

**Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional  
San Francisco**



**Ing. QUÍMICA**

**TERMODINÁMICA**

**PLANIFICACIÓN CICLO LECTIVO  
2015**

## **ÍNDICE**

<b>ÍNDICE .....</b>	<b>2</b>
<b>PROFESIONAL DOCENTE A CARGO.....</b>	<b>3</b>
<b>UBICACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
<b>ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS .....</b>	<b>11</b>
<b>PROGRAMA ANALÍTICO .....</b>	<b>14</b>
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....</b>	<b>22</b>
EVALUACIÓN:.....	22
AUTOEVALUACIÓN:.....	22
<b>PLAN DE TRABAJO .....</b>	<b>23</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>28</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>299</b>
<b>ARTICULACIÓN .....</b>	<b>31</b>
ARTICULACIÓN CON EL ÁREA: .....	31
TEMAS RELACIONADOS CON MATERIAS DEL ÁREA: .....	31
ARTICULACIÓN CON EL NIVEL: .....	31
TEMAS RELACIONADOS CON MATERIAS DEL NIVEL: .....	31
ARTICULACIÓN CON LAS CORRELATIVAS: .....	32
TEMAS RELACIONADOS CON LAS CORRELATIVAS: .....	32
<b>ORIENTACIÓN.....</b>	<b>33</b>
DEL ÁREA: .....	33
DE LA ASIGNATURA:.....	34

## **PROFESIONAL DOCENTE A CARGO**

Docente	Categoría	Título Profesional
<b>Martín Ricardo Alberto</b>	Profesor ordinario Adjunto	Ing. Electromecánico
<b>Bernard Mariana</b>	Jefe. de Trab. Práct.	Ing. Química

## UBICACIÓN

Dentro del contexto curricular prescripto se ubica en:

**Carrera:** Ing. Química.  
**Plan:** 1995 AD (ord. 1028/04)  
**Orientación:** Alimenticia  
**Área:** Básica de la especialidad  
**Nivel:** Tercer Nivel  
**Carga Horaria Semanal:** 8 Hs  
**Régimen:** Cuatrimestral – 1º cuatrimestre

### **Distribución horaria**

Formación							Total de horas	
Teórica			Práctica					
Teoría	Práctica	Laboratorio	Formación experimental	Resolución de problemas de Ingeniería	Proyecto y diseño	Práctica profesional supervisada O Curso de Especialista		
48	35	15	20	10			128	

**CLASES DE CONSULTA:** Por razones de disponibilidad de tiempo y para no tener conflictos con las otras asignaturas la DOCENCIA AUXILIAR dicta clases de consultas, evacuación de dudas y resolución de ejercicios los días **SABADOS DE 10:00 A 12:00** durante el período lectivo del primer cuatrimestre.

### **CONTENIDOS MÍNIMOS (s/ordenanza N° 1028 del 26/08/2004)**

Formas de energía y trabajo. Principios. Entropía y exergía. Procesos reversibles e irreversibles. Balances. Gases y sustancias puras, ecuaciones de estado. Equilibrio de fases. Cálculo de propiedades. Conversión de energía. Análisis termodinámico.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Lograr que los alumnos comprendan los principios y leyes que gobiernan la termodinámica. Relacionar los conceptos básicos con la realidad ingenieril. Desarrollar la habilidad en el manejo de programas y software de P.C., tablas y gráficos. Valorar la importancia de las transformaciones energéticas en el campo operacional.

### **CONOCIMIENTOS REQUERIDOS**

La **Termodinámica** adquiere especial significación, por estar caracterizada por dar una sólida base científica, sirviendo de cimiento para las futuras aplicaciones, ligando su correlación con la problemática del trabajo profesional. Al identificarse los problemas básicos de la especialidad, se los relaciona con los conceptos adquiridos por las demás asignaturas, en una correlación horizontal y vertical. Creemos elemental que el alumno interiorice el primero y segundo principio de la termodinámica como leyes fundamentales para cualquier interpretación del mundo físico. Mas allá de sus enunciados académicos y de su tratamiento analítico no deberán ser ya jamás olvidadas, se enlazarán con este objeto los conocimientos nuevos con las nociones ya vertidas en los cursos de Química General y Química Inorgánica dándoles ahora precisión y rigor. Se ampliará luego esta parte científica con la descripción del comportamiento de las sustancias puras en sistemas heterogéneos, sentando las bases para Fisicoquímica y Química Analítica del próximo cuatrimestre y para que a partir de ahí se puedan encarar las aplicaciones técnicas en materias de niveles superiores como Fenómeno de Transporte, Química Analítica, Tecnología de la Energía Térmica, Operaciones Unitarias II e Ingeniería de las Reacciones.-

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Unidad N°1
  - Definir la termodinámica como una ciencia de la ingeniería.
  - Proporcionar una visión general del desarrollo de la termodinámica.

