



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México

**SD**  
Secretaría de Docencia



Universidad Autónoma del Estado de México • Secretaría de Docencia • Dirección de Estudios Profesionales

# **Universidad Autónoma del Estado de México**

## **Licenciatura de Ingeniero Químico 2003**

**Programa de Estudios:**

**Equilibrios Termodinámicos**



**I. Datos de identificación**

Licenciatura

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="6"/>
	Horas teóricas	Horas prácticas	Total de horas	Créditos

Período escolar en que se ubica 

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Seriación 

Ninguna			Ninguna					
UA Antecedente			UA Consecuente					

**Tipo de Unidad de Aprendizaje**

Curso	<input checked="" type="checkbox"/>	Curso taller	<input type="checkbox"/>
Seminario	<input type="checkbox"/>	Taller	<input type="checkbox"/>
Laboratorio	<input type="checkbox"/>	Práctica profesional	<input type="checkbox"/>
Otro tipo (especificar)	<input type="text"/>		

**Modalidad educativa**

Escolarizada. Sistema rígido	<input type="checkbox"/>	No escolarizada. Sistema virtual	<input type="checkbox"/>
Escolarizada. Sistema flexible	<input checked="" type="checkbox"/>	No escolarizada. Sistema a distancia	<input type="checkbox"/>
No escolarizada. Sistema abierto	<input type="checkbox"/>	Mixta (especificar)	<input type="text"/>

**Formación común**

Químico en Alimentos 2003	<input type="checkbox"/>	Químico 2003	<input type="checkbox"/>
Farmacéutico Biólogo 2006	<input type="checkbox"/>		

**Formación equivalente**

	<b>Unidad de Aprendizaje</b>
Químico en Alimentos 2003	<input type="text"/>
Químico 2003	<input type="text"/>
Farmacéutico Biólogo 2006	<input type="text"/>



## II. Presentación

El Plan de Estudios del Programa Educativo de Ingeniero Químico 2003, plantea un modelo educativo basado en competencias, para consolidar programas educativos pertinentes y de calidad. El Currículo se divide en tres áreas: la básica, la sustantiva y la integradora que en conjunto pretenden dar una formación acorde a los tiempos actuales de una sociedad cada vez mas dinámica, participativa y demandante.

La Unidad de Aprendizaje (UA) de Equilibrios Termodinámicos pertenece al área sustantiva y pretende que el estudiante se capacite en la determinación de las condiciones de equilibrio de sistemas de componentes puros y multicomponentes, lo cual constituye una de las bases del quehacer profesional del ingeniero químico sobre todo; para aquel cuyo perfil está orientado a la ingeniería de procesos; su importancia estriba en que representa la base fundamental sobre el conocimiento termodinámico de los procesos y que las herramientas que se utilizan para lograr las competencias de esta UA son de gran aplicación en el desarrollo de la ingeniería de las operaciones de separación y procesos unitarios.

La contribución de esta UA al perfil de egreso del Ingeniero Químico se centra en la promoción de competencias a nivel de entrenamiento de que inciden fuertemente en su formación profesional, ya que están orientadas principalmente al estudio y análisis de los procesos desde el punto de vista termodinámico, tales competencias son: Relacionar e identificar los fenómenos físicos que se presentan en un proceso determinado con las propiedades termodinámicas que lo describen, calcular las propiedades que determinan el equilibrio termodinámico en un proceso mediante la aplicación y solución de los modelos adecuados y trabajar en equipo entendiéndose esta actividad como elemento formativo y valorativo.

La UA consta de tres unidades de competencia: (1) Cálculo de propiedades termodinámicas de un componente puro, (2) Cálculo de propiedades molares parciales y de mezclado de sistemas multicomponente, (3) Determinación de las condiciones de equilibrio, sea este; equilibrio líquido – vapor (ELV), equilibrio líquido – líquido (ELL) o equilibrio sólido – líquido (ESL); en el desarrollo de las unidades de aprendizaje se propiciará el autoaprendizaje, así como el fortalecimiento de las habilidades, de las actitudes y valores propios de la UA durante todo el semestre.

