<b>3 – 2 – 5</b>
<b>Carrera:</b>	<b>Ingeniería Química</b>

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero químico las herramientas para comprender los fenómenos de la cinética química, catálisis y electroquímica, para una interrelación con los fenómenos que involucran tanto la síntesis de proceso como el diseño con reacciones químicas.

En esta asignatura se realiza el análisis de sistemas con reacción química, en equilibrio, en régimen de transición, catalíticos y electroquímicos.

Esta asignatura consiste en el estudio de las reacciones químicas reversibles en el equilibrio, de las velocidades y mecanismos de reacciones reversibles e irreversibles que dependen del tiempo, de los fenómenos catalíticos y electroquímicos.

La asignatura se relaciona con Química Inorgánica en el tema de estequiometría, Química Orgánica I y II en la identificación de los mecanismos de reacción, con Termodinámica en el cálculo de los cambios de entalpía con reacción química, con Cálculo Diferencial e Integral y Métodos Numéricos en la solución de ecuaciones.

Esta asignatura proporciona los fundamentos para el diseño de Reactores Químicos, a la vez que permite comprender de manera integral los procesos de transformación, por lo que da soporte a las asignaturas de Simulación de Procesos y Síntesis y Optimización de Procesos.

### Intención didáctica

El programa de la asignatura de Fisicoquímica II se organiza en cinco temas, en los cuales se incluyen aspectos teóricos y de aplicación.

En el primer tema se establecen los criterios de equilibrio químico en reacciones reversibles, para la determinación de las constantes de equilibrio y la realización de balances de equilibrio.

En los temas dos y tres se determina la ecuación cinética, el orden de reacción y el efecto de la temperatura en reacciones irreversibles, reversibles y complejas. En el cuarto tema se estudia el efecto del catalizador en la velocidad de reacción, así como las diferentes isoterms de adsorción, además de determinar las ecuaciones de velocidad en reacciones catalíticas heterogéneas.

En el último tema se introduce al estudiante en las reacciones electroquímicas y su aplicación en los sistemas de protección catódica para la prevención de la corrosión de equipos y estructuras metálicas.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Se propone que el estudiante realice investigación bibliográfica y trabajo experimental en equipo, que le permita utilizar estrategias de aprendizaje para desarrollar competencias genéricas.

El docente de Físicoquímica II con su experiencia debe vincular la teoría con la práctica para construir escenarios de aprendizaje significativo (ABP, APP, prácticas de laboratorio, casos de estudio entre otras) en los estudiantes, que le permitan valorar la importancia de los temas abordados en procesos con reacción química; así como los fundamentos para la selección y protección de materiales utilizados en equipos de proceso químico.

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

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Villahermosa del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Tepic, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Celaya del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Celaya, Centla, Chihuahua, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química e Ingeniería en Industrias Alimentarias.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 19 al 22 de marzo de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de:  Aguascalientes, Campeche, Cd. Madero, Celaya, Centla, Chihuahua, Coacalco, Durango, La Laguna, Lázaro Cárdenas, Mérida, Matamoros, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Tapachula, Tijuana, Toluca, Tuxtla Gutiérrez y Villahermosa.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

<p>Tecnológico Nacional de México, del 25 al 26 de agosto de 2014.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, Cerro Azul, Cd. Juárez, Cd. Madero, Chihuahua, Coacalco, Coatzacoalcos, Durango, Ecatepec, La Laguna, Lerdo, Matamoros, Mérida, Mexicali, Motúl, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Poza Rica, Progreso, Reynosa, Saltillo, Santiago Papasquiari, Tantoyuca, Tlalnepantla, Toluca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p> <p>Representantes de Petróleos Mexicanos (PEMEX).</p>	<p>Reunión de trabajo para la actualización de los planes de estudio del sector energético, con la participación de PEMEX.</p>
--	---	--

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

##### Competencia(s) específica(s) de la asignatura

Realiza un balance termodinámico para determinar la constante de equilibrio químico.  
 Analiza el efecto de la presión y la temperatura en la composición de equilibrio y las condiciones óptimas de operación de un sistema con reacción química reversible.  
 Deduce la ecuación cinética para reacciones reversibles, irreversibles y complejas.  
 Estudia el efecto de la temperatura, presión y catalizador en la velocidad de reacción.  
 Conoce los fundamentos de electroquímica para la selección y protección de materiales utilizados en estructuras metálicas y equipos de proceso.