- Definir con sus propias palabras qué es un sistema.
- Identificar si un sistema es abierto, cerrado, o aislado al trazar sus límites.
- Definir estado, proceso, trayectorias y ciclo.
- Definir propiedad termodinámica, propiedad intensiva y propiedad extensiva.
- Identificar si una cantidad es una propiedad termodinámica y de que tipo.
- Establecer la diferencia entre presión absoluta, manométrica y barométrica o atmosférica.
- Presentar el concepto de procesos reversibles e irreversibles.
- Distinguir las formas de energía.
- .Diferenciar calor de Temperatura.
- Reconocer las diferentes escalas de temperatura más comunes. Kelvin, Celsius, Fahrenheit, Rankine.
- Convertir la temperatura de una escala a otra.
- Describir los tipos de termómetros mas comunes.
- Introducirlos al concepto de balance de calor y sus aplicaciones técnicas.
- Presentar el sistema internacional de unidades..
- **Unidad N° 2**
- Definir energía cinética y potencial, energía interna, calor, y trabajo.
- Identificar si un sistema hace trabajo sobre sus alrededores o viceversa.
- Evaluar el trabajo desarrollado por un sistema cerrado, sin fricción y cuya presión es uniforme.
- Evaluar el trabajo desarrollado por un sistema abierto operando en estado estable, con una entrada y una salida de flujo y sin fricción.
- Determinar el trabajo en un proceso cíclico.
- Identificar si un sistema transfiere calor hacia sus alrededores y viceversa.
- Definir calor y trabajo como formas de energía que pueden cruzar las fronteras de un sistema cerrado.
- Exponer la primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado que realiza un ciclo. Ídem para un sistema cerrado que realiza un proceso.

- Establecer la primera ley de la termodinámica en forma general.
- Establecer la naturaleza de la energía almacenada.
- Establecer la dependencia de la energía interna con otras propiedades.
- Hacer uso de la primera ley de la termodinámica en diferentes sistemas cerrados.
- Establecer la primera ley en un sistema abierto operando en estado estable , con una entrada y una salida de flujo.
- Definir la propiedad entalpía.
- Establecer el concepto de Balance de Energía
- **Unidad N° 3**
- Establecer la definición de un gas perfecto.
- Establecer la ecuación de estado de un gas perfecto.
- Analizar las transformaciones teóricas, usando como sustancia de trabajo el gas perfecto analítica y gráficamente.
- Definir con sus propias palabras qué es fracción mísica y fracción molar.
- Establecer las leyes de Dalton y Amagat.
- Determinar el análisis gravimétrico de una mezcla de gases perfectos a partir del análisis volumétrico y viceversa.
- Establecer las diferentes propiedades de unas mezcla de gases ideales tales como energía interna, entalpía, entropía, etc.
- Hacer el análisis termodinámico de un sistema en que el medio de trabajo es una mezcla de gases ideales.
- Establecer la diferencia ( $C_p - C_v$ ) en un gas ideal.
- Definir un proceso politrópico.
- Establecer las relaciones que obedece un proceso plitrópico y su uso.
- Definir el factor de compresibilidad generalizado  $\gamma$  y saber hacer uso de éste.
- Establecer la ecuación de estado de Van der Wools y sus limitaciones.
- Diferenciar gases perfectos de reales.
-

- Unidad N° 4

- Establecer e interpretar el segundo principio sobre la base del análisis fenomenológico con el que se hace su introducción.
- Definir la propiedad termodinámica entropía.
- Explicar los conceptos de a) Reversibilidad e Irreversibilidad. b) Entropía y trabajo útil.
- Definir e identificar los procesos reversibles y los irreversibles.
- Establecer la desigualdad de Clausius y las consecuencias que éste implica.
- Establecer el ciclo de Carnot.
- Identificar el ciclo de Carnot.
- Explicar el concepto de creación interna de entropía..
- Relacionar entropía–irreversibilidad y entropía - probabilidad termodinámica.
- Explicar los conceptos de exergía y anergía.
- Reconocer la trascendencia de la segunda ley de la termodinámica.
- Emplear las ecuaciones Tds (ecuaciones Gibbsianas) para el cálculo de diferencias de entropía.-

- Unidad N°5

- Analizar analíticamente y gráficamente los conceptos termodinámicos de las sustancias puras.
- Explicar la regla de fases de Gibbs.
- Interpretar las relaciones que vinculan los estados de una sustancia.
- Observar el comportamiento de las líneas isotérmicas, isobáricas e isométricas en un diagrama PVT y sus proyecciones.
- Establecer claramente los estados de líquido comprimido o subenfriado, líquido saturado, vapor húmedo, vapor saturado seco y vapor sobrecalentado.
- Analizar tablas y diagramas para el vapor de agua.
- Articular una amplia práctica sobre aplicaciones de las mismas a cálculos técnicos.

