

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura :	Termodinámica
Carrera :	Ingeniería Mecánica
Clave de la asignatura :	MEF-1031
SATCA ¹	3-2-5

2.- PRESENTACIÓN

Caracterización de la asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico la capacidad para explicar y resolver problemas que involucren el modelado y análisis de procesos termodinámicos. Asimismo le permitirá conocer y evaluar sistemas de aprovechamiento de fuentes de energía.

Para su integración se ha tomado en cuenta la aplicación de herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales, así como un análisis de los temas del campo de la física (particularmente aquellos de mayor utilidad en el quehacer profesional del Ingeniero Mecánico).

Esta asignatura consiste en proporcionar al alumno los conocimientos y conceptos fundamentales de la Termodinámica clásica a fin de establecer un contacto directo con los procesos termodinámicos más comunes en la industria, a donde prestará sus servicios profesionales. Al mismo tiempo se pretende dar un enfoque al desarrollo sustentable, sensibilizando al alumno para el uso eficiente de la energía en su desempeño profesional.

La materia de Termodinámica provee la base para asignaturas de las áreas de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada, tales como: mecánica de fluidos, sistemas e instalaciones hidráulicas, máquinas de fluidos compresibles, máquinas de fluidos incompresibles, sistemas de generación de energía, refrigeración y aire acondicionado. Por ello, se inserta en la primera mitad de la trayectoria escolar, antes de cursar aquellas a las que da soporte.

De manera particular, lo trabajado en esta asignatura se aplica en el estudio de los temas: ecuación de conservación de la energía, análisis de procesos termodinámicos, mecanismos básicos de transferencia de calor, intercambiadores de calor, acondicionamiento de aire y refrigeradores, turbinas de gas y de vapor, compresores, ventiladores, turbinas hidráulicas, bombas, entre otros.

Intención didáctica.

Se organiza el temario en seis unidades, combinando los contenidos conceptuales de la asignatura con ejemplos y problemas de aplicación en ingeniería de los procesos termodinámicos.

En primera instancia se abordan los principios y conceptos fundamentales que darán sentido y clarificarán la importancia de la asignatura. El conocimiento de las propiedades termodinámicas y las formas de energía permitirán al alumno comprender mejor la relación entre el medio ambiente y la energía, sensibilizándolo respecto al uso eficiente de la

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

energía.

En la segunda unidad se abordan las ecuaciones de estado para gases ideales, así como los procesos, diagramas y cambios de fases de la sustancia pura. El propósito es proporcionar las herramientas necesarias para que el alumno sea capaz de analizar los procesos termodinámicos que se llevan a cabo con gases ideales y las sustancias puras más utilizadas en los procesos de ingeniería. El alumno aprende a utilizar las tablas de propiedades termodinámicas para sustancia pura y gases más comunes.

Las Leyes de la termodinámica (primera y segunda), así como el tema correspondiente a entropía, se abordan en las siguientes unidades, buscando una visión de conjunto de este campo de estudio. Al estudiar cada ley se incluyen los conceptos involucrados con ella para hacer un tratamiento más significativo, oportuno e integrado de dichos conceptos. La segunda ley y el concepto de entropía son esenciales para fundamentar una visión de economía energética.

Finalmente y para aplicar de manera concreta los principios y conceptos aprendidos en el curso, se aborda el tema de la disponibilidad de energía con el propósito de que el alumno realice balances de exergía para determinar el trabajo máximo de un sistema termodinámico y mediante el correspondiente análisis de disponibilidad, determinar la eficiencia termodinámica de los procesos más comunes en ingeniería.

