

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Equilibrio Físicoquímico
Clave de la asignatura:	MAC-1010
SATCA¹:	2-2-4
Carrera:	Ingeniería en Materiales

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Materiales los elementos necesarios que le permiten aplicar los fundamentos científicos de la Ingeniería en Materiales para obtener y modificar la estructura y propiedades de un material para una aplicación específica.

Equilibrio Físicoquímico se relaciona con la asignatura de Termodinámica para Ingeniería en Materiales ya que requiere que el estudiante sea competente en integrar los conceptos y principios fundamentales de la termodinámica (gases, leyes y energía libre) para la solución de problemas de la ciencia e ingeniería de materiales.

Contribuye a la asignatura de Cinética en el tema uno, en donde se requiere que el estudiante tenga la competencia de aplicar los fundamentos de los fenómenos superficiales entre diversas fases en un sistema.

La asignatura consiste en los conceptos de equilibrio en reacciones de un solo componente, homogéneas y heterogéneas, termodinámica de soluciones y equilibrio de reacción en sistemas que contienen componentes en solución, por lo que se pueden generar proyectos integradores en Cinética.

Intención didáctica

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

El primer tema, introduce al estudiante en el conocimiento del equilibrio de sistemas de un solo componente haciendo énfasis en la energía libre y su variación por efecto de la temperatura y presión, la regla de los gases, el principio de Le Chatelier y la ecuación de Clapeyron, el punto triple y los efectos de la presión de vapor en el punto de fusión y evaporación.

En el segundo tema se estudia la forma de en que se aplican los conceptos de equilibrio termodinámico para determinar el equilibrio en reacciones homogéneas en función de la temperatura y presión.

El tercer tema, se deducen y construyen los diagramas de Ellingham y se aplican en la descomposición de compuestos químicos para el procesamiento de materiales metálicos y cerámicos.

En el cuarto tema se estudia la termodinámica de las soluciones, determina la actividad de un

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

componente en solución cuando se conoce la actividad de otro componente en soluciones binarias, deduce y hace uso de las propiedades de las soluciones ideales para determinar las actividades termodinámicas de las soluciones.

En el último tema, se deducen los estados estándar alternos Raoultiano, Henriano, y del 1 % en Peso y se determina el equilibrio en reacciones que contienen componentes en solución.

Es importante que el estudiante valore las actividades que realiza, que desarrolle hábitos de estudio y de trabajo para que adquiera características tales como: la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad, y la autonomía.

El docente de Equilibrio Físicoquímico propone actividades de aprendizaje que permitan un desarrollo en las competencias del estudiante como son: habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas, capacidad de análisis y síntesis, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, para realizar prácticas de laboratorio, resolución de problemas y estudio de caso, resúmenes, reportes de prácticas y cuadros comparativos.

Por ende, el docente debe ser motivador, persuasivo con un alto grado de comunicación y desarrollar un alto espíritu cooperativo, debe mostrar liderazgo y objetivar su conocimiento y experiencia productiva.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Superior de Calkiní, Chihuahua, Superior de Irapuato, Morelia, Saltillo, Superior de Tlaxco y Zacatecas.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial.
Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, del 24 al 27 de junio de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Cd. Victoria, Chihuahua, Irapuato, Morelia, Querétaro, Saltillo y Zacatecas.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Carreras de Ingeniería en Energías Renovables, Ingenierías en Geociencias, Ingeniería en Materiales y Licenciatura en Biología del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.

Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Saltillo.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingenierías, Licenciaturas y Asignaturas Comunes del SNIT.
--	---	---

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Aplica los fundamentos fisicoquímicos al procesamiento de los materiales y al estudio de las reacciones de los sistemas en equilibrio químico y físico y a soluciones homogéneas y heterogéneas para aplicarlos en las transformaciones de fases presentes en los materiales y sus procesos de obtención y transformación.

5. Competencias previas

Integre los conceptos y principios fundamentales de la termodinámica (gases, leyes y energía libre) para la solución de problemas de la ciencia e ingeniería de materiales.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Equilibrio de sistemas de un solo componente	1.1 Conceptos básicos 1.2 Variación de la energía libre con la temperatura a presión constante 1.3 Variación de la energía libre con la presión a temperatura constante 1.4 Variación de la energía libre como una función de la presión y temperatura 1.5 Equilibrio entre la fase vapor y fases condensadas 1.6 Representación gráfica del equilibrio de fases en un sistema de un componente
2	Equilibrio de reacciones homogéneas (reacciones gaseosas)	2.1 Equilibrio de reacción en mezcla de gases y la constante de equilibrio 2.2 Efecto de la temperatura sobre la constante de equilibrio 2.3 Efecto de la presión sobre la constante de equilibrio 2.4 Equilibrio de reacción como un compromiso entre la entalpía y entropía 2.5 equilibrio de reacción en sistemas gaseosos (ejemplos)
3	Equilibrio de sistemas heterogéneos (reacciones de fase condensada – fase gaseosa)	3.1 Equilibrio de reacción en sistemas que contienen fases condensadas puras y una fase gaseosa 3.2 Variación del cambio de la energía libre estándar de Gibbs con la temperatura 3.3 Diagramas de Ellingham

