

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Cinética química y biológica
Clave de la asignatura:	BQF-1005
SATCA ¹ :	3 – 2 – 5
Carrera:	Ingeniería Bioquímica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura forma parte del área de Ciencias de la Ingeniería y proporciona los fundamentos para la formación del Ingeniero Bioquímico para el diseño de reactores enzimáticos y biológicos. Para el desarrollo, el curso empieza por establecer los principios de la cinética de las reacciones químicas no catalizadas para sistemas homogéneos, con el propósito de distinguir entre las ecuaciones químicas estequiométrica y molecular. Se proponen y demuestran modelos de la ecuación de velocidad en función de la concentración de las especies activas y en función de la temperatura.

Posteriormente se estudia la cinética de las reacciones químicas catalizadas. Se estudian las propiedades de los catalizadores sólidos y se analizan los datos experimentales para proponer y demostrar el modelo de ecuación de velocidad de reacción.

El ingeniero bioquímico, como una de sus competencias sustanciales, diseña el biorreactor donde se llevarán a cabo biotransformaciones o fermentaciones tanto aeróbicas como anaeróbicas. Para este propósito es necesario conocer la cinética de las reacciones químicas catalizadas por enzimas, en el caso de las biotransformaciones, y la cinética del crecimiento microbiano, de consumo de sustrato y de formación de producto o productos, en el caso de las fermentaciones. Las competencias requeridas para llevar a cabo estas actividades serán adquiridas en esta asignatura cuando se estudien estos temas.

El programa del curso consta de cinco unidades. Se aborda en primera instancia el equilibrio químico desde el punto de vista termodinámico. A continuación se analizan los conceptos básicos de la cinética química para entrar a continuación con el tema de la cinética enzimática y microbiana. Esta asignatura capacita al Ingeniero Bioquímico para la obtención de los parámetros los diferentes modelos cinéticos, que le posibilitarán uso de las ecuaciones de velocidad para el diseño de los biorreactores.

La asignatura de Cinética Química y Biológica se relaciona con asignaturas precedentes como Química, en el tema de estequiometría; Química Analítica, para la determinación de concentraciones de los reactivos, Físicoquímica, que aporta los criterios para el equilibrio material. Como materias relacionadas subsecuentes está Ingeniería de Biorreactores, donde la cinética aporta las ecuaciones de velocidad para hacer posible el diseño de los biorreactores.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

La idea central del curso de Cinética Química y Biológica es brindar un soporte sólido al Ingeniero Bioquímico en el tema de la velocidad de las reacciones químicas y biológicas y de los factores que la afectan. Así brindar la competencia de la estimación de los parámetros cinéticos necesarios en los modelos cinéticos.

Se recomienda al profesor fomentar el uso de herramientas computacionales matemáticas y estadísticas de estimación de parámetros que incorporen métodos de regresión no lineal para el ajuste de datos experimentales a los modelos cinéticos.

Este curso tiene un carácter eminentemente experimental, de modo que debe poner especial cuidado en las actividades de laboratorio, ya que de los resultados obtenidos depende que los conceptos del curso sean significativos para el estudiante.

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: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tuxtepec, 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: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tijuana, Tuxtepec, 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: Acayucan, Calkiní, Celaya, Colima, Culiacán, Durango, Irapuato, La Paz, La Región Sierra, Los Ríos, Mazatlán, Mérida, Misantla, Morelia, Tijuana, Tuxtepec, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villahermosa.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Industrias Alimentarias e Ingeniería Química, del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<p>Aplica los principios de la cinética química y de la catálisis química y enzimática, de la cinética de crecimiento microbiano, de consumo de sustrato y de formación de producto. Determina los parámetros cinéticos de los diferentes tipos de modelos la obtención de las ecuaciones de velocidad, considerando la dependencia de los factores ambientales (temperatura, presión, pH).</p>

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar el cálculo diferencial e integral para resolver ecuaciones diferenciales sencillas. • Preparar soluciones de concentración dada. • Aplicar los métodos químicos analíticos para determinar la composición de mezclas. • Analizar datos experimentales obtenidos por sí u otros experimentadores para la obtención de parámetros de los modelos que describen el sistema mediante el método de mínimos cuadrados.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Equilibrio químico.	<p>1.1. Criterio de equilibrio de una reacción química. Determinación de la constante de equilibrio químico en sistemas ideales y no ideales, en reacciones homogéneas y heterogéneas, en función de la temperatura</p> <p>1.2. Efecto de presión y temperatura sobre la constante de equilibrio.</p> <p>1.4. Equilibrio en sistemas no ideales.</p> <p>1.5. Balances en el equilibrio. Cálculo de la temperatura, presión, conversión, o alimentación en sistemas reactivos en el equilibrio.</p> <p>1.6. Equilibrio químico en reacciones complejas.</p>
2	Cinética química	<p>2.1. Conceptos básicos. Factores que afectan a la velocidad de reacción. Ley de acción de masas. Reacciones elementales y no elementales.</p> <p>2.2. Tipos de reacción y ecuación de la</p>

