

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	<b>Fisicoquímica I</b>
Carrera:	<b>Ingeniería Ambiental</b>
Clave de la asignatura:	<b>AMF-1010</b>
SATCA*	<b>3 - 2 - 5</b>

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Ambiental la capacidad para explicar los fenómenos involucrados en los procesos ambientales, así como la sensibilidad y conocimientos para enfrentarlos.

Para integrarla se ha hecho un análisis del campo de la física y la química, identificando los temas de termodinámica que tienen una mayor aplicación en el quehacer profesional de este ingeniero.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales; se imparte antes de cursar aquéllas a las que da soporte.

De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos, así como en el equilibrio de fases y el equilibrio químico, temas que le permiten participar en el desarrollo y ejecución del protocolo o parte de él, de investigación básica o aplicada para la resolución de problemas ambientales, así como tener una actitud emprendedora y de liderazgo para interactuar con otros profesionistas en la búsqueda de soluciones a los problemas del deterioro del medio ambiente.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario en cinco unidades, agrupando los conceptos básicos de la asignatura en la primera unidad; en la segunda unidad conocerá el equilibrio de fases y el equilibrio químico de las soluciones. Posteriormente, en la tercera unidad conocerá las propiedades termodinámicas de las soluciones no electrolíticas y sus propiedades coligativas. En una siguiente unidad, conocerá la termodinámica de las soluciones electrolíticas, su actividad iónica y las condiciones eléctricas en la solución, así como sus propiedades coligativas. Y en la última unidad, aplicará los procesos de adsorción.

El propósito es abordar reiteradamente los conceptos fundamentales hasta conseguir su comprensión. Se propone abordar los procesos termodinámicos desde un punto de vista conceptual, partiendo de la identificación de cada uno de dichos procesos en el entorno cotidiano o el de desempeño profesional. En el tema de equilibrio entre fases, se incluye el

---

\* Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

estudio de cómo influye la presión de trabajo en la temperatura a la que se da el cambio de fase con fines de profundización.

Se sugiere una actividad integradora desde la primera unidad, que permita aplicar los conceptos termodinámicos estudiados. Esto permite dar un cierre a la materia mostrándola como útil por sí misma en el desempeño profesional, independientemente de la utilidad que representa en el tratamiento de temas en materias posteriores.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus alumnos para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el profesor todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica e interpreta los conceptos fisicoquímicos y el tipo de solución, que le ayuden a explicar y describir fenómenos que ocurren en su entorno. Establece y adapta ecuaciones de equilibrio, ecuaciones de estado relacionados con problemas ambientales.</li><li>• Aplica teorías y principios de equilibrio físico, las variaciones de propiedades en un componente puro, en una solución o en una dispersión que le permitan interpretar los fenómenos fisicoquímicos y su importancia.</li></ul>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Habilidades interpersonales</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• .Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Búsqueda del logro</li></ul>
--	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>IT de Villahermosa</p> <p>Del 7 al 11 de septiembre de 2009</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:</p> <p>IT de Celaya</p> <p>IT de Mérida</p> <p>IT de Minatitlán</p> <p>IT de Nuevo León</p> <p>ITS de Santiago Papasquiario</p> <p>IT de Villahermosa</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la formación y desarrollo de competencias profesionales de la carrera de Ingeniería Ambiental</p>
<p>Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Santiago Papasquiario y Villahermosa.</p> <p>Fecha: 17 de septiembre de 2009 a 5 de febrero de 2010</p>	<p>Representante de la Academia de Ingeniería Ambiental.</p>	<p>Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la carrera de</p>
<p>IT de Celaya</p> <p>Del 8 al 12 de febrero de 2010</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos participantes de:</p> <p>IT de Celaya</p> <p>IT de Mérida</p> <p>IT de Nuevo León</p> <p>ITS de Santiago Papasquiario</p> <p>IT de Villahermosa</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de la carrea de Ingeniería Ambiental</p>

#### 5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Identifica e interpreta los conceptos fisicoquímicos y el tipo de solución, que le ayuden a explicar y describir fenómenos que ocurren en su entorno. Establece y adapta ecuaciones de equilibrio, ecuaciones de estado relacionados con problemas ambientales.