		<p>3.4 Efecto de la transformación de fase</p> <p>3.5 Los óxidos del carbón</p> <p>3.6 Representación gráfica del equilibrio en sistemas Metal-Carbón Oxígeno</p>
4	Termodinámica de soluciones	<p>4.1 Ley de Raoult y Ley de Henry</p> <p>4.2 Actividad termodinámica de un componente en solución</p> <p>4.3 Ecuación de Gibbs-Duhem</p> <p>4.4 Energía libre de formación de una solución</p> <p>4.5 Propiedades termodinámicas de soluciones ideales Raoultinas</p> <p>4.6 Soluciones no ideales</p> <p>4.7 Aplicación de la ecuación de Gibbs-Duhem para la determinación de actividades.</p> <p>4.8 Soluciones Regulares</p> <p>4.9 Modelo estadístico de Soluciones</p>
5	Equilibrio de reacción en sistemas que contienen componentes en solución.	<p>5.1 Criterio de equilibrio para reacciones en sistemas que contienen componentes en sistemas condensados</p> <p>5.2 Estados estándar alternos</p> <p>5.3 La Regla de las fases de Gibbs</p> <p>5.4 Sistemas binarios que contienen componentes</p> <p>5.5 Representación gráfica del equilibrio de fases</p> <p>5.6 Formación de fases oxidadas de composición variable</p> <p>5.7 Solubilidad de gases en metales</p> <p>5.8 Soluciones que contienen varios solutos en soluciones diluidas</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Equilibrio de sistemas de un solo componente	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica los fundamentos termodinámicos al equilibrio en sistemas de un solo componente para resolver problemas.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad para Identificar, plantear y resolver problemas. • Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar TIC's para investigar los conceptos de energía libre y su variación como una función de la temperatura y la presión y plasmar la información obtenida en un ensayo. • Analizar las transformaciones que se pueden llevar a cabo en un sistema de un componente y aplicar en él la regla de fases, en la resolución de problemas. • Aplicar la ecuación de Clausius Clapeyron al equilibrio de fases en la resolución de problemas.

diversas.	<ul style="list-style-type: none"> Analizar el concepto del punto triple en el equilibrio de fases y aplicarlo en la resolución de problemas. Mediante los principios de Le Chatelier y la ecuación de Clausius Clapeyron deducir los efectos de la presión sobre los puntos de fusión y evaporación de metales, en la resolución de problemas. Elaborar un compendio de problemas resueltos en clase y extra clase.
Equilibrio de reacciones homogéneas (reacciones gaseosas)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica los conceptos de Equilibrio Termodinámico a sistemas de reacciones en fase gaseosa, determina la composición de equilibrio en reacciones gaseosas en función de la temperatura y presión del sistema para la resolución de casos de estudio.</p> <p>Genérica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidad para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una investigación documental sobre conceptos de energía libre de reacción y estándar, así como la constante de equilibrio para exponer y discutir en clase. Identificar el efecto que la temperatura y la presión tiene sobre la energía libre y la constante de equilibrio en estudios de casos. Realizar un compendio de los estudios de casos resueltos en clase y extra clase.
Equilibrio de sistemas heterogéneas (reacciones de fase condensada – fase gaseosa)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica los fundamentos termodinámicos del equilibrio químico en sistemas heterogéneos y las teorías de descomposición de compuestos químicos (óxidos, carbonatos y sulfuros) en la resolución de problemas.</p> <p>Genérica:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad para Identificar, plantear y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> Deducir la construcción de los diagramas de Ellingham aplicando los conceptos de energía libre molar estándar de reacción y la presión parcial de equilibrio en la resolución de problemas. Aplicar los diagramas de equilibrio de Ellingham y óxido-reducción en la descomposición de compuestos químicos para el procesamiento y transformación de materiales metálicos y cerámicos en la resolución de problemas. Realizar un compendio de problemas resueltos en clase y extra clase.