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

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>Competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Explicar, desde un punto de vista termodinámico, los fenómenos involucrados en los procesos de generación y transmisión de la energía.▪ Aplicar los elementos teóricos adquiridos al análisis de sistemas y procesos termodinámicos para tomar decisiones que permitan reducir consumos y hacer un uso responsable de la energía.	<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• Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas• Compromiso ético. <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• Liderazgo• Búsqueda del logro.	
--	---	--

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
<p>Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec del 9 al 13 de noviembre de 2009.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango, Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Desarrollo de Programas en Competencias Profesionales por los Institutos Tecnológicos del 16 de noviembre de 2009 al 26 de mayo de 2010.</p>	<p>Academias de Ingeniería Mecánica de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Durango, Ciudad Juárez, Superior de Monclova, La Laguna, Ciudad Victoria, Celaya y Saltillo.</p>	<p>Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño Curricular de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p>Instituto Tecnológico de Zacatecas del 12 al 16 de abril de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Aguascalientes, Superior de Alvarado, Boca del Río, Campeche, Celaya, Ciudad Guzmán, Ciudad Juárez, Superior de Ciudad Serdán, Ciudad Victoria, Superior de Coahuila de Zaragoza, Culiacán, Durango Estudios Superiores de Ecatepec, Hermosillo, La Laguna, La Piedad, Mérida, Superior de Monclova, Orizaba, Pachuca, Saltillo, San Luis Potosí, Superior de Tepexi de Rodríguez y Tuxtla Gutiérrez.</p>	<p>Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Comprender los principios teóricos fundamentales y propiedades relacionados con el manejo de la energía y aplicarlos al análisis de sistemas y procesos termodinámicos con énfasis en el uso responsable de la energía.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer las leyes elementales de la física (estática y dinámica).
- Conocer y manejar los sistemas de unidades.
- Conocer y resolver problemas que involucren: funciones, derivadas, diferenciales e integrales y sus aplicaciones.
- Medir variables físicas (presión, temperatura).
- Conocer las fuentes de energía y sus aplicaciones.
- Conocer los avances en la ciencia y la tecnología su importancia en los sistemas térmicos.

7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1.	Fundamento teórico	1.1. Termodinámica y Energía 1.2. Dimensiones y unidades 1.3. Conceptos básicos 1.4. Propiedades 1.5. Ley cero de la termodinámica 1.6. El principio de conservación de la masa. 1.7. Formas de energía. 1.8. Eficiencia en la conversión de energía. 1.9. Energía y ambiente. 1.10. Aspectos termodinámicos de los sistemas biológicos.
2.	Gases Ideales y sustancia Pura	2.1. La ecuación de estado de gas ideal 2.2. Ley de Boyle, Ley de Charles y Ley de Gay-Lussac 2.3. Calores específicos, energía interna y entalpía de gases ideales. 2.4. Procesos en gases ideales 2.5. Factor de compresibilidad 2.6. Otras ecuaciones de estado 2.7. Sustancia pura 2.8. Fases de una sustancia pura 2.9. Procesos, diagrama y cambios de fases. 2.10. Tablas de propiedades termodinámicas de las sustancias puras.
3.	Primera Ley de la Termodinámica	3.1. Transferencia de energía por calor, trabajo y masa. 3.2. Ecuación general de la Energía. 3.3. Balance de energía para sistemas cerrados 3.4. Balance de energía para sistemas de flujo estable.

		3.5. Balance de energía para proceso de flujo no estable.
4.	Segunda Ley de la Termodinámica	4.1. Principios básicos 4.2. Depósitos de energía térmica 4.3. Enunciado de Kelvin-Planck 4.4. Máquinas térmicas 4.5. Refrigeradores y bombas de calor 4.6. La escala termodinámica de temperatura 4.7. La máquina térmica de Carnot 4.8. La desigualdad de Clausius 4.9. El refrigerador y la bomba de calor de Carnot. 4.10. Procesos reversibles e irreversibles. 4.11. El ciclo de Carnot y principios de Carnot
5.	Entropía	5.1. El principio del incremento de entropía 5.2. Diagramas $T - s$ y $h - s$ 5.3. Las relaciones Tds 5.4. El cambio de entropía de sustancias puras 5.5. El cambio de entropía de líquidos y sólidos 5.6. El cambio de entropía de gases ideales 5.7. Eficiencias adiabáticas de algunos dispositivos de flujo permanente. 5.8. Balance general de entropía.
6.	Disponibilidad de Energía	6.1. Trabajo máximo, trabajo reversible e irreversibilidad. 6.2. Eficiencia de la segunda ley. 6.3. Disponibilidad de energía. Exergía. 6.4. Disminución de exergía y exergía destruida. 6.5. Balance de exergía.