- Hacer uso de tablas de propiedades en sistemas abiertos y cerrados, particularmente en los diferentes sistemas que constituyen una planta de generación de vapor y un sistema de refrigeración.
- Relacionar propiedades partiendo de diferenciales exactas.
- Deducir la ecuación de Clapeyron.
- Obtener expresiones para evaluar  $\Delta s$ ,  $\Delta u$  y  $\Delta h$  entre estados de una misma región monofásica.
- Deducir el coeficiente joule-Thomson.
- Establecer las funciones termodinámicas fundamentales.
- **Unidad N° 6**
  - Analizar el ciclo de Carnot para el vapor de agua.
  - Usar las limitaciones del ciclo de Carnot como una introducción al ciclo de Rankine.
  - Analizar el ciclo de Rankine.
  - Comparar el ciclo de Carnot con el ciclo de Rankine.
  - Analizar en forma analítica y gráfica los distintos medios para mejorar la operación del ciclo de Rankine.
  - Analizar el ciclo de Carnot inverso como una base para la refrigeración.
  - Analizar las características de los refrigerantes que se usan en el ciclo de compresión del vapor.
  - Analizar los sistemas modificados de compresión de vapor y de absorción utilizados para la refrigeración real.
- **Unidad N° 7**
  - Analizar el ciclo Otto.
  - Analizar la influencia de la relación de compresión en el rendimiento térmico para el ciclo Otto.
  - Mencionar las limitaciones del ciclo Otto para el análisis de los motores a nafta reales.
  - Analizar el ciclo Diesel.
  - Analizar el ciclo semidiesel o diesel rápido.

- Comparar los tres ciclos analítica y gráficamente en diagramas P-T; y P-V para los casos: a)Relación de compresión y suministro de Q constantes. b) presión máxima y aporte de Q constante, c)presión máxima y trabajo producido constantes. d) presión máxima y temperatura constantes.
- Analizar el ciclo Brayton.
- Evaluar el rendimiento térmico de la turbina de gas.
- Analizar la influencia de la temperatura de admisión de una turbina sobre el rendimiento.
- Modelar el motor de turbina de gas de ciclo abierto por medio del ciclo estándar de aire.
- **Unida N° 8**
- Hacer el análisis termodinámico de un sistema en que el medio de trabajo es una mezcla de gases ideales.
- Describir la psicometría como el estudio de las mezclas de aire seco y vapor de agua.
- Definir la cantidad de vapor de agua presente a través de la humedad absoluta y la humedad relativa.
- Definir con sus propias palabras que es la temperatura de bulbo seco, la temperatura de punto de rocío, la temperatura de saturación adiabática y la temperatura de bulbo húmedo.
- Usar el diagrama psicométrico en diversos procesos de acondicionamiento de aire, secadores y torres de enfriamiento.

## **ORGANIZACIÓN DE CONTENIDOS**

### **PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

- Contenidos Conceptuales:
  - Concepto de: Sistemas y medio ambiente.-
  - Variables de estado. Equilibrio termodinámico. Transformaciones. Ciclos. Temperatura y calor. Principio cero de la termodinámica. Sistema de Unidades. Balance de calor. Calorimetría. Energía. Energía cinética y potencial. Energía interna. Trabajo. Trabajo en un sistema cerrado. Trabajo en un ciclo reversible. Calor. El primer principio de la termodinámica. Móvil perpetuo de primera especie. Entalpía. Energía interna y Entalpía para gases perfectos. Trabajo de flujo. Primer principio para sistemas abiertos. Balance de energía. Gas perfecto. La ecuación de estado. Leyes de los gases. Diagrama PVT para gases perfectos. Gases reales, ecuación de Van der Waals. Coeficiente de compresibilidad. Mezcla de gases. Calores específicos a presión y volumen constante. Coeficiente de Joule-Thompson. Transformaciones en sistemas gaseosos
- Contenidos Procedimentales:

Manejar termómetros y manómetros. Identificar las distintas escalas de Temp. Calcular la apreciación. Manejar el Simela; SI, Pasar unidades de cualquier sistema a estos y viceversa. Utilizando el ordenador.- Análisis y resolución de problemas planteados Resolución de ejercicios prácticos.
- Contenidos Actitudinales:

Valorar la Termodinámica a la comprensión y transformación del mundo. Desarrollar respeto por las tareas experimentales y honestidad en la presentación de resultados. Respetar los datos estadísticos por su utilidad en la resolución de los problemas. Desarrollar la habilidad en el manejo de programas y software de P.C., tablas y gráficos. Toma de conciencia de la importancia del primer principio de la termodinámica. Predisposición para el trabajo en equipo.

## **SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA SISTEMAS HETEROGÉNEOS - VAPORES**

- Contenidos Conceptuales:

- Concepto del segundo principio, un enfoque intuitivo. El concepto de "sentido de evolución". Definición de la función entropía. Reversibilidad en el universo físico. Reversibilidad y entropía. Temperatura absoluta. Variación de entropía para transformaciones irreversibles. Creación interna de entropía. Desigualdad de Clausius. Teorema de Carnot. Concepto de entropía de Boltzman. Entropía y probabilidad. Variaciones de entropía para gases perfectos. Diagramas entrópicos. Calor utilizable y energía no utilizable de una fuente. Exergía y anergía. El segundo principio y la naturaleza. Sistemas heterogéneos, fases y componentes. Gases y vapores. Cambio de estado. Diagrama de fases PT y PVT, superficies termodinámicas. Regla de las fases de Gibbs. Ecuación de Clausius Clapeyron. El vapor de agua, aplicaciones técnicas. Calorimetría del vapor de agua. Diagramas entrópicos y entálpicos de vapores. Tablas de vapor

- Contenidos Procedimentales:

- Análisis y resolución de problemas planteados
- Resolución de ejercicios prácticos.

