

Programas de Actividades Curriculares – Plan 94A

Carrera: Ingeniería Mecánica

TERMODINÁMICA

Área : Térmica

Bloque: Tecnología Básica

Nivel: 3º año **Tipo:** Obligatoria

Modalidad: Anual

Carga Horaria total: Hs Reloj: 120 Hs. Cátedra 160

FUNDAMENTACIÓN

Uno de los pilares de esta carrera es el manejo del calor; de tal forma que existe en el campo de la ingeniería una identificación marcada del Ingeniero Mecánico en este sentido.

Resulta crucial entonces establecer una sólida formación técnico-científica en el estado del arte del manejo racional de los fenómenos de combustión.

OBJETIVOS

Conocer y comprender los conceptos de la tecnología del calor.

Conocer y comprender las leyes de transformación de las energías, de los gases ideales y reales

Aplicar los conceptos en aire húmedo, transformación del calor y manejo del aire como combustible.

CONTENIDOS

- Contenidos mínimos

Introducción a la Termodinámica.

- Primer Principio.
- Transformaciones de sistemas gaseosos.
- Segundo Principio.
- Entropía.
- Teorema de Clausius.
- Funciones características.
- Exergía.
- Sistemas heterogéneos.

- Vapores.
- Toberas y Difusores.
- Ciclos térmicos. Ciclos frigoríficos.
- Aire húmedo.
- Termoquímica.

Transmisión del Calor

- Conducción del Calor en régimen estacionario.
- Régimen transitorio.
- Convección del calor.
- Contenidos analíticos

Unidad Temática I: *INTRODUCCIÓN A LA TERMODINÁMICA TÉCNICA*

Definición. Orígenes de la Termodinámica. Termodinámica Técnica. Conceptos y definiciones usados en Termodinámica: Sistema, Medio, Universo, Sistema Cerrado, Sistema Abierto, Sistema Aislado, Sistemas Homogéneos y Heterogéneos. Parámetros de Estado.

Equilibrio Termodinámico: Equilibrio Mecánico, Equilibrio Térmico, Equilibrio Químico, Equilibrio Eléctrico. Ecuación de estado de un sistema. Transformación: Cuasi-estática, Abierta, Cerrada, Politrópica (Isotérmica, Isobárica, Isócora, Adiabática), Reversible (Reversibilidad interna y externa), Irreversible. Energía: Energía Interna, Energía Potencial, Energía Cinética, Calor, Principio Cero de la Termodinámica, Trabajo, Trabajo de expansión y comprensión de un sistema cerrado en reposo. Experiencia de Joule referida a la conversión de trabajo en calor.

Experiencia de Andrews.

Unidad Temática II: *GASES (GASES IDEALES Y REALES)*

Introducción. Gases Ideales: Ley de Boyle – Mariotte, Ley de Charles – Gay Lussac a presión constante, Ley de Charles – Gay Lussac a volumen constante, Ley de Avogrado, Ecuación de Estado de los Gases Ideales, Coeficientes Termoelásticos, Mezcla de Gases (Composición Másica de una Mezcla, Fracción Molar, Presión Total de una Mezcla de Gases, Volumen Total de una Mezcla de Gases, Composición en Volumen de una Mezcla de Gases, Relación entre la composición en Volumen y la Fracción Molar de una Mezcla de Gases, Relación entre la Presión Parcial y la Fracción Molar, Masa Molecular Ficticia de una Mezcla de Gases, Constante Particular de una Mezcla de Gases, Calor Específico Medio, Másico y Molar de una Mezcla de Gases), Teoría Cinética. Gases Reales: Ecuación de Van Der Waals, Parámetros reducidos, Ecuación de estado reducida, Factor de compresibilidad, Ley de los estados correspondientes, Ley modificada de los estados correspondientes, Diagrama de compresibilidad de gases de Nelson y Obert, Mezcla de gases reales (Regla de Kay).

Unidad Temática III: *PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA*

Enunciados y expresiones del Primer Principio. Expresión general válida para sistemas cerrados y abiertos en régimen permanente y no permanente. Aplicación de la expresión del Primer Principio a un sistema cerrado: Sistemas adiabáticos (justificación de la energía interna y sus propiedades, experiencia de Joule para los gases ideales), Sistemas diatérmicos (calor y sus propiedades), Sistemas que evolucionan a volumen constante, Sistemas que evolucionan a presión constante

(Relación de Mayer). Aplicación de la expresión del Primer Principio a un sistema abierto en régimen permanente: Propiedades de la Entalpía, Trabajo en circulación, Entalpía de los gases ideales. Aplicación del Primer Principio para sistemas abiertos en régimen permanente a casos particulares: Experiencia de Joule – Thomson, Válvulas, Compresores, Turbinas, Intercambiadores de calor y cámaras de mezcla.