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Exposición de conceptos clave por parte del profesor así como del alumno.
- Investigación documental y de campo por parte del alumno.
- Realizar una mesa redonda para discutir en grupo la importancia de las fuentes de energía.
- Llevar a cabo una lluvia de ideas para aclarar los conceptos de procesos reversibles e irreversibles.
- Realizar visitas a plantas generadoras de energía eléctrica para recopilar información y desarrollar ejemplos prácticos.
- Fomentar talleres de solución de casos prácticos tanto en clase como en laboratorio.
- Organizar sesiones grupales de discusión de conceptos.
- Promover la investigación entre los estudiantes
- Aportar conocimientos para evaluar y crear alternativas para el uso de los recursos disponibles en los sistemas térmicos
- Exponer información de las diversas formas en que la energía se manifiesta.
- Aplicar técnicas de medición para propiedades termodinámicas en análisis de procesos termodinámicos.
- Explicar el funcionamiento de diversas máquinas térmicas.
- Realizar un ensayo sobre el concepto de entropía.
- Explicar con ejemplos la influencia de la entropía en el medio social y en procesos termodinámicos.
- Graficar la relación entre dos variables de estado a partir de datos obtenidos experimentalmente.
- Emplear programas de cómputo y software tutoriales para reforzar la comprensión de las relaciones entre propiedades.
- Indagar en forma bibliográfica y por Internet.
- Desarrollar experimentos relacionados con la conversión de la energía.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se hará con base en siguiente desempeño:

- Exámenes escritos.
- Prácticas de laboratorio o simulación en software.
- Solución de casos prácticos, participación individual y en grupo.
- Reportes de visitas.
- Participar en ensayos y proyectos térmicos.
- Exposiciones por parte del alumno.
- Participación activa y crítica en clase.
- Asistencia a tutorías.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

Unidad 1: Fundamento Teórico

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Comprender los conceptos básicos de la termodinámica; explicar el concepto de sustancia pura y sus propiedades.	<ul style="list-style-type: none">• Investigar el concepto de energía y su importancia en el desarrollo tecnológico.• Investigar la definición de termodinámica y el campo de aplicación de esta disciplina.• Elaborar un ensayo sobre termodinámica y energía.• Investigar el significado de los siguientes conceptos, propiedades y sus aplicaciones: peso, masa, fuerza, trabajo, calor, densidad, peso específico, volumen específico, volumen molar, sistemas cerrados, abiertos y aislados, límites o fronteras, entorno, masa de control, volumen de control, estado, equilibrio, proceso, proceso de flujo estable, fase trayectoria ,ciclo, propiedad termodinámica, propiedades extensivas, propiedades intensivas, propiedad específica, presión, temperatura, 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 un trabajo escrito sobre presión: tipos, significado, medición y aplicaciones.• Discutir los principales aspectos termodinámicos de los sistemas biológicos.• Resolver problemas que involucren el concepto de presión y temperatura.• Elaborar un resumen sobre diferentes

	<p>sistemas de unidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolver problemas de conversión de unidades. Aplicar la constante g_c a la solución de problemas. • Participar en discusiones grupales de los temas investigados.
--	---

Unidad 2: Gases Ideales y Sustancia Pura

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Aplicar diferentes ecuaciones de estado, tablas de gases y tablas de vapor en la resolución de problemas termodinámicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la ecuación del gas ideal y sus características y las discutirán en dinámica de grupos. • Investigar el factor de compresibilidad como una desviación del gas ideal y sus características y las discutirán en dinámica de grupos. • Investigar los siguientes tópicos: Experimentos 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. • Elaborar un resumen sobre ecuaciones de estado para gases reales. • Investigar la relación de calores específicos con la energía interna y la entalpía de gases ideales y las discutirán en dinámica de grupos. • Investigar el significado de los siguientes conceptos: sustancia pura, procesos de cambio de fase de sustancias puras, líquido comprimido, líquido saturado, vapor saturado, calidad de vapor, vapor sobrecalentado, temperatura y presión de saturación, calor latente y calor sensible. • Investigar las fases de una sustancia y la discutirán en dinámica de grupos. • Identificar y discutir los procesos con cambio de fase y su representación en diagramas de propiedades. • Elaborar trabajos sobre diagramas PT, TV, PV y superficie PVT para sustancias puras. • Mostrar el manejo de tablas de propiedades termodinámicas y resolver problemas que involucren tablas de propiedades de vapor.