- Aplica teorías y principios de equilibrio físico, las variaciones de propiedades en un componente puro, en una solución o en una dispersión que le permitan interpretar los fenómenos fisicoquímicos y su importancia.

## 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Establecer adecuadamente las ecuaciones necesarias para cada sistema.
- Conocer los conceptos básicos de química inorgánica.
- Aplicar las leyes de la termodinámica.
- Conocer los conceptos de estequiometría.
- Manejar software básico para procesamiento de datos y elaboración de documentos.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LOS FLUIDOS	1.1. Propiedades termodinámicas de los componentes puros 1.2. Propiedades termodinámicas en sistemas 1.3. Evaluación de propiedades termodinámicas 1.3.1. Unidades de concentración 1.3.2. Sistemas ideales: Energía libre de Gibbs, Ley de Raoult, Ley de Henry 1.3.3. Sistemas reales: Soluciones líquido y sólidas (actividad), Soluciones gaseosas (fugacidad)
2.	EQUILIBRIO DE FASES Y EQUILIBRIO QUÍMICO	2.1. Tipos de soluciones: Acuosa, gaseosa y sólida 2.2. Equilibrio de fases (líquido-líquido, líquido-vapor, sólido-líquido, sólido-vapor) 2.3. Equilibrio químico: Potencial químico, Equilibrio $K_c$ y $K_p$ 2.4. Aplicación a solución de problema
3.	SOLUCIONES ELECTROLÍTICAS NO	3.1. Termodinámica de las mezclas 3.2. Equilibrio de fases de sistemas de dos componentes sólido-líquido 3.3. Propiedades coligativas 3.3.1. Disminución de la presión de vapor del solvente 3.3.2. Disminución del punto de congelación

		3.3.3. Aumento de la temperatura de ebullición de la solución
4.	SOLUCIONES ELECTROLÍTICAS	<p>4.1. Termodinámica de los iones en solución</p> <p>4.2. Actividad iónica</p> <p>4.3. Condiciones eléctricas en la solución (potenciales de interacción: ión-ión, ión molécula,-molécula-molécula)</p> <p>4.4. Propiedades coligativas de las soluciones electrolíticas</p> <p>4.4.1. Presión osmótica</p> <p>4.4.2. Efecto de Salting-in y salting-out en el equilibrio líquido vapor por la adición de una sal soluble a una solución binaria</p>
5.	PROCESOS DE ADSORCIÓN	<p>5.1. Adsorción.</p> <p>5.2. Tipos de adsorción.</p> <p>5.3. Tipos de Energía de adsorción.</p> <p>5.4. Aplicaciones de la adsorción.</p>

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor debe:

- Ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, conocer su origen y desarrollo histórico para considerar este conocimiento al abordar los temas.
- Desarrollar la capacidad para coordinar y trabajar en equipo; orientar el trabajo del estudiante y potenciar en él la autonomía, el trabajo cooperativo y la toma de decisiones.
- Mostrar flexibilidad en el seguimiento del proceso formativo y propiciar la interacción entre los estudiantes.
- Tomar en cuenta el conocimiento de los estudiantes como punto de partida y como obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos.
- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de una actividad, señalar o identificar el tipo de proceso intelectual que se realizó: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc.
- Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer la función matemática a la que se ajustan las propiedades termodinámicas de los componentes puros; elaboración de un principio a partir de una serie de observaciones producto de un experimento: síntesis.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Ejemplo: buscar y contrastar definiciones de los tipos de soluciones y sus unidades de concentración.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Ejemplo: al socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios a las que ésta da soporte para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante. Ejemplos: identificar los equilibrios de fase y hallar la relación entre cambios de fase
- Propiciar el desarrollo de capacidades intelectuales relacionadas con la lectura, la escritura y la expresión oral. Ejemplos: trabajar las actividades prácticas a través de guías escritas, redactar reportes e informes de las actividades de experimentación, exponer al grupo las conclusiones obtenidas durante las observaciones.
- Facilitar el contacto directo con materiales e instrumentos, al llevar a cabo actividades prácticas, para contribuir a la formación de las competencias para el trabajo experimental como: identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, trabajo en equipo.
- Propiciar el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, que encaminen hacia la investigación.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente.



- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de la asignatura (procesador de texto, hoja de cálculo, base de datos, graficador, Internet, etc.).

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

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

- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como de las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Propiedades termodinámicas de los fluidos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender los fundamentos de la termodinámica aplicada a fluidos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar investigación en diversas fuentes sobre la importancia y conceptos de la termodinámica aplicada a los fluidos.</li><li>• Explicar los postulados del estado termodinámico por medio de una exposición.</li><li>• Explicar la ecuación de estado y resolver problema.</li><li>• Ejemplificar como formar soluciones líquidas, sólidas y gaseosas.</li><li>• Deducir expresiones para el cálculo de cambio de propiedades en soluciones.</li><li>• Investigar la ley de Raoult, sus desviaciones y ejemplos para cada caso.</li><li>• Investigar la ley de Henry.</li><li>• Calcular propiedades termodinámicas de soluciones ideales líquidas y gaseosas.</li><li>• Definir el potencial químico y su importancia en las propiedades termodinámicas de las mezclas y como criterio de equilibrio.</li><li>• Investigar definiciones de fugacidad y coeficiente de fugacidad de sustancias puras y soluciones y los métodos que</li></ul>

	<p>existen para su cálculo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el coeficiente de fugacidad para sustancias puras y soluciones mediante gráficos, a partir de datos experimentales y ecuaciones de estado.</li> <li>• Investigar la definición de la actividad, el coeficiente de actividad y su relación con la energía libre de Gibbs de exceso.</li> <li>• Analizar el efecto de la composición en el coeficiente de actividad.</li> <li>• Analizar el efecto de la composición en soluciones reales.</li> </ul>
--	---

## Unidad 2: Equilibrio de fases y equilibrio químico

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Conocer y aplicar el equilibrio de fases para distintos tipos de sistemas en equilibrio</p> <p>Determinar la constante de equilibrio en un sistema ideal y no ideal de una reacción homogénea y heterogénea, en función de la presión o concentración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el concepto de fase.</li> <li>• Conocer las definiciones básicas de equilibrio.</li> <li>• Comprender la regla de las fases de Gibbs y resolver problemas con la ecuación de Gibbs.</li> <li>• Investigar el concepto de equilibrio físico o de fases en soluciones y los criterios de equilibrio en soluciones.</li> <li>• Estudiar los sistemas de un solo componente.</li> <li>• Estudiar los sistemas de dos componentes.</li> <li>• Determinar y comprender los equilibrios sólido – líquido.</li> <li>• Comprender la naturaleza de las fases sólidas.</li> <li>• Reconocer la clasificación de los equilibrios.</li> <li>• Interpretar el equilibrio de fases.</li> <li>• Diferenciar una solución ideal en el sentido de la ley de Raoult con la ley de Henry para el caso de equilibrio líquido-gas.</li> <li>• Resolver problemas de equilibrio de soluciones ideales binarias.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar el equilibrio líquido-sólido para sistemas binarios (Datos T-x) con ejemplos</li> <li>• Definir el potencial químico y su importancia en las propiedades termodinámicas de las mezclas y como criterio de equilibrio.</li> <li>• Elaborar resumen de los conceptos de equilibrio químico, reacción homogénea y heterogénea, constante de equilibrio, así como las ecuaciones empleadas en su cálculo para ser discutidos en clase.</li> <li>• Resolver problemas de constantes de equilibrio en reacciones homogéneas y heterogéneas.</li> </ul>
--	--

### Unidad 3: Soluciones no electrolíticas

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Comprender los fundamentos de la termodinámica aplicada a las mezclas.</p> <p>Aplicar los conceptos de las propiedades coligativas en la solución de problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las propiedades coligativas y sus aplicaciones.</li> <li>• Analizar el efecto de adicionar un soluto no volátil en la presión de vapor, sobre el punto de ebullición y de congelación de una solución y calcular su variación</li> <li>• Calcular pesos moleculares de solutos de no electrolitos, a través de las propiedades coligativas.</li> <li>• Analizar el efecto que se tiene en la presión osmótica por la adición de un soluto en un solvente puro.</li> <li>• Estimar la presión osmótica en soluciones no electrolíticas</li> </ul>