Unidad Temática IV: TRANSFORMACIONES DE LOS GASES IDEALES

Transformación es de un Gas Ideal: Transformación Isócara, Transformación Isobara, Transformación Isotérmica, Transformación Adiabática, Transformación Politrópica.

Trazado de Transformaciones.

Unidad Temática V: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA Y ENTROPÍA

Introducción. Enunciados del Segundo Principio: Enunciados referidos a las Máquinas Térmicas, enunciado de Carnot, Enunciado de Kelvin, Enunciado de Planck, enunciado de Clausius. Equivalencias entre Enunciados. Enunciado de los procesos irreversibles. Ciclos de las Máquinas Técnicas reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Ciclo de Carnot. Propiedades de los ciclos y transformaciones reversibles. Teorema de Clausius. Entropía: Ciclos Reversibles, Ciclos Irreversibles, Consideraciones sobre la formulación cuantitativa del 2º Principio, Transformaciones Adiabáticas, Conclusiones, Variación de la Entropía del Universo, Diagrama Entrópico, Diagrama Entrópico para los Gases Ideales, Representación de Isocoras, Representación de Isobaras, Representación de Isotérmicas, Representación de Isoentálpicas, Representación de Adiabáticas Reversibles, Representación de Adiabáticas Irreversibles, Representación de Politrópicas, Ciclo de Carnot en un diagrama T-S, Comparación entre un ciclo de Carnot y otro con mas de dos fuentes de Intercambio de Calor, Temperatura Media Termodinámica.

Unidad Temática VI: ENERGÍA UTILIZABLE O EXERGÍA

Calor utilizable. Exergía de una fuente de capacidad infinita. Exergía de una fuente de capacidad finita o limitada. Exergía debida a un desequilibrio mecánico. Exergía de un sistema cerrado. Variación de Exergía de un sistema cerrado. Exergía de un sistema abierto en régimen permanente. Variación de Exergía de un sistema abierto en régimen permanente. Variación de Exergía del universo. Rendimiento exergético: Ciclo, Máquina Térmica, Transformación, Compresión Adiabática, Expansión Adiabática, Compresor no Adiabático o Diatérmico.

Unidad Temática VII: COMPRESORES DE GASES

Compresor de Gas. Definición: Compresores a Pistón. Diagrama Indicador del Compresor Ideal

(Compresores sin Espacio Nocivo): PMS, PMI, Espacio nocivo. Evolución del Gas Diagrama de Estado en $P - v$ y $T - s$. Trabajo de Compresión. Comparación de Trabajos. Representaciones: Trabajo Adiabático Reversible. Trabajo politrópico reversible, Trabajo Isotérmico Reversible. Compresión en Etapas. Compresor con Espacio Nocivo. Rendimiento Volumétrico. Presión Máximas. Trabajo L_c Con Espacio Nocivo. Cálculo y Dimensionamiento de los Elementos Principales. El Aire: influencia del Medio ambiente. Rendimientos: Rendimiento Interno o Isoentrópico, Rendimiento Mecánico, Rendimiento Total, Rendimiento exergético.

Unidad Temática VIII: CICLOS DE LOS MOTORES DE GAS

Ciclo Otto, Diesel y semi Diesel: representación en los diagramas $P - V$, $P - v$ y $T - s$, relación de compresión, presión media efectiva, determinación del rendimiento y comparación entre los ciclos. Ciclo Joule – Brayton: abierto, cerrado y regenerativo.

Representación en los diagramas $P - v$ y $T - s$, relación de presiones y rendimiento.

Unidad Temática IX: FUNCIONES CARACTERÍSTICAS

Energía interna. Entalpía. Energía libre: Propiedades. Relaciones de Maxwell. Condiciones de equilibrio físico-químico. Calculo de energía interna, Entalpía y Entropía para Gases Reales.

Unidad Temática X: SISTEMAS HETEROGÉNEOS Y VAPORES

Fases y componentes. Regla de las fases de Gibbs. Sistemas integrados por un solo componente. Sistemas Binarios. Vapores: Diagramas de equilibrio de una sustancia pura.

Estados: líquido comprimido o subenfriado, líquido saturado, vapor saturado, vapor húmedo, vapor sobrecalentado.

Calor latente. Ecuación de Clapeyron-Clausius.

Diagramas Entrópicos: Trazado y propiedades ($T - s$, h y $p - h$)

Unidad Temática XI: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR

Relación de Trabajos. Ciclo de: Carnot, Rankine, Rankine con sobrecalentamiento y recalentamiento intermedio, Regenerativo, combinado. Representación en los diagramas entrópicos ($T - s$ y $h - s$), significado de las áreas, rendimiento, comparación y esquema de la instalación.