	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la presión de vapor y el equilibrio de fases y las discutirán en dinámica de grupos. • Investigar la relación de calores específicos con la energía interna y la entalpía de sólidos y líquidos y las discutirán en dinámica de grupos. • Resolver problemas utilizando ecuaciones de estado y tablas de propiedades, calcular las desviaciones del comportamiento respecto al gas ideal. • Aplicar software para la resolución de problemas (EES, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD).
--	---

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 balances 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 la masa, calores específicos y su relación, energía interna y entalpía para gases ideales, sólidos y líquidos, trabajo de flujo, energía de un fluido en movimiento y el experimento de Joule y de Joule-Thomson. Organizar una discusión en dinámica de grupos. • Analizar el balance de masa para procesos con flujo estable. • Analizar el trabajo de flujo y la energía de un fluido en movimiento. • Analizar la transferencia de energía por masa. • Elaborar trabajos sobre la primera ley de la termodinámica y el balance de energía en sistemas cerrados y en sistemas de flujo estable. Organizar una discusión en dinámica de grupos. • Analizar el balance de energía para sistemas cerrados y de flujo estable. • 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

	<p>calor, entre otros) y la aplicación de la primera ley de la termodinámica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar el balance de energía para procesos de flujo no estable (carga y descarga de recipientes). • Resolver problemas aplicando la primera ley de la termodinámica. • Participar en discusiones grupales de los temas investigados. • Aplicar software para la resolución de problemas (EES, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD).
--	---

Unidad 4: Segunda Ley de la Termodinámica

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender los conceptos relacionados con la segunda ley de la termodinámica y aplicarlos a la resolución de problemas en sistemas termodinámicos.</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. • Investigar y describir los enunciados de la segunda ley de la termodinámica (Kelvin-Planck y Clausius, entre otros). • Discutir los conceptos de las máquinas de movimiento perpetuo. • Aplicar la segunda ley de la termodinámica a ciclos y dispositivos cíclicos. • Analizar los refrigeradores y las bombas de calor y determinar el coeficiente de funcionamiento. • Investigar las irreversibilidades que se presentan en los procesos. • Describir el ciclo de Carnot y analizar los principios de Carnot. • Determinar las expresiones para la eficiencia térmica y coeficiente de funcionamiento de máquinas térmicas reversibles, bombas de calor y refrigeradores. • Aplicar la segunda ley de la termodinámica para desarrollar la escala termodinámica de temperatura. • Deducir matemáticamente la segunda ley de la termodinámica. • Resolver problemas de aplicación real relacionados con el tema. • Organizar una discusión en dinámica de grupos acerca de los temas investigados.

	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar software para la resolución de problemas (EES, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD).
--	---

Unidad 5: Entropía

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
<p>Comprender los conceptos relacionados con la segunda ley de la termodinámica y aplicarlos para realizar balances de entropía en sistemas termodinámicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar trabajos sobre el concepto y la aplicación de entropía. • Definir y analizar el principio del incremento de entropía. • Analizar el cambio de entropía de sustancias puras y representarlo en diagramas temperatura - entropía y entalpía – entropía. • Analizar y discutir la entropía y la generación de entropía en la vida diaria. • Analizar las relaciones Tds y el cambio de entropía de sólidos y líquidos. • Analizar las relaciones Tds y el cambio de entropía de gases ideales mediante calores específicos constantes (tratamiento aproximado) y calores específicos variables (tratamiento exacto). • Analizar los procesos isentrópicos de gases ideales mediante calores específicos constantes (tratamiento aproximado) y calores específicos variables (tratamiento exacto), al usar presión relativa y volumen relativo. • Analizar el trabajo reversible en flujo estable. • Analizar y discutir las eficiencias isentrópicas de los dispositivos de flujo estable. • Analizar el balance de entropía para sistemas cerrados y volúmenes de control. • Resolver problemas aplicando balances de entropía en sistemas termodinámicos. • Participar en discusiones grupales de los temas investigados. • Aplicar software para la resolución de problemas (EES, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD).