Termodinámica de soluciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica los conceptos de termodinámica de soluciones para la determinación de actividades termodinámicas de soluciones ideales y no ideales en solución de problemas.</p> <p>Genérica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para Identificar, plantear y resolver problemas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar mediante la ecuación de Gibbs-Duhem la actividad de un componente en solución cuando se conoce la actividad del otro componente en soluciones binarias. • Aplicar las propiedades termodinámicas de soluciones ideales, en la resolución de problemas. • Hacer uso de las propiedades de soluciones regulares para la determinación de actividades y propiedades termodinámicas de las soluciones, en la resolución de problemas. • Realizar un compendio de problemas resueltos en clase y extra clase.
Equilibrio de reacción en sistemas que contienen componentes en solución	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica los conceptos de actividad, así como los estados estándar alternos al equilibrio de reacciones de componentes diluidos en soluciones y determina la solubilidad de gases en metales y el efecto de la concentración de elementos en solución en sistemas multicomponentes para la resolución de estudios de casos.</p> <p>Genérica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deducir los estados estándar alternos; Raoultiano, Henriano, y del 1 % en Peso en estudios de casos. • Determinar el equilibrio de reacciones en sistemas que contienen componentes en solución en estudios de casos • Realizar un estudio de los coeficientes de interacción y elaborar un ensayo con la información obtenida. • Realizar un compendio de los estudios de caso resueltos en clase y extraclase.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Determinar la constante de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos. • Hacer uso de bases de datos termodinámicos para la construcción de diagramas de Ellinham y de estabilidad de compuestos. • Determinar la constante de equilibrio en sistemas homogéneos y heterogéneos. • Determinación de la constante crioscópica. • Resolver problemas en clase y extra clase. • Resolver estudios de casos en clase y extra clase.
--

9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que plantee 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.

Se recomienda para este apartado, integrar las investigaciones realizadas en el curso, y que se genere una presentación en ppt, y se presente en plenaria para su discusión y retroalimentación.

El objetivo del proyecto es que el estudiante demuestre su competencia, considerando los siguientes puntos: marco teórico con antecedentes, objetivo, conclusiones y observaciones.

Mientras el estudiante expone el tema, la actividad de los alumnos consiste en reflexionar sobre lo que escuchan, contestar preguntas que el expositor formula, y posteriormente aclarar aquellos aspectos que no hayan sido comprendidos.

Para la realización de este evento, el docente cumple con la función de moderador del mismo activando los puntos siguientes:

Generar una lista de exposiciones con tiempos especificados para exponer y retroalimentar. Ésta se coloca frente al grupo y después de hacer una breve presentación inicia la plática con una introducción al tema.

Terminada la introducción, el expositor procede a informar a su auditorio acerca del tema de la exposición. (La exposición debe ser planeada con anterioridad y realizarse de manera ordenada).

A continuación, el expositor hace una síntesis breve de lo expuesto, limitando su tiempo de antemano. Una vez terminada la exposición del tema se procede a un lapso de preguntas y respuestas, presentadas en forma ordenada. Se sugiere limitar el tiempo asignado para esta fase.

Cuando el tema ha quedado claro, y el tiempo establecido ha terminado, se da por concluida la sesión. La evaluación de esta exposición se realiza por medio de una rúbrica generada por el Docente en la cual incluya la evaluación de pares.

10. Evaluación por competencias

Para ello se recomienda, que se realicen Hojas de cotejo o, Rúbricas para evaluar los siguientes puntos:

- Reportes de las prácticas realizadas y los productos obtenidos.
- Asistencia y Puntualidad.
- Exámenes.
- Participación en clase.
- Portafolio de evidencias.
- Resúmenes entregados en tiempo y forma.
- Cuadro comparativo.
- Compendio de problemas y estudios de caso resueltos en clase y extra clase.

11. Fuentes de información

1. Levenspiel, O. (2002). *Ingeniería de las reacciones químicas*. México D. F.: Reverté.
2. Levenspiel, O. (2002). *El omnilibro de los reactores químicos*. México D.F.: Reverté.
3. Fogler, H. S. (2008). *Elementos de ingeniería de las reacciones químicas*. Naucalpan de Juarez: Pearson Educación.
4. Izquierdo, J. F. (2004). *Cinética de las reacciones químicas*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
5. Izquierdo, J. F. (2004). *Problemas resueltos de cinética de las reacciones químicas*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
6. Atkins, P. & Paula, J. (2008). *Química Física* (8ª edición). Ed. Panamericana.
7. Engel, T. & Reid, P. (2006). *Química Física*. Ed. Pearson Education S.A.
8. Levine, N. (2004). *Fisicoquímica*. (5ª Edición). Ed. McGraw-Hill / Interamericana de España.
9. Ruiz, J.J. *Cuestiones de Termodinámica Química*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
10. Logan, S. R. (2000). *Fundamentos de cinética química*. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana, cop.
11. Levine, N. (2004). *Fisicoquímica*. 5ª ed. Madrid : McGraw-Hill, cop.
12. NIST Chemistry WebBook (libro de la Web de Química del NIST): <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
13. Constantes físicas fundamentales: <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/>
14. Sistema Internacional (SI) de Unidades: <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>