

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Termodinámica
Carrera :	Ingeniería Ambiental, Ingeniería Bioquímica e Ingeniería Química
Clave de la asignatura :	AEF-1065
SATCA ¹	3-2-5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero habilidades para identificar, analizar, formular, sintetizar y resolver problemas, considerando el uso eficiente de la energía en los procesos de producción, además de trabajar en equipo.

Se organiza el temario, en cinco unidades, en la primera unidad se tratan los conceptos básicos y las leyes de la termodinámica. Al estudiar cada ley se incluyen los conceptos involucrados con ella para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos. En la segunda unidad se inicia caracterizando las propiedades de los fluidos y las leyes que los rigen.

En la tercera y cuarta unidad integra la primera y segunda ley de la termodinámica, sus aplicaciones en diferentes sistemas.

La quinta unidad contempla el estudio termodinámico de las reacciones químicas con y sin cambio de fase.

Puesto que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales, se inserta en el tercer semestre.

Intención didáctica.

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

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

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 contruidos, 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>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Seleccionar e interpretar propiedades termodinámicas en tablas y diagramas.▪ Estimar propiedades termodinámicas de gases, empleando ecuaciones de estado.▪ Aplicar la primera ley de la termodinámica a diferentes sistemas de equipos y procesos.▪ Cuantificar los requerimientos térmicos en diferentes procesos.▪ Resolver problemas de diferentes tipos de energía, calor y trabajo.	<p>Competencias genéricas:</p> <p><u>Competencias instrumentales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis• Capacidad de organizar y planificar• Conocimientos básicos de la carrera• Comunicación oral y escrita• Habilidades básicas de manejo de la computadora• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas• Solución de problemas• Toma de decisiones. <p><u>Competencias interpersonales</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad crítica y autocrítica• Trabajo en equipo• Habilidades interpersonales. <p><u>Competencias sistémicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica• Habilidades de investigación• Capacidad de aprender• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)• Habilidad para trabajar en forma autónoma• Búsqueda del logro.	
--	--	--

4.- HISTORIA 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, Mérida, Minatitlán, Nuevo León, Superior de Santiago Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Ambiental de los Institutos Tecnológicos: Celaya, Minatitlán, Nuevo León y Villahermosa.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
Instituto Tecnológico de Celaya, del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Mérida, Nuevo León, Superior de Papasquiaro y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Ambiental.
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 la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Bioquímica de los Institutos Tecnológicos: Durango.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
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 la Carrera de Ingeniería Bioquímica.
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Superior de Centla, Chihuahua, Durango,	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	La Laguna, Lázaro Cárdenas, Matamoros, Mérida, Minatitlán, Orizaba, Pachuca, Parral, Tapachula, Tepic, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Química.
Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 17 de septiembre de 2009 al 5 de febrero de 2010.	Academias de Ingeniería Química de los Institutos Tecnológicos: Orizaba, Durango, Villahermosa y Minatitlán.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Química.
Instituto Tecnológico de Celaya, del 8 al 12 de febrero de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Celaya, Superior de 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 la Carrera de Ingeniería Química.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Acapulco, Aguascalientes, Altiplano de Tlaxcala, Apizaco, Boca del Río, Ciudad Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Ciudad Madero, Ciudad Victoria, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Superior de Coatzacoalcos, Colima, Cuautla, Durango, Superior de El Dorado, El Llano de Aguascalientes, Huejutla, Huatabampo, Superior de Huixquilucan, Iguala, Superior de Irapuato, La Laguna, La Paz, León, Linares, Superior de Macuspana, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Nuevo Laredo, Superior del Oriente del Estado de Hidalgo, Orizaba, Pachuca, Superior de Pátzcuaro, Superior de Poza Rica, Superior de Progreso, Puebla, Superior de Puerto Vallarta, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tacámbaro, Superior de	Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
	Tamazula de Gordiano, Tehuacán, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Superior de Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Superior de Zongolica.	
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de Junio de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Tuxtepec, Tijuana, Saltillo, Zacatecas, Mérida, Veracruz, Celaya, Aguascalientes, Orizaba, Superior de Poza Rica, Superior de Tamazula de Gordiano, Superior de Tacámbaro, Superior de Irapuato, Superior de Coahuila de Zaragoza y Superior de Venustiano Carranza.	Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Aplicar las leyes de la termodinámica en el cálculo de requerimientos de calor y trabajo en equipos y procesos industriales.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Utilizar las dimensiones y unidades.
- Resolver problemas de integrales definidas.
- Resolver problemas de cálculo diferencial.
- Resolver problemas de estequiometría.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Conceptos y propiedades termodinámicas	1.1. Origen y alcance de la Termodinámica 1.2. Conceptos y propiedades fundamentales 1.3. Ley cero de la termodinámica
2.	Propiedades de los fluidos puros	2.1. Sustancias puras 2.2. Calor latente y sensible 2.3. Propiedades volumétricas de los fluidos y sus diagramas PT ,PV y PVT 2.4. Tablas de Vapor 2.5. Relación PVT 2.6. Leyes y ecuaciones del Gas Ideal 2.7. Leyes y ecuaciones de los Gases no Ideales
3.	Primera Ley de la Termodinámica	3.1. Deducción de la ecuación de la primera ley en sistemas cerrados y abiertos. 3.2. Aplicaciones de la primera Ley en sistemas cerrados 3.3. Aplicaciones de la primera Ley en sistemas abiertos
4.	Segunda Ley de la Termodinámica	4.1. Conceptos de reversibilidad e irreversibilidad 4.2. Entropía y su expresión matemática 4.3. Balance general de entropía en sistemas termodinámicos 4.4. Ciclos termodinámicos.
5.	Termofísica y termoquímica	5.1. Cálculos de variación de entalpía en procesos sin cambio de fase 5.2. Cálculos de variación de entalpía con cambio de fase