Unidad 6: Disponibilidad de Energía

<i>Competencia específica a desarrollar</i>	<i>Actividades de Aprendizaje</i>
Calcular el trabajo máximo de un	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar acerca de los siguientes

<p>sistema termodinámico y realizar balances de exergía en los procesos termodinámicos.</p>	<p>conceptos: Exergía, trabajo reversible e irreversibilidad, destrucción de exergía y eficiencia de la segunda ley y organizar una discusión grupal.</p> <ul style="list-style-type: none">• Analizar la exergía como potencial de trabajo de la energía.• Analizar la exergía asociada con la energía cinética y energía potencial.• Examinar el comportamiento de diversos dispositivos de ingeniería a la luz de la segunda ley de la termodinámica.• Analizar la eficiencia de la segunda ley para máquinas térmicas, dispositivos productores de trabajo, dispositivos que consumen trabajo, refrigeradores y bombas de calor.• Analizar el cambio de exergía de un sistema (exergía de masa fija y exergía de flujo)• Analizar la transferencia de exergía por calor, trabajo y masa.• Analizar el principio de decremento de exergía y la destrucción de exergía.• Desarrollar y analizar el balance de exergía para sistemas cerrados y para volúmenes de control.• Aplicar el balance de exergía a la solución de problemas de ingeniería en sistemas cerrados y volúmenes de control.• Aplicar software para la resolución de problemas (EES, MATHEMATICA, MATLAB, MATHCAD).
---	--

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Yunus a. Cengel y Michael a boles, Thermodynamics an engineering approach. Sixth edition, editorial MC. Graw Hill, USA. , 2009, 1008 pag.
2. Van Wylen, g. J. Y R. E., Sonntag, Fundamentals of classical thermodynamics, Fourth edition. Editorial John Wiley and Sons, Inc. USA, 1994, 852 pag.
3. Saad, Michel A. Thermodynamics principles and practice. First edition, editorial Prentice Hall, USA, 1997, 935 pag.
4. Wark, K. Termodinamica. Sexta edición, editorial MC Graw Hill, España, 2001, 1048 pag.
5. Moran, M.J.; Shappiro, H.N. Fundamentos de termodinámica técnica, Ed. Reverté.
6. Granet, irving. Termodinámica, Ed. Prentice hall.
7. Howell, J.R. y R. O. Buckius, Principios de termodinamica para ingenieros, editorial MC Graw Hill, Mexico, 1990, 713 pag.
8. Keenan, J. H. Steam Tables, international edition, editorial Wiley.
9. Jones, J. B. Y R. E. Dugan, Ingenieria termodinamica. Primera edición, editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S. A. México,1997, 1000 pag.
10. Levenspiel, o. Fundamentos de termodinámica. Prentice Hall, Hispanoamericana. México (1999).
11. Russell, I.d. y Adebisi, G.A., Termodinámica clásica. Addison Wesley Longman. México (2000).
12. Manrique, J. Termodinámica. Tercera edición. Oxford University Press.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Medición de Temperatura
- Uso del calorímetro
- Manejo de instrumentos de medición de presión
- Determinar la dilatación térmica de sólidos y líquidos.
- Determinar el comportamiento de los gases y la agitación térmica.
- Determinar la curva de presión de vapor.
- Determinar el equivalente eléctrico del calor
- Determinar el punto triple, el punto de congelación, el punto ebullición y el punto crítico para el agua.
- Determinar el equivalente mecánico del calor.
- Determinar el trabajo a presión constante, temperatura constante, trabajo de resorte en un dispositivo cilindro – embolo.

El profesor deberá preparar los materiales necesarios para realizar las prácticas en el laboratorio o en el aula. Se deberán elaborar las Guías de Prácticas correspondientes.