- Contenidos Actitudinales:

- Incentivar el agrado por encontrar respuestas al problema que implica un desafío. Valorar posibilidades y limitaciones del conocimiento de los fenómenos naturales. Desarrollar la habilidad en el manejo de programas y software de P.C., tablas y gráficos. Toma de conciencia de la importancia del Segundo principio de la termodinámica. Predisposición para el trabajo en equipo.

## **CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS AIRE HÚMEDO**

- Contenidos Conceptuales:

- Ciclo de Carnot y Rankine. Ciclos de sobrecalentamiento y recalentamiento intermedio. Ciclo regenerativo. Diagrama entrópico y entálpicos. Máquinas frigoríficas Ciclo Otto. Ciclo Diesel. Ciclo semidiesel. Ciclo Brayton. Ciclo regenerativo para turbina a gas. Mezclas de gases y vapores. Aire seco y aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Temperatura de rocío. Mezcla de aire húmedo. Saturación adiabática. Secado. Humidificación. Aire acondicionado.

- Contenidos Procedimentales:
  - Análisis y resolución de problemas planteados
  - Resolución de ejercicios prácticos.
- Contenidos Actitudinales:

Comprender la necesidad de formular modelos que permitan representar el fenómeno físico. Actitud crítica ante diferentes soluciones. Valorar el cuidado y conservación de los recursos naturales. Usar la terminología técnica adecuada. Expresar autonomía para resolver situaciones de manera práctica y ordenada. Desarrollar la habilidad en el manejo de programas y software de P.C., tablas y gráficos. - Predisposición para el trabajo en equipo.

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

**Eje Temático Nº 1: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.  
TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

**Unidad Nº 1: INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS  
FUNDAMENTALES**

- LA TERMODINÁMICA SU ALCANCE Y SUS MÉTODOS.
- 1.1 SISTEMAS TERMODINÁMICOS.
- 1.2 TIPOS DE SISTEMAS.
- 1.3 PERSPECTIVA MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE LA TERMODINÁMICA.
- 1.4 PROPIEDADES, ESTADOS, PROCESOS Y EQUILIBRIO.
- 1.5 PROPIEDADES EXTENSIVAS E INTENSIVAS.
- 1.6 FASE Y SUSTANCIA PURA.
- 1.7 EQUILIBRIO.
- 1.8 UNIDADES PARA MASA, LONGITUD, TIEMPO Y FUERZA.
- 1.9 UNIDADES SI
- 1.10 VOLUMEN ESPECÍFICO Y PRESIÓN.
- 1.11 DENSIDAD Y VOLUMEN ESPECÍFICO.
- 1.12 PRESIÓN. 1.13 TEMPERATURA.
- 1.14 EQUILIBRIO TÉRMICO.
- 1.15 TERMÓMETROS.
- 1.16 LA ESCALA DE TEMPERATURA DE GAS Y LA ESCALA KELVIN.
- 1.17 LAS ESCALAS CELSIUS, RANKINE Y FAHRENHEIT.
- 1.18 SÍNTESIS COMPLEMENTARIA.
- 1.19 ESTADO DE UN SISTEMA.
- 1.20 PROPIEDADES.
- 1.21 MOL.
- 1.22 LEY DE ABOGADOR.
- 1.23 EQUILIBRIO TERMODINÁMICO.
- 1.24 TRANSFORMACIONES O PROCESOS.
- 1.25 CICLO.
- 1.26 TEMPERATURA.
- 1.27 PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA.
- 1.28 ESCALA.
- 1.29 CALOR ESPECÍFICO.
- 1.30 CALORIMETRÍA.
- 1.31 BALANCE TÉRMICO.

**Unidad Nº 2: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

- LA ENERGÍA Y EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.
- 2.1 CONCEPTO MECÁNICO DE LA ENERGÍA
- 2.2 TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA
- 2.3 ENERGÍA POTENCIAL.
- 2.4 CONCLUSIÓN
- 2.5 ENERGÍA TRANSFERIDA MEDIANTE TRABAJO.
- 2.6 CONVENIO DE SIGNOS Y NOTACIÓN.
- 2.7 TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN.
- 2.8 TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN EN PROCESOS DE CUASIEQUILIBRIO.
- 2.9 ENERGÍA DE UN SISTEMA.
- 2.10 EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.
- 2.11 DEFINICIÓN DE LA VARIACIÓN DE ENERGÍA.
- 2.12 LA ENERGÍA INTERNA.
- 2.13 EL PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS.
- 2.14 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR.
- 2.15 CONVENIO DE SIGNOS Y FLOTACIÓN.
- 2.16 MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.
- 2.17 CONCLUSIÓN.
- 2.18 EL BALANCE DE ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS.
- 2.19 EXPRESIONES DEL BALANCE DE LA ENERGÍA.
- 2.20 EJEMPLOS.
- 2.21 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CICLOS.
- 2.22 INTRODUCCIÓN.
- 2.23 CICLOS DE POTENCIA.
- 2.24 CICLOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR.
- 2.25 ANÁLISIS ENERGÉTICOS DE SISTEMAS ABIERTOS.
- 2.26 CONSERVACIÓN DE LA MASA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.27 DESARROLLO DEL BALANCE DE MATERIA.
- 2.28 FORMAS DEL BALANCE DE MATERIA.
- 2.29 CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.30 DESARROLLO DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.31 TRABAJO PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.
- 2.32 FORMAS DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL.