La evaluación del aprendizaje será un proceso continuo en el cual la retroalimentación oportuna a los estudiantes acerca de su desempeño será fundamental para alcanzar los propósitos establecidos. Se utilizarán diferentes estrategias de aprendizaje como revisiones bibliográficas, elaboración



diagramas y representaciones gráficas, resolución de series de ejercicios y problemarios; trabajo activo en clase (resolución de problemas, exposiciones); así como el uso de software especializado. Las evaluaciones departamentales se aplicarán cuando lo señale el calendario oficial.

### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

Núcleo de formación: **Sustantivo**

Área Curricular: **Ciencias de la Ingeniería**

Carácter de la UA: **Obligatoria**

### IV. Objetivos de la formación profesional.

#### Objetivos del programa educativo:

Preparar, capacitar y formar a los alumnos con las bases humanísticas, científicas y tecnológicas mediante el reforzamiento de actitudes y valores; la adquisición de conocimientos como son los principios y fundamentos de las ciencias básicas, las matemáticas y la Ingeniería Química; y el desarrollo de habilidades de pensamiento superior (análisis, síntesis, razonamiento, creatividad) para que sean capaces de resolver problemas propios de la disciplina aplicando metodologías adecuadas, así como generar y/o optimizar procesos químicos, que conlleven a mejorar su entorno social, ambiental, laboral y económico para incrementar la calidad de vida en nuestro país.

#### Objetivos del núcleo de formación:

Permiten el análisis y aplicación del conocimiento específico de la Ingeniería Química y proporciona los elementos que refuerzan y le dan identidad a la profesión. Proveen al estudiante los elementos teóricos, metodológicos, técnicos e instrumentales propios de la Ingeniería Química y las competencias de su área de dominio científico.

#### Objetivos del área curricular o disciplinaria:

### V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Intervenir en la resolución de problemas que se relacionan con la determinación de las condiciones de equilibrio de sistemas de componentes puros y multicomponentes; con una visión crítica y de respeto orientadas a la calidad en el



trabajo, la perseverancia y la tolerancia, así como la disposición a aprender a aprender.

## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización

### Unidad 1. Equilibrio termodinámico de componentes puros

**Objetivo:** Determinar las propiedades termodinámicas de un componente puro (presión de vapor, calor latente, punto triple y la fase en que se encuentra) mediante la interpretación de los diagramas de fases, a partir de datos experimentales utilizando modelos simples del equilibrio de fases (Ecuación de Clapeyron y Clausius-Clapeyron). Manteniendo una actitud proactiva y responsable, que repercuta en una elevada calidad en el trabajo, a través de la participación activa en tareas individuales y en equipo.

1.1 Segunda ley de la termodinámica como criterio de equilibrio

1.2 Propiedades termodinámicas a partir de modelos termodinámicos, diagramas de fases y datos experimentales

1.3 Equilibrio líquido – vapor de componentes puros

### Unidad 2. Equilibrio termodinámico de sistemas ideales

**Objetivo:** Determinar las propiedades termodinámicas de mezclado (entalpía de mezclado) y las propiedades molares parciales (volumen molar parcial) a partir de datos experimentales y por medio de las ecuaciones y modelos adecuados. Manteniendo una actitud proactiva y responsable, que repercuta en una elevada calidad en el trabajo, a través de la participación activa en tareas individuales y en equipo

2.1 El potencial químico como criterio del equilibrio de fases y su relación con la fugacidad

2.2 Propiedades de mezclado y propiedades molares parciales

2.3 Expresiones termodinámicas para el cálculo del potencial químico, la fugacidad y la entalpía de mezclado

### Unidad 3. Equilibrio termodinámico de sistemas reales

**Objetivo:** Determinar las condiciones del equilibrio Líquido-Vapor mediante la aplicación y programación de un algoritmo de cálculo apropiado. Utilizar ASPEN para determinar condiciones equilibrio con modelos termodinámicos de mayor



complejidad (UNIFAQ y UNQUAC). Realizar la exposición de un trabajo de investigación relacionado con las aplicaciones de los equilibrios Líquido-Vapor, Líquido-Líquido y Sólido-Líquido. Manteniendo una actitud proactiva, responsable, tolerante, de respeto y calidad en el trabajo, a través de actividades individuales, en equipo, uso de software especializado y búsqueda y análisis de información.