		<p>velocidad de reacción.</p> <p>2.2.1. Reacciones simples.</p> <p>2.2.2. Reacciones múltiples: acumulativas y competitivas.</p> <p>2.2.3. Reacciones irreversibles y reversibles.</p> <p>2.3. Determinación de los parámetros cinéticos</p> <p>2.3.1. Método de integración.</p> <p>2.3.2. Método de la vida media.</p> <p>2.3.3. Método diferencial.</p> <p>2.4. Influencia de la temperatura sobre la velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius.</p>
3	Catálisis	<p>3.1. Definiciones: Catalizador. Catálisis homogénea y heterogénea.</p> <p>3.2. Propiedades del catalizador en fase sólida: área interfacial; porosidad; catalizadores monolíticos (no porosos); Catalizadores soportados y no soportados; promotores.</p> <p>3.3 Adsorción. Fundamentos. Tipos de interacción de adsorción, isothermas de adsorción e histéresis. Modelos típicos.</p> <p>3.4. Etapas en una reacción catalítica, considerando la participación de las especies activas en la adsorción, reacción superficial y desorción.</p> <p>3.4.1. Velocidad global de reacción controlada la reacción cuando difusión no es limitante.</p> <p>3.5. Inactivación del catalizador: Por envejecimiento, coquización, envenenamiento.</p>
4	Cinética Enzimática	<p>4.1. Actividad catalítica de las enzimas. Sitio activo. Bases moleculares y termodinámicas de la acción catalítica de las enzimas.</p> <p>4.2. Modelos matemáticos de la cinética de una reacción enzimática.</p> <p>4.2.1. Modelo para una reacción enzimática simple cuando se logra equilibrio rápidamente.</p> <p>4.2.2. Modelo de una cinética enzimática simple con la suposición del estado pseudoestacionario.</p> <p>4.3. Determinación experimental de los parámetros cinéticos de la ecuación de Michaelis-Menten y las transformaciones de ésta.</p>

		<p>4.4. Efecto de condiciones del entorno: concentración de sustrato, temperatura y del pH.</p> <p>4.5. Inhibición enzimática: competitiva; no competitiva; acompetitiva.</p> <p>4.6. Modificación de la ecuación de velocidad con diferentes tipos de inhibición.</p> <p>4.7. Inmovilización de enzimas. Métodos de inmovilización. Efecto de la inmovilización sobre la actividad catalítica. Limitaciones difusionales en sistemas con enzimas inmovilizadas.</p>
5	Cinética Microbiana	<p>5.1. Estequiometría del crecimiento microbiano. Rendimientos.</p> <p>5.2. Cinética de crecimiento. Ecuación de Monod. Inhibición del crecimiento. Otros modelos cinéticos de crecimiento microbiano.</p> <p>5.3. Consumo de sustrato. Consumo de sustrato para crecimiento. Consumo de sustrato para mantenimiento celular. Requerimiento de oxígeno.</p> <p>5.4. Efecto de pH y la temperatura sobre el crecimiento.</p> <p>5.5. Modelos cinéticos para la síntesis de producto.</p> <p>5.6. Estudio de caso: procesos biotecnológicos donde intervengan enzimas y/o microorganismos.</p>
6	Electroquímica	<p>6.1. Conductancia, características de las interfases en electroquímica, celdas electroquímicas y reacciones químicas</p> <p>6.2. Energía de Gibbs (interacciones ión – disolvente. Teoría de la doble capa)</p> <p>6.3. Potenciales electroquímicos y efectos electrocinéticos (leyes de Faraday, potencial de electrodo y celdas electroquímicas)</p> <p>6.4. Tipos de electrodos y sus actividades</p> <p>6.5. Corrosión</p> <p>6.6. Protección catódica y anódica</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Equilibrio Químico	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: determina la constante de equilibrio y el grado de conversión en un sistema reactivo en situaciones de idealidad y no idealidad.</p> <p>Competencias genéricas: 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>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un resumen de los conceptos de equilibrio químico, reacción homogénea y heterogénea, constante de equilibrio, grado de conversión. • Discutir el efecto que producen: la temperatura, presión y adición de gases inertes, así como las ecuaciones empleadas en su cálculo para ser discutidos en clase. • Resolver problemas de equilibrio en reacciones homogéneas y heterogéneas teniendo como variables la temperatura, concentración, adición de gases inertes y grado de conversión.
Cinética Química	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencias específicas:</p> <p>Comprende los tipos de reacciones químicas. Aplica diferentes métodos para determinar el orden de una reacción química y la constante de velocidad. Obtiene los parámetros del modelo de Arrhenius para cuantificar el efecto de la temperatura sobre la constante de velocidad de reacción</p> <p>Competencias genéricas: 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. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar una investigación documental de los mecanismos y tipos de reacciones químicas. • Ejemplificar una reacción que se presenta en la industria e identificar sus características. • Realizar una investigación documental y discutir las diferentes teorías de la velocidad de reacción. • Determinar el orden de reacción y el valor de los parámetros cinéticos de reacción partir de datos de concentración contra tiempo de reacción.