- 2.33 ANÁLISIS DE VOLUMEN DE CONTROL EN ESTADO ESTACIONARIO.
- 2.34 BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN ESTADO ESTACIONERIO.
- 2.35 EJEMPLOS.2.36 ANÁLISIS DE TRANSITORIOS.

### **Unidad Nº 3: TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

- 
- MEZCLA DE GASES PERFECTOS.
- 3.1 INTRODUCCIÓN.
- 3.2 LEY DE DALTON DE LAS PRESIONES PARCIALES.
- 3.3 RELACIONES FUNDAMENTALES.
- 3.4 CONVERSIÓN DE UN ANÁLISIS DE GASES VOLUMÉTRICO A OTRO MÁSICO (GRAVIMÉTRICO) Y VICEVERSA.
- 3.5 CONSTANTE DEL GAS DE LA MEZCLA.
- 3.6 MASA MOLECULAR RELATIVA MEDIA DE LA MEZCLA.
- 3.7 PRESIONES PARCIALES.
- 3.8 CALOR ESPECÍFICO Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA.
- 3.9 PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA.
- 3.10 APLICACIONES DEL PRIMER PRINCIPIO A ALGUNOS PROCESOS REVERSIBLES EN SISTEMAS ESTÁTICOS CERRADOS.
- 3.11 PROCESO ISOCÓRICO DE LOS GASES
- 3.12 PRIMERA LEY DE GAY LUSSAC.
- 3.13 PROCESO ISOBÁRICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.14 2º LEY DE GAY LUSSAC.
- 3.15 PROCESO ISOTÉRMICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.16 LEY DE BOYLE Y MARIOTTE.
- 3.17 PROCESO ADIABÁTICO – ISENTRÓPICO DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.18 PROCESO POLITRÓPICO.
- 3.19 PROCESO POLITRÓPICO REVERSIBLE DE LOS GASES PERFECTOS.
- 3.20 PROCESOS IRREVERSIBLES ASIMILABLES A LOS POLITRÓPICOS.
- 3.21 VALORES DEL EXPONENTE N DE LA POLITRÓPICA.
- 3.22 LA RELACIÓN PVT PARA GASES.
- 3.23 CONSTANTE UNIVERSAL DE LOS GASES.
- 3.24 FACTOR DE COMPRESIBILIDAD.
- 3.25 GRÁFICA DEL FACTOR GENERALIZADO DE COMPRESIBILIDAD.

- 3.26 EL MODELO DE GAS IDEAL.
- 3.27 ENERGÍA INTERNA, ENTALPÍA Y CALORES ESPECÍFICOS DE LOS GASES IDEALES.
- 3.28 TABLAS DE GAS IDEAL.
- 3.29 HIPÓTESIS DE CALORES ESPECÍFICOS CONSTANTES.
- 3.30 PROCESOS POLITRÓPICOS DE UN GAS IDEAL.
- 3.31 RELACIONES TERMODINÁMICAS PARA SUSTANCIAS SIMPLES COMPRESIBLES.
- 3.32 ECUACIÓN DE ESTADO.
- 3.33 INTRODUCCIÓN.
- 3.34 ECUACIONES DE ESTADO DE DOS CONSTANTES.

**Eje Temático Nº 2: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA  
SISTEMAS HETEROGRÉNEOS - VAPORES**

**Unidad Nº 4: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

- 
- 4.1 EL SEGUNDO PRINCIPIO Y LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.2 FENOMENOLOGÍA.
- 4.3 CONCLUSIONES.
- 4.4 LA SEGUNDA LEY O SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.5 ENUNCIADO.
- 4.6 LA FUNCIÓN ENTROPÍA.
- 4.7 LOS SISTEMAS AISLADOS Y LA REALIDAD.
- 4.8 REVERSIBILIDAD DE UN UNIVERSO FÍSICO.
- 4.9 REVERSIBILIDAD Y EQUILIBRIO.
- 4.10 REVERSIBILIDAD Y ENTROPÍA.
- 4.11 FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL SEGUNDO PRINCIPIO.
- 4.12 LA VARIACIÓN DE ENTROPÍA DE UN SISTEMA EN UNA EVOLUCIÓN IRREVERSIBLE O REAL.
- 4.13 SÍNTESIS.
- 4.14 GENERALIZACIÓN.
- 4.15 FUNDAMENTO DEL CÁLCULO DE ENTROPÍAS.
- 4.16 MÁQUINAS TERMICAS.
- 4.17 RENDIMIENTO TÉRMICO.
- 4.18 CICLO DE CARNOT.