#### 5. Competencias previas

Interpreta las propiedades físicas y químicas de las sustancias con base en los conceptos fundamentales de la estructura de los átomos, iones y moléculas, la forma en que interactúan entre sí para generar sustancias nuevas.  
 Utiliza los conceptos básicos de la química y de las propiedades físicas y químicas de la materia para efectuar correctamente experimentos en el laboratorio.  
 Relaciona los principios fundamentales que rigen la estructura y la polaridad de las moléculas para deducir su reactividad y comprender los mecanismos de las reacciones químicas con compuestos orgánicos.  
 Evalúa propiedades termodinámicas con el empleo de las relaciones fundamentales de la termodinámica, relaciones de Maxwell y coeficientes de actividad y fugacidad para sustancias puras y mezclas.

## 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Equilibrio químico	1.1. Criterio de equilibrio de una reacción química. 1.2. Determinación de la constante de equilibrio a partir de propiedades termodinámicas. 1.3. Balances en el equilibrio. 1.4. Principio de Le Chatelier Braun. 1.5. Efecto de la temperatura en la constante de equilibrio. 1.6. Equilibrio químico en reacciones complejas.
2	Cinética química para reacciones irreversibles	2.1. Conceptos fundamentales. 2.2. Determinación de la ecuación cinética y el orden de la reacción. 2.3. Efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción.
3	Cinética química para reacciones reversibles y complejas	3.1. Conceptos fundamentales. 3.2. Deducción de la ecuación cinética para una reacción reversible. 3.3. Deducción de la ecuación cinética para una reacción compleja.
4	Catálisis	4.1. Conceptos. 4.2. Catalizadores. 4.3. Mecanismos generales de las reacciones catalíticas heterogéneas. 4.4. Adsorción. 4.4.1. Isotermas de adsorción. 4.4.2. Área superficial. 4.5. Determinación de las ecuaciones de velocidad en reacciones catalíticas heterogéneas.
5	Electroquímica	5.1. Conceptos básicos. 5.2. Celdas electroquímicas. 5.3. Potenciales de electrodo. 5.4. Procesos electrolíticos. 5.5. Corrosión. 5.6. Protección catódica.

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>1. Equilibrio químico</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Determina la constante de equilibrio con efecto de presión y temperatura para usarla en los balances termodinámicos.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Analizar y relacionar los conceptos de reacciones: homogéneas y heterogéneas, reversibles e irreversibles, endotérmicas y exotérmicas y grado de conversión.</p> <p>Deducir la constante de equilibrio químico utilizando los balances termodinámicos y la ley de acción de masas, para predecir las condiciones de operación.</p> <p>Investigar y aplicar el principio de Le Chatelier Braun, en sistemas de equilibrio químico.</p> <p>Resolver problemas de constante de equilibrio en reacciones homogéneas y heterogéneas, teniendo como variables la presión, temperatura, concentración, adición de gases inertes.</p>
<b>2. Cinética química para reacciones irreversibles</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Calcula los parámetros de la cinética de reacción, considerando el efecto de la temperatura y presión la ley de velocidad de reacciones irreversibles.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Investigar los conceptos de reacción irreversible, velocidad, reacciones elementales y no elementales, orden de reacción, molecularidad, mecanismo de reacción y tiempo de vida media de una reacción química.</p> <p>Deducir ecuaciones de velocidad de reacción, para reacciones irreversibles en función de la presión y la concentración, por los métodos diferencial, integral, vida media y velocidades iniciales empleados para determinar el orden de una reacción química y aplicarlo en la solución de problemas.</p> <p>Investigar las teorías que explican el mecanismo de una reacción química en fuentes de información.</p> <p>Evalúa el efecto de la temperatura en la constante específica de velocidad de reacción.</p>
<b>3. Cinética química para reacciones reversibles y complejas</b>	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Aplica los conceptos de cinética de reacciones reversibles y complejas para deducir la ecuación de velocidad de reacción considerando el efecto de la temperatura y presión.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Investigar los conceptos de reacción reversible y compleja, selectividad y rendimiento.</p> <p>Deducir ecuaciones de velocidad de reacción, para reacciones reversibles y complejas en función de la presión y la concentración, por los métodos diferencial, integral, vida media y velocidades iniciales empleados para determinar el orden de una reacción química y aplicarlo en la solución de problemas.</p>
<b>4. Catálisis</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Resuelve problemas de cinética de reacciones con efecto del catalizador.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Analizar y relacionar los conceptos de: catalizador y sus propiedades, clasificación de la catálisis, preparación, contaminación, y selección de catalizadores.</p> <p>Identificar sistemas catalíticos industriales.</p> <p>Distinguir el mecanismo de una reacción catalítica de una no catalítica</p> <p>Investigar los diferentes tipos de isothermas de adsorción.</p> <p>Calcular el área superficial de un catalizador, aplicando la isoterma de adsorción tipo I.</p> <p>Resolver problemas de velocidad de reacción para reacciones catalíticas.</p>
<b>5. Electroquímica</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Conoce y aplica los fundamentos de electroquímica para la selección y protección de materiales utilizados en estructuras metálicas y equipos de proceso.</p> <p><b>Genéricas:</b> Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Analizar y relacionar los conceptos de conductancia y su aplicación en electroquímica.</p> <p>Distinguir los tipos de celda y sus potenciales de electrodo.</p> <p>Analizar y relacionar el concepto de energía libre de Gibbs en la teoría de la doble capa.</p> <p>Aplicar las leyes de Faraday a celdas electrolíticas.</p> <p>Resolver problemas de aplicación.</p> <p>Investigar las diferentes aplicaciones para la protección catódica y anódica de los equipos de proceso.</p>