### Unidad 4: Soluciones electrolíticas

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Comprender los fundamentos de la termodinámica de formación y solvatación de iones.</p> <p>Aplicar los conceptos de las propiedades coligativas en la solución</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los conceptos de entalpía, entropía y energía de Gibas de la formación de iones en disolución.</li> <li>• Investigar los fundamentos de la termodinámica de formación y solvatación de iones.</li> </ul>

de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los conceptos de actividad y coeficiente de actividad para soluciones electrolíticas.</li> <li>• Calcular pesos moleculares de solutos electrolitos, a través de las propiedades coligativas.</li> <li>• Analizar el efecto que se tiene en la presión osmótica de soluciones electrolíticas.</li> <li>• Estimar la presión osmótica en soluciones electrolíticas.</li> <li>• Analizar el efecto en el equilibrio líquido-vapor (efecto de salting-in , efecto de salting-out) por la adición de sales en soluciones.</li> </ul>
---------------	--

#### Unidad 5: Procesos de adsorción

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Comprender los fundamentos de los procesos de adsorción.</p> <p>Conocerá los fenómenos de adsorción y comprenderá el funcionamiento de un convertidor catalítico para la eliminación de emisiones tóxicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un resumen de los conceptos de: adsorción y los procesos de adsorción.</li> <li>• Conocer el concepto de adsorción y absorción.</li> <li>• Comprender y analizar los tipos de adsorción.</li> <li>• Estudiar la adsorción de gases por sólidos.</li> <li>• Conocer las isotermas de adsorción.</li> <li>• Encontrar las aplicaciones de la adsorción en la cromatografía de gases, agentes humectantes y catálisis.</li> </ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Atkins, William P. *Fisicoquímica*. Addison – Wesley Iberoamericana. Sin edición. México, 1997
2. Castellan, Gilbert. *Fisicoquímica*. Addison - Wesley Iberoamericana.
3. Crockford, H.D., Knight Samuel B. *Fundamentos de Fisicoquímica*. CECSA.
4. Chang, Raymond. *Química*. McGraw – Hill.
5. Howell, John R., Buckius, Richard. *Principios Termodinámicos para Ingenieros*.
6. Huang, Francis. *Ingeniería Termodinámica: Fundamentos y Aplicaciones*. CECSA.
7. Langmuir, I. *Journal Chemical Society*, 38,2221 (1916), idem. 40, 1316 (1918)
8. Levine, Ira N. *Fisicoquímica volumen I y II*, Quinta edición. Mc Graw- Hill. México, 2004.
9. Maron, Samuel H. y Karl F. Protton. *Fundamentos de Fisicoquímica*. Edit. Limusa, México, 1985.
10. Moore, W. J. *Química Física*. Prentice-Hall, Hispanoamericana. México, 1995.
11. Perry – Chilton. *Manual del Ingeniero Químico*. McGraw – Hill, 6ta. edición.
12. Yunus A. Congel y Michael A. Boles. *Termodinámica*, Cuarta edición, Mc. Graw- Hill. México, 2004.

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Equilibrio líquido-vapor. Elaboración del diagrama T-X-Y a presión constante.
- Propiedades coligativas: Aumento del punto de ebullición. Disminución de la temperatura de congelación
- Calcular teórica y experimentalmente el diagrama de puntos de ebullición de un sistema líquido-líquido etanol-agua (azeótropo) a diferentes temperatura y presión constante, y determinar experimentalmente y posteriormente hacer la curva de equilibrio del sistema.
- Realiza las siguientes mezclas (agua y ácido sulfúrico, agua y alcohol, agua y hidróxido de sodio, agua y gredina), anota el volumen inicial y final de cada una de las mezclas. a) Identifica si es una reacción exotérmica o endotérmica.