		5.3. Cálculos de variación de entalpía para procesos con reacción química
--	--	---

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente 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.

- Reconocer la función matemática a la que se ajusta cada una de las leyes de los gases: reconocimiento de patrones; elaboración de un principio a partir de una serie de observaciones producto de un experimento: síntesis.
- Buscar y contrastar definiciones de las leyes identificando puntos de coincidencia entre unas y otras definiciones e identificar cada ley en situaciones concretas.
- Socializar los resultados de las investigaciones y las experiencias prácticas solicitadas como trabajo extra clase.
- Identificar las formas de transmisión de calor, hallar la relación entre cambios de fase y cambios de enfriamiento-calentamiento.
- 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.
- Identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, fomentando el trabajo en equipo.
- Realizar el análisis de casos prácticos.
- 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 obtenidas en el análisis de casos prácticos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Conceptos y propiedades termodinámicas

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Explicar la importancia de la energía, sus formas, principios Explicar los conceptos básicos de la termodinámica. Resolver problemas utilizando diferentes sistemas de unidades.	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar un ensayo sobre termodinámica y energía.• Investigar el significado de los siguientes conceptos: peso, masa, fuerza, trabajo, calor, densidad, peso específico, volumen específico, volumen molar, sistemas cerrados, abiertos y aislados, límites o fronteras, entorno, propiedades intensivas y extensivas, estado y equilibrio termodinámico, procesos y ciclos, trayectoria, procesos de flujo estable y transitorio, Leyes fundamentales de la termodinámica, energía y formas de energía.• Elaborar trabajos escritos sobre temperatura y Ley cero de la termodinámica.• Investigar los diferentes tipos de dispositivos para medir la temperatura.• Elaborar trabajos escritos sobre presión: significado y medición.• Resolver problemas que involucren el concepto de presión.• Elaborar un resumen sobre diferentes sistemas de unidades.• Resolver problemas de conversión de unidades. Aplicar la constante g_c a la solución de problemas.

Unidad 2: Propiedades de los fluidos puros

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Explicar el concepto de sustancia pura y sus propiedades.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar el significado de los siguientes conceptos: sustancia pura, procesos de cambio de fase de sustancias puras, líquido

<p>Aplicar diferentes ecuaciones de estado para calcular P, V y T de gases ideales y no ideales.</p> <p>Utilizar las tablas de vapor y diagramas, en la resolución de problemas.</p>	<p>comprimido, líquido saturado, vapor saturado, calidad de vapor, vapor sobrecalentado, temperatura y presión de saturación, calor latente y calor sensible.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar trabajos sobre diagramas PT, TV, PV y superficie PVT para sustancias puras. • Resolver problemas que involucren tablas de propiedades de vapor. • Investigar los siguientes tópicos: Ley de Boyle, Charles y Gay-Lussac, Ley de Avogadro, Ley del gas ideal, Ley de Dalton y concepto de presión parcial, Ley de Amagat, Ley de los estados correspondientes, factor de compresibilidad, estado crítico, y desviaciones del comportamiento ideal. • Aplicación de la ecuación de Van der Waals y sus implicaciones. • Elaborar un resumen sobre ecuaciones de estado para gas no ideal. • Resolver problemas utilizando ecuaciones de estado y tablas de propiedades. • Calcular las desviaciones del comportamiento respecto al gas ideal. • Participar en discusiones grupales de los temas investigados.
--	---