**Unidad Nº 5: SISTEMAS HETEROGRÉNEOS - VAPORES**

- PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA , SIMPLE Y COMPRESIBLE.
- 5.1 EL PRINCIPIO DE ESTADO.
- 5.2 LA RELACIÓN P-V-T.
- 5.3 LA SUPERFICIE P-V-T.
- 5.4 PROYECCIONES DE LA SUPERFICIE P-V-T.
- 5.5 CAMBIO DE FASE.
- 5.6 VALORES DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.
- 5.7 PRESIÓN, VOLUMEN ESPECÍFICO Y TEMPERATURA.
- 5.8 ENERGÍA INTERNA Y ENTALPÍA ESPECÍFICAS.
- 5.9LOS CALORES ESPECÍFICOS Cv y Cp.
- 5.10 APROXIMACIONES PARA LÍQUIDOS USANDO DATOS DE LÍQUIDOS SATURADO,
- 5.11 EL MODELO DE SUSTANCIA INCOMPRESIBLE.
- 5.12 FUNCIONES TERMODINÁMICAS DE DOS VARIABLES INDEPENDIENTES.
- 5.13 RELACIONES A PARTIR DE DIFERENCIALES EXACTAS.
- 5.14 DIFERENCIALES EXACTAS MÁS IMPORTANTES.
- 5.15 RELACIONES DE MAXWELL.
- 5.16 FUNCIONES TERMODINÁMICAS FUNDAMENTALES.
- 5.17 RELACIONES TERMODINÁMICAS QUE INCLUYEN LA ENTROPIA, LA ENERGÍA INTERNA Y LA ENTALPÍA.
- 5.18 ECUACIÓN DE CLAPEYRON.
- 5.19 EXPRESIONES PARA  $\Delta s$ ,  $\Delta u$  Y  $\Delta h$  EN REGIONES DE UNA SOLA FASE.
- 5.20 OTRAS RELACIONES TERMODINÁMICAS.
- 5.21 COEFICIENTES DE DILATACIÓN ISÓBARA Y DE COMPRESIBILIDAD ISOTERMA E ISOENTRÓPICA.
- 5.22RELACIONES QUE INCLUYEN LOS CALORES ESPECÍFICOS Y SU COCIENTE.
- 5.23 COEFICIENTE DE JOULE-THOMSON.

## **CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS AIRE HÚMEDO**

## **Unidad Nº 6: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR**

- CIOS DE VAPOR PARA PRODUCCIÓN DE TRABAJO
- 6.1 ASPECTOS PRELIMINARES.
- 6.2 EL CICLO RANKINE.
- 6.3 PRINCIPALES TRANSFERENCIAS DE CALOR Y TRABAJO.
- 6.4 EL CICLO RANKINE IDEAL.
- 6.5 EFECTOS DE LAS PRESIONES DE CALDERA Y CONDENSADOR EN EL CICLO RANKINE.
- 6.6 PRINCIPALES IRREVERSIBILIDADES Y PÉRDIDAS.
- 6.7 SOBRECALENTAMIENTO Y RECALENTAMIENTO.
- 6.8 EL CICLO DE POTENCIA TREGENERATIVO.
- 6.9 CALENTADOR ABIERTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.10 CALENTADOR CERRADO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.11 CALENTADORES MÚLTIPLES DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN.
- 6.12 CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE TRABAJO, CICLOS BINARIOS DE VAPOR Y COGENERACIÓN.
- SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR.
- 6.13 INTRODUCCIÓN.
- 6.14 REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.15 TRANSFERENCIAS MÁS IMPORTANTES DE TRABAJO Y CALOR.
- 6.16 COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CON COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.17 PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES.
- 6.18 SISTEMA EN CASCADA Y DE COMPRESIÓN MULTITAPA.
- 6.19 CICLOS EN CASCADA.
- 6.20 COMPRESIÓN MULTITAPA CON REFRIGERACIÓN.
- 6.21 REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN.
- 6.22 BOMBAS DE CALOR.
- 6.23 EL CICLO DE CARNOT DE BOMBA DE CALOR.
- 6.24 BOMBAS DE CALOR POR COMPRESIÓN DE VAPOR.
- 6.25 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN CON GAS.

- 6.26 EL CICLO BRAYTON DE REFRIGERACIÓN.
- 6.27 APLICACIONES ADICIONALES DE LA REFRIGERACIÓN CON GAS.

### **Unidad Nº 7: CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS**

- 7.1 CICLO OTTO.
- 7.2 EL CICLO DE CUATRO TIEMPOS
- 7.3 CICLO HIPOTÉTICO Y CÁLCULO DEL RENDIMIENTO.
- 7.4 ESTÁNDARES IDEALES DE COMPARACIÓN.
- 7.5 DIAGRAMA IDEAL DEL INDICADOR PARA UN MOTOR DEL TIPO OTTO.
- 7.6 CAMBIOS DE DISEÑOS PARA AUMENTAR LA POTENCIA, EN EL OTTO.
- 7.7 CICLO DIESEL.
- 7.8 CICLO DUPLEX.
- 7.9 COMPARACIÓN DE LOS CICLOS DE AIRE NORMAL.
- 7.10 RELACIÓN DE COMPRESIÓN Y SUMINISTROS DE CALOR CONSTANTES.
- 7.11 LA PRESIÓN MÁXIMA Y LA APORTACIÓN DE CALOR CONSTANTES.
- 7.12 LA PRESIÓN MÁXIMA Y EL TRABAJO PRODUCIDO CONSTANTES.
- 7.13 PRESIÓN MÁXIMA Y TEMPERATURA CONSTANTES.
- 7.14 MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN Y NÚMERO DE CETANO.
- 7.15 TURBOCOMPRESOR.
- 7.16 DETALLES DE FUNCIONAMIENTO.
- 7.17 MÉTODOS AVANZADOS PARA EL CONTROL DE LA DETONACIÓN.
- 7.18 ENFRIAMIENTO DEL AIRE E INYECCIÓN DE NAFTA.
- 7.19 MATERIALES ESPACIALES.
- 7.20 TURBINAS DE GAS.
- 7.21 FUNCIONAMIENTO DE UNA SIMPLE PLANTA O CENTRAL PRODUCTORA DE ENERGÍA POR TURBINA DE GAS DE CICLO ABIERTO.
- 7.22 CICLO YOULE O BRAYTON.
- 7.23 CICLO REGENERATIVO DE LA TURBINA DE GAS.
- 7.24 RENDIMIENTO DEL CICLO CON FRICCIÓN DEL FLUIDO.