## 8. Práctica(s)

1. Determinación de la composición de equilibrio.
2. Constante de equilibrio en reacciones en disolución.
3. Estudio del efecto de la temperatura de reacción en el valor de la constante de equilibrio.
4. Ley de acción de masas.
5. Estudio cinético de una reacción de primer orden.
6. Estudio cinético de una reacción de segundo orden.
7. Estudio cinético de la reacción de oxidación del yoduro de potasio con persulfato.
8. Estudio del efecto de la temperatura en la velocidad de reacción.
9. Catálisis ácida.
10. Catálisis enzimática.
11. Celdas electrolítica y producción del hipoclorito de sodio.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

Métodos:  
Evaluación escrita  
Reporte de Investigaciones documentales  
Participación en tareas, proyectos individuales y grupales  
Estudio de casos  
Resolución de problemas



## 11. Fuentes de información

1. Ball, David W. (2002). *Fisicoquímica*. México: Thomson.
2. Bischoff, G. F. (2011). *Chemical Reactor Analysis and Design* (2<sup>nd</sup> ed.). Phoenix: John Wiley & Sons, Inc.
3. Carberry, J. J. (2004). *Chemical and Catalytic Reaction Engineering*. Toronto: General Publishing Company.
4. Castellan, Gilbert. (1987). *Fisicoquímica*(2<sup>a</sup> ed.). México: Addison-Wesley Iberoamericana.
5. Chang, R. (2005). *Fisicoquímica* (3a ed.). McGraw Hill Interamericana.
6. Fogler, H. S. (2006). *Elements of Chemical Reaction Engineering* (4<sup>th</sup> ed.). Prentice Hall International Series.
7. Gianpiero Groppi, W. I., Groppi, G., Ibashi, W., Tronconi, E., & Forzatti, P. (2002). Structured reactors for kinetic measurements in catalytic combustion. *Chemical Engineering Journal*, 82: 57-71.
8. Harriot, P., Hayes, R., & Mmbaga, J. (2002). *Introduction to Chemical Reactor Analysis* (2<sup>nd</sup> ed.). U.S.A.: CRC Press.
9. Hayes, R. E. (2001). *Introduction to Chemical Reactor Analysis*. Boca Raton, Florida: Gordon and Breach.
10. Hill, C. (1977). *Introduction to chemical engineering kinetics and reactor design*. New York: Wiley.
11. Holmes, J., & Rase, H. (1977). *Chemical Reactor Design for process Plants* (Vol. I - II). New York: John Wiley & Son.
12. House, James E. *Principle of Chemical Kinetics* (2<sup>nd</sup> ed.). U.S.A: Elsevier.
13. Kayode Coker, A. (2001). *Modeling of Chemical Kinetics and Reactor Design*. Houston, Texas: Gulf Professional Publishing.
14. Laidler, K. M. (2002). *Physical Chemistry with student* (4<sup>th</sup> ed.). Houghton Mifflin.
15. Levenspiel, O. (2002). *El omnilibro de los reactores químicos*. Sevilla, España: Reverté.
16. Levenspiel, O. (2004). *Chemical Reaction Engineering* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: John Wiley and Sons.
17. Maron, S. H. & Prutton, M. A. (2002). *Fundamentos de fisicoquímica*. México: Limusa.
18. Nauman, B. E. (2008). *Chemical Reactor Design, Optimization, and Scale up*. New Jersey: John Wiley & son, Inc.
19. Smih, J.M. (1991). *Ingeniería de la cinética química* (6a ed.). México: CECSA
20. Smith, J.M., Van Ness-Abbot. (2007). *Introduction to chemical engineering thermodynamics* (7<sup>a</sup> ed.). México: McGraw-Hill. México.
21. Tiscareño Lechuga, F. (2005). *El ABC para comprender Reactores Químicos con Multireacción*. México: Reverté, Insituto Tecnológico de Celaya.