Unidad 3: Primera Ley de la Termodinámica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar la primera Ley de la termodinámica para realizar cálculos de energía en sistemas cerrados y abiertos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar el significado de los siguientes conceptos: interacciones de energía y trabajo, concepto de calor, energía potencial, energía cinética, energía interna y entalpía, formas mecánicas del trabajo, formas no mecánicas del trabajo, principio de conservación de masa, calores específicos (C_P y C_V) y su relación, energía interna y entalpía para gases ideales, sólidos y líquidos, trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento. • Investigar el experimento de Joule y de Joule-Thompson. • Elaborar trabajos sobre la primera Ley de la termodinámica y cálculos de energía en sistemas cerrados y en sistemas de flujo estable. • Resolver problemas aplicando la primera Ley de la termodinámica.

	<ul style="list-style-type: none"> Investigar las características y aplicaciones de algunos dispositivos de flujo estable (toberas y difusores, turbinas y compresores, válvulas de estrangulamiento, cámaras de mezclado, intercambiadores de calor, entre otros) y la aplicación de la primera Ley de la termodinámica.
--	--

Unidad 4: Segunda Ley de la Termodinámica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender los conceptos de reversibilidad, irreversibilidad y entropía.</p> <p>Realizará el balance general de entropía en sistemas termodinámicos.</p> <p>Calcular la eficiencia de diferentes ciclos de potencia y refrigeración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar el significado de los siguientes conceptos: transformaciones reversibles e irreversibles, depósitos de energía térmica, máquinas térmicas, refrigeradores y bombas de calor, máquinas de movimiento perpetuo, ciclo de Carnot. Deducir matemáticamente la segunda Ley de la termodinámica. Elaborar trabajos sobre el concepto y la aplicación de entropía. Investigar los siguientes tópicos: cambios de entropía de sustancias puras, procesos isentrópicos, diagramas de propiedades que incluyen a la entropía (T-S, P-H, SH), cambios de entropía en líquidos y gases ideales, trabajo reversible en flujo estable, eficiencia isentrópica, energía en procesos sin flujo, energía en procesos de flujo estable y tercera Ley de la termodinámica. Resolver problemas aplicando balances de entropía en sistemas termodinámicos. Elaborar trabajos sobre Ciclos de potencia de gas, ciclos de potencia de vapor y ciclos de refrigeración. Calcular la eficiencia para ciclos de potencia y refrigeración. Participar en discusiones grupales de los temas investigados.

Unidad 5: Termofísica y termoquímica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Calcular los cambios de entalpía en transformaciones físicas y químicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Calcular la variación de entalpía con y sin cambio de fase. Investigar los siguientes conceptos: calor de reacción, reacción de formación, valores

	<p>convencionales de entalpía de formación, calor de combustión, Ley de Hess, calores de solución y dilución, efectos de la temperatura en el calor de reacción</p> <ul style="list-style-type: none">• Calcular entalpías de reacción en función de energías de enlace.• Elaborar trabajos sobre mediciones calorimétricas.• Calcular cambios de entalpías durante una reacción química.• Participar en discusiones grupales de los temas investigados.
--	---

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Smith, J. M., Van Ness, H. C. y Abbott, M. M. Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química. México: McGraw – Hill, 6ta. edición.
2. Cengel, Y. A. y Boles, M. A. Termodinámica. México: McGraw – Hill, 4ta. edición.
3. Levenspiel, O. Fundamentos de Termodinámica. México: Prentice – Hall, Hispanoamericana.
4. Russell, L. D. y Adebisi, G. A. Termodinámica Clásica. México: Addison Wesley Longman.
5. Manrique, J. Termodinámica. Oxford University Press, Tercera edición.
6. Journal of Chemical Education. Disponible en: <http://jchemed.chem.wisc.edu/>
7. Castellan, G. W. Fisicoquímica. México: Addison Wesley Longman, Segunda edición.
8. Wark, K. Termodinámica. México: McGraw – Hill, Quinta edición.
9. Faires, V. y Simmang, C. Termodinámica. México: Límusa.
10. Balzhiser R. E, Samuels M.R. y Elliasen J.D., Termodinámica química para ingenieros, Prentice-Hall.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Termómetro de gas a volumen constante.
- Relación P-V para un sistema gaseoso (Ley de Boyle)
- Equivalencia calor-trabajo
- Determinación del C_p y C_v del aire.
- Calor de neutralización y de dilución
- Calor de combustión.
- Calor de reacción.
- Calor de fusión del hielo.
- Temperatura. Manejo de baños termostáticos
- Presión y medidores de presión.
- Densidad y volumen específico.
- Diagrama presión–temperatura para el agua.
- Determinación del equivalente de trabajo en calor.