Unidad Temática XII: CICLOS FRIGORÍFICOS

Coefficiente de efecto frigorífico y calorífico. Ciclo de Carnot. Ciclos frigoríficos por compresión en régimen húmedo y seco. Mejoras a los ciclos frigoríficos (Compresión en etapas, subenfiamiento y doble expansión). Representación en los diagramas Entrópicos ($T - s$ y $P - h$).

Significado de las áreas, coeficiente de efecto frigorífico, comparación y esquema de la instalación. Bomba de calor. Ciclos frigoríficos a absorción.

Unidad Temática XIII: AIRE HÚMEDO

Definición. Comportamiento como gas ideal a bajas presiones. Conceptos, definiciones y propiedades del aire húmedo: Humedad absoluta, Grado de saturación, Humedad relativa, Volumen específico, Densidad, Entalpía para los distintos casos, Tablas para aire húmedo saturado. Diagrama entálpico del aire húmedo o de Mollier. Temperatura de saturación adiabática.

Distintos métodos para la determinación de la humedad de una masa de aire húmedo. Psicrómetro: Temperatura de bulbo seco y húmedo, relación de Lewis y diagrama psicrométrico. Aplicación en procesos de enfriamiento, calentamiento, mezcla, humidificación y secado.

Unidad Temática XIV: TOBERAS, DIFUSORES Y EYECTORES

Velocidad del sonido en un gas. Número de Mach. Concepto de tobera, difusor y eyector.

Estudio de la geometría. Relación crítica de presiones. Definición del estado de estancamiento para una corriente gaseosa adiabática. Descarga de un gas a través de un orificio de un recipiente. Rendimiento isoentrópico.

Unidad Temática XV: TERMOQUÍMICA

Definición de los sistemas y variables que los determinan. Concepto de grado de avance de la reacción. Calores de reacción a presión y temperatura constante. Calores de reacción a volumen y temperatura constante. Entalpía de sustancias simples y compuestas. Ley de Hess. Ley de Kirchoff. Temperatura de reacción adiabática. Concepto de afinidad. Equilibrio químico. Constantes de equilibrio en reacciones gaseosas.

Unidad Temática XVI: TRANSMISIÓN DEL CALOR

Definición. Formas de transmisión del calor:

a) Transmisión del calor por conducción

Ley de Fourier. Ecuación general de la transmisión del calor por conducción. Régimen permanente: casos de paredes simples y compuestas. Régimen variable: Métodos de resolución.

b) Transmisión del calor por convección

Convección natural y forzada. Coeficiente de convección. Análisis adimensional: determinación de los números de Reynolds, Prandtl, Nussel y Grasshof. Correlación de datos experimentales para la determinación del coeficiente de convección. Fluidos en ebullición y condensación. Convección con y sin cambio de fase, natural y forzada.

c) Transmisión del calor por radiación

Coeficiente de transparencia, absorción y reflexión. Cuerpo negro. Ley de Kirchoff.

Ley de Stephan – Boltzman. Ley de Wien. Intercambio de calor por radiación entre cuerpos. Radiación en gases.

d) Transmisión del calor total

Determinación del coeficiente de transmisión total.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

García, Carlos A. (1987). Termodinámica Técnica. Buenos Aires. Editorial: Alsina.

Moran, M.J. & Shapiro, H.N. (2004). Fundamentos de Termodinámica Técnica. España. Editorial: Reverte S.A.

Manrique Valadez, José Ángel.(2001). Termodinámica. (3a. Ed.). México: Editorial: Oxford.

Facorro Ruiz, L.A. (1985). Curso de Termodinámica. Buenos Aires. Editorial: Mellior.

Manrique Valadez, José Ángel. Transferencia de calor (2a. Ed.). México. Editorial: Compañía Editorial Continental.

Holman, J.P.(1998). Transferencia de calor. México. Editorial: Cecsca.

Cengel Yunus A. & Michael A. Boles. (2003). Termodinámica. (2a. Ed.). México. Editorial: Mc Graw Hill.

Van Wylen, Gordon J. & . Sontag, Richard E . (1999). Fundamentos de Termodinámica. México. Editorial: Limusa.

Faires. (1991). Termodinámica. México. Editorial: UTEHA.

KERN, D.Q. Procesos de Transferencia de Calor. México. Editorial: CECSA.

POTTER (2005) Termodinámica. México. Editorial: Thompson.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Isachenco, V. , Osipova, V & Sukome, A (Eds.). Transmisión del Calor . Barcelona. Editorial: Marcombo.

Bados & Rossignoli (Eds.). (1968). Transmisión del Calor. Buenos Aires. Editorial: Troquel.