- 3.1 Importancia y aplicación del ELV en los procesos de separación
- 3.2 Diagramas de fases de sistemas binarios
- 3.3 Punto de burbuja, punto de rocío, punto azeotrópico y vaporización instantánea (flash) para sistemas ideales y no ideales
- 3.4 Importancia y aplicación del ELL en los procesos de separación
- 3.5 Coeficientes de actividad mediante los distintos modelos de energía libre de exceso: Margules, Van Laar, Wilson, NRTL.
- 3.6 Miscibilidad y diagramas de fases
- 3.7 Importancia y aplicación del ESL en los procesos de separación

**VII. Sistema de evaluación**

La evaluación del estudiante se basará principalmente en la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas durante el desarrollo del curso, de la misma forma; se tomarán en cuenta los valores y la actitud mostrada por los estudiantes en las actividades académicas, en la resolución de problemas y en las evidencias de los criterios de desempeño, propios de la unidad de competencia.

La UA se acreditará a través de dos evaluaciones parciales como se indica a continuación.

Criterios de evaluación:

Primera evaluación.....5 puntos

Segunda evaluación.....5 puntos

La primera evaluación contempla las unidades de competencia I y II, y se consideran los siguientes productos:

Examen individual.....75%

Ejercicios resueltos en equipo dentro y fuera de clase.....25%

La segunda evaluación contempla las unidades de competencia III y se consideran los siguientes productos:

Examen individual.....50%

Ejercicios resueltos en equipo dentro y fuera de clase.....25%



Desarrollo y exposición del proyecto de investigación.....25%

Si el promedio de las dos evaluaciones parciales es igual o superior a 8.0 el alumno exentará la U de A. Si el promedio de dichas evaluaciones está entre 6.0 y 7.9, será necesario hacer un examen ordinario global, y la calificación de éste, será promediada con el promedio de las evaluaciones parciales. La calificación mínima es de 6.0 puntos en una escala de 10.0 para ser promovido.

El examen ordinario global contempla todas las unidades de competencia I, II y III y es el único producto de esta evaluación.

En cada uno de los productos de evaluación se considerarán los siguientes aspectos:

Producto: Documento desarrollado individualmente o en equipo (examen o ejercicios resueltos en equipo dentro y fuera de clase)

Presentación Escrita (10%)  
Investigación sobre el problema (10%)  
Resolución del problema  
Planteamiento (20%)  
Desarrollo (20%)  
Resultado y exactitud (20%)  
Conclusiones (20%)

Producto: Desarrollo y exposición del proyecto de investigación  
Expresión oral y secuencia lógica de las ideas (20%)  
Presentación del trabajo, incluyendo reporte escrito (30 %)  
Defensa del trabajo (20%)  
Motivación para la participación de los oyentes (10%)  
Autoevaluación (10%)  
Co-evaluación (10%)

## VIII. Acervo bibliográfico

### Básica

Smith, J. M.. y Van Ness H. C., "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química", 7ª . Ed., McGraw-Hill Interamericana, 2005.

Sandler, S., "Chemical and Engineering Thermodynamics," 3rd edition, Wiley, New York, 1999.



Walas, S.M., "Phase Equilibria in Chemical Engineering," Butterworth-Heinmann, Boston, MA ,1985.

Prausnitz, J.M., R.N. Lichtenthaler, and E.G. de Azevedo, "Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria," 3rd Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey , 2000.

### **Complementaria**

Balzhiser, Richard E., Samuels M. R. y Eliassen J. D., "Chemical Engineering Thermodynamics", 1st. ed., Prentice Hall, 1972.

Castellan, G. W.. "Fisicoquímica", 2a. ed., Addison Wesley Longman Iberoamericana, 1987.

Poling, B.E., J.M. Prausnitz, and J.P. O'Connell, "The Properties of Gases and Liquids," 5th edition, McGraw-Hill Book Company, 2000.