

# TERMODINÁMICA

## Contenidos

### *Unidad 1.*

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, Isocórica, Adiabática), Reversible (Reversibilidad interna y externa), Irreversible. Energía: Energía Interna, Energía Potencial, Energía Cinética, Calor, Principio 0 de la Termodinámica, Trabajo, Trabajo de expansión y compresión de un sistema cerrado en reposo. Experiencia de Joule referida a la conversión de trabajo en calor. Experiencia de Andrews.

### *Unidad 2.*

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, experiencias 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 de 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 3.*

Transformaciones de los gases ideales. Transformaciones de un Gas Ideal: Transformación Isócora, Transformación Isobara, Transformación Isotérmica, Transformación Adiabática, Transformación Politrópica. Trazado de transformaciones.

### *Unidad 4.*

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. Equivalencia 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 Segundo Principio, Transformaciones Adiabáticas, Conclusiones, Variación de la Entropía del Universo, Diagrama Entrópico, Diagrama Entrópico para los Gases Ideales, Representación de Isócoras, 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 más de dos fuentes de Intercambio de Calor, Temperatura Media Termodinámica.

### *Unidad 5.*

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 6.*

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 Abogador, 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 de Volumen de una mezcla de Gases, Relación entre la 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 7.*

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-s y p-h).

### *Unidad 8.*

Funciones características. Energía interna. Entalpía. Energía libre: Propiedades. Relación de Maxwell. Condiciones de equilibrio físico-químico. Cálculo de energía interna, entalpía y entropía para gases reales.

### *Unidad 9.*

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 Máxima. Trabajo Lc con Espacio Nocivo. Cálculo y Dimensiones de los Elementos Principales. El Aire – Influencia del Medio Ambiente. Rendimientos: Rendimiento Interno o Isoentrópico, Rendimiento mecánico, Rendimiento total, Rendimiento exergético.

### *Unidad 10.*

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 11.*

Ciclo de las maquinas termicas 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 12.*

Ciclos frigoríficos. Coeficiente 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, subenfriamiento 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 13.*

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 14.*

Termoquímica. Definición de los sistemas y variables que lo 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.