### **Unidad Nº 8: AIRE HÚMEDO**

- MEZCLA DE GASES IDEALES:  
CONSIDERACIONES GENERALES.
- 8.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.
- 8.2 RELACIONES P-V-T EN MEZCLA DE GASES IDEALES.
- 8.3 U,H,S PARA MEZCLAS DE GASES IDEALES.
- 8.4 PROCESOS CON MEZCLAS A COMPOSICIÓN CONSTANTE.
- 8.5 MEZCLA DE GASES IDEALES.
- 8.6 APLICACIÓN A LA PSICROMETRÍA.
- 8.7 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PSICROMETRÍA.
- 8.8 AIRE HÚMEDO.
- 8.9 HUMEDAD ESPÉCIFICA Y HUMEDAD RELATIVA.
- 8.10 AIRE HÚMEDO EN CONTACTO CON AGUA LÍQUIDA.
- 8.11 PUNTO DE ROCÍO.
- 8.12 APLICACIÓN DE LA MASA Y LA ENERGÍA A LOS SISTEMAS PSICOMÉTRICOS.
- 8.13 LAS TEMPERATURAS DE SATURACIÓN ADIABÁTICA Y DE BULBO HÚMEDO.
- 8.14 EL PROCESO DE SATURACIÓN ADIABÁTICA.
- 8.15 TEMPERATURAS DE BULBO HÚMEDO Y DE BULBO SECO.
- 8.16 DIAGRAMA PSICOMÉTRICOS.
- 8.17 PROCESOS PSICROMÉTRICOS.
- 8.18 DESHUMIDIFICACIÓN.
- 8.19 HUMIDIFICACIÓN.
- 8.20 ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.
- 8.21 MEZCLA ADIABÁTICA DE DOS CORRIENTES DE AIRE HÚMEDO.
- 
-

## **CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

**Regularización:** Para regularizar la asignatura el alumno tendrá que tener:

- a) El 80% de asistencia a las clases
- b) Sacar una nota de 4 o superior en cada uno de los tres parciales que figuran en el calendario académico, tomada de una escala de 1 a 10.- En caso de no llegar al mínimo requerido en algún parcial podrá recuperarlo en la fecha del calendario que figura como recuperatorio. Si en mas de un parcial la nota fuere inferior a cuatro no habrá regularizado la asignatura y tendrá que recursar la misma.-

## **PROMOCIÓN:**

**Promoción de trabajos prácticos.** Para ello el alumno tendrá que cumplir con:

- a) El 80% de asistencia a las clases
- b) Sacar una nota de 7 o superior en cada uno de los tres parciales que figuran en el calendario académico, tomada de una escala de 1 a 10.- En caso de no llegar al mínimo requerido en algún parcial podrá recuperarlo en la fecha del calendario que figura como recuperatorio. Si en mas de un parcial la nota fuere inferior a siete no habrá promocionado el práctico y tampoco podrá recuperar ambos parciales.-El alumno que supere estos requisitos tendrá aprobada la parte práctica de la materia debiendo rendir teoría en un examen final.-

## **Autoevaluación:**

Será realizada utilizando el instrumento elaborado desde Secretaría Académica y aprobado por Consejo Académico.

## PLAN DE TRABAJO

### **Eje temático Nº 1: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA - TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS**

Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
1	LA TERMODINÁMICA SU ALCANCE Y SUS MÉTODOS. SISTEMAS TERMODINÁMICOS. TIPOS DE SISTEMAS. PERSPECTIVA MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DE LA TERMODINÁMICA. PROPIEDADES, ESTADOS, PROCESOS Y EQUILIBRIO. PROPIEDADES EXTENSIVAS E INTENSIVAS. FASE Y SUSTANCIA PURA. EQUILIBRIO. UNIDADES PARA MASA, LONGITUD, TIEMPO Y FUERZA. UNIDADES SI VOLUMEN ESPECÍFICO Y PRESIÓN. DENSIDAD Y VOLUMEN ESPECÍFICO. PRESIÓN. TEMPERATURA. EQUILIBRIO TÉRMICO. TERMÓMETROS. LA ESCALA DE TEMPERATURA DE GAS Y LA ESCALA KELVIN. LAS ESCALAS CELSIUS, RANKINE Y FAHRENHEIT. SÍNTESIS COMPLEMENTARIA. ESTADO DE UN SISTEMA. PROPIEDADES. MOL. LEY DE ABOGADOR. EQUILIBRIO TERMODINÁMICO. TRANSFORMACIONES O PROCESOS. CICLO. TEMPERATURA. PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA. ESCALA. CALOR ESPECÍFICO. CALORIMETRÍA. BALANCE TÉRMICO.	- Clase Discusión sobre la planificación. - Clase magistral con la PC el cañón y el pizarrón mas Trabajo en grupo para la conclusión final	Evaluación mediante Trabajo en grupo sobre el final de la clase para discutir y desarrollar la conclusión	Conceptual	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. <b>J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL</b> <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
2	LA ENERGÍA Y EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. CONCEPTO MECÁNICO DE LA ENERGÍA. TRABAJO Y ENERGÍA CINÉTICA ENERGÍA POTENCIAL. CONCLUSIÓN ENERGÍA TRANSFERIDA MEDIANTE TRABAJO. CONVENIO DE SIGNOS Y NOTACIÓN. TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN. TRABAJO DE EXPANSIÓN O COMPRESIÓN EN PROCESOS DE CUASIEQUILIBRIO. ENERGÍA DE UN SISTEMA. EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. DEFINICIÓN DE LA VARIACIÓN DE ENERGÍA. LA ENERGÍA INTERNA. EL PRINCIPIO DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS. TRANSFERENCIA DE ENERGÍA MEDIANTE CALOR. CONVENIO DE SIGNOS Y FLOTACIÓN. MODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR. CONCLUSIÓN. EL BALANCE DE ENERGÍA PARA SISTEMAS CERRADOS. EXPRESIONES DEL BALANCE DE LA ENERGÍA. EJEMPLOS.	- Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formación de Criterios	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. <b>J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL</b> <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
3	ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CICLOS. INTRODUCCIÓN. CICLOS DE POTENCIA. CICLOS DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR. ANÁLISIS ENERGÉTICOS DE SISTEMAS ABIERTOS. CONSERVACIÓN DE LA MASA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL. DESARROLLO DEL BALANCE DE MATERIA. FORMAS DEL BALANCE DE MATERIA. CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL. DESARROLLO DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL. TRABAJO PARA UN VOLUMEN DE CONTROL. FORMAS DEL BALANCE DE ENERGÍA PARA UN VOLUMEN DE CONTROL. ANÁLISIS DE VOLUMEN DE CONTROL EN ESTADO ESTACIONARIO. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN ESTADO ESTACIONARIO. EJEMPLOS.2.36 ANÁLISIS DE TRANSITORIOS.	- Clase magistral con la PC y el pizarrón mas Trabajo práctico en grupo.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos..	Conceptual Formación de Criterios	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. <b>J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL</b> <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>

## Eje temático Nº 1: PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA - TERMODINÁMICA DE LOS GASES PERFECTOS

Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
4	MEZCLA DE GASES PERFECTOS. INTRODUCCIÓN. LEY DE DALTON DE LAS PRESIONES PARCIALES. RELACIONES FUNDAMENTALES. CONVERSIÓN DE UN ANÁLISIS DE GASES VOLUMÉTRICO A OTRO MÁSICO (GRAVIMÉTRICO) Y VICEVERSA. CONSTANTE DEL GAS DE LA MEZCLA. MASA MOLECULAR RELATIVA MEDIA DE LA MEZCLA. PRESIONES PARCIALES. CALOR ESPECÍFICO Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA. PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE LA MEZCLA. APLICACIONES DEL PRIMER PRINCIPIO A ALGUNOS PROCESOS REVERSIBLES EN SISTEMAS ESTÁTICOS CERRADOS. PROCESO ISOCÓRICO DE LOS GASES PRIMERA LEY DE GAY LUSSAC. PROCESO ISOBÁRICO DE LOS GASES PERFECTOS. 2º LEY DE GAY LUSSAC. PROCESO ISOTÉRMICO DE LOS GASES PERFECTOS. LEY DE BOYLE Y MARIOTTE. PROCESO ADIABÁTICO – ISENTRÓPICO DE LOS GASES PERFECTOS. PROCESO POLITRÓPICO. PROCESO POLITRÓPICO REVERSIBLE DE LOS GASES PERFECTOS. PROCESOS IRREVERSIBLES ASIMILABLES A LOS POLITRÓPICOS. VALORES DEL EXPONENTE N DE LA POLITRÓPICA. LA RELACIÓN	Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formación de Criterios	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/</a>
5	PVT PARA GASES. CONSTANTE UNIVERSAL DE LOS GASES. FACTOR DE COMPRESIBILIDAD. GRÁFICA DEL FACTOR GENERALIZADO DE COMPRESIBILIDAD. EL MODELO DE GAS IDEAL. ENERGÍA INTERNA, ENTALPIA Y CALORES ESPECÍFICOS DE LOS GASES IDEALES. TABLAS DE GAS IDEAL. HIPÓTESIS DE CALORES ESPECÍFICOS CONSTANTES. PROCESOS POLITRÓPICOS DE UN GAS IDEAL. RELACIONES TERMODINÁMICAS PARA SUSTANCIAS SIMPLES COMPRESIBLES. ECUACIÓN DE ESTADO. INTRODUCCIÓN. ECUACIONES DE ESTADO DE DOS CONSTANTES.	Prueba escrita de prácticos Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo	Evaluación globalizadora unidad 1