Catálisis	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprende las características de un catalizador químico para su empleo en los procedimientos de diseño de los reactores catalíticos • Determina los valores de los parámetros cinéticos relevantes en una reacción catalítica para el diseño y operación de equipos y procesos industriales <p>Competencias genéricas: 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. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar la función de un catalizador en una reacción. • Realizar una investigación documental sobre la elaboración de un catalizador y los parámetros que interfieren sobre la actividad del mismo. • Determinar el valor de parámetros cinéticos en una reacción catalítica.
Cinética Enzimática	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica:</p> <p>Comprende los fundamentos de la actividad catalítica de las enzimas con y sin inhibidores, los diferentes modelos matemáticos de la cinética enzimática. Determina los parámetros cinéticos relevantes de las enzimas para su empleo en el diseño y operación de equipos y procesos industriales.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Exponer a través de modelos didácticos la relación enzima-sustrato y la función del sitio activo. • Realizar esquemas ilustrativos de los diferentes tipos de inhibición enzimática. • Determinar el modelo matemático de una reacción enzimática. • Realizar ejercicios para calcular los parámetros cinéticos de una reacción enzimática en presencia y ausencia de inhibidores. • Discutir las ventajas y desventajas de los sistemas con enzimas inmovilizadas. • Usar software para la determinación de los parámetros cinéticos de modelos no linealizables.

Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	
Cinética microbiana	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica:</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Habilidad para búsqueda de información. Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar los modelos cinéticos de crecimiento • Determinar el modelo cinético de crecimiento de un cultivo microbiano dado. • Realizar ejercicios para determinar el valor de los parámetros cinéticos relevantes en el diseño y operación de biorreactores y procesos industriales. • Elaborar un resumen del efecto de los factores ambientales en los parámetros cinéticos de crecimiento.
Electroquímica	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: comprende los tipos de reacciones electroquímicas, celdas electroquímicas e interfases en electroquímica</p> <p>Comprende las teorías y leyes que rigen la electroquímica para como fundamento de los procesos electroquímicos.</p> <p>Conoce los tipos de electrodos de y sus aplicaciones en Ingeniería Bioquímica.</p> <p>Aplica los conocimientos para protecciones catódica y anódicas para evitar la corrosión de metales</p>	<p>Investigar los conceptos básicos en la electroquímica.</p> <p>Aplicará los conceptos básico de la energía libre de Gibbs para su aplicación en la Ingeniería Bioquímica</p> <p>Evaluará los tipos de electrodos y sus aplicaciones en la Industria.</p> <p>Analizará los problemas generados por la corrosión y su importancia en la Ingeniería Bioquímica</p>

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo de la velocidad de reacción con datos de concentración o presión vs tiempo. • Para una reacción química dada, por el análisis de los datos experimentales de concentración o presión obtenidos a diferentes tiempos, proponer el modelo más apropiado y comprobar el modelo de ecuación de velocidad, calculando primero los parámetros cinéticos. • Llevar a cabo reacciones a diferentes temperatura, para calcular constante de la

velocidad de reacción a cada temperatura. Con estos datos, calcular los parámetros de la ecuación de Arrhenius.

- Realizar reacciones para la determinación de las constantes de velocidad de reacción química (reversible e irreversible) de primer y de segundo orden.
- Determinación de parámetros cinéticos en reacciones enzimáticas.
- Evaluación de los factores que afectan la actividad catalítica en reacciones químicas y bioquímicas.

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

La evaluación debe ser continua y cotidiana por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, poniendo énfasis en:

- El avance personal de cada estudiante.
- Reportes escritos de las conclusiones hechas durante las actividades.

- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas, plasmadas en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de contenidos teóricos y de procedimiento.

11. Fuentes de información

1. Fogler, H. S.(2005). *Elements of Chemical Reaction Engineering*. Prentice-Hall. USA.
2. Levenspiel, O.(1999), *Chemical Reaction Engineering*.John Wiley and Sons. USA
3. Bailey E. James, Ollis David F.(1986). *Biochemical Engineering Fundamentals*. Mc Graw-Hill. Edición. México.
4. Smith, J.M (2004). *Introduction to Chemical Engineering Kinetics*. McGraw-Hill. New York.
5. Felder, R. M. y Rousseau, R.W.(2004). *Prinpios Elementales de los Procesos Químicos.*, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.
6. Froment, G. and K.B. Bischoff and De Wild J.(2010). *Chemical Reactor Analysis and Design*. J. Wiley.
7. González, J.R. y col. (1999). *Cinética Química Aplicada*. Síntesis. Madrid.
8. Withaker J. y col (1994). *Enzymology*, Academic Press. USA.
9. Atkins, W.P.(1991). *Fisicoquímica.*, Addison-Wesley Iberoamericana. México.
10. Chang, R.(2007). *Química.*, McGraw Hill.9a. Edición. México.
11. Howell, J., Buckius, R.(1990). *Principios termodinámicos para Ingeniería*. McGraw Hill, México.
12. Green. D- Perry R.(2007). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw Hill. USA.
13. Poling, B.E., Prausnitz J. M .and O'Connell J. P (2000). *The Properties of Gases and Liquids*. McGraw-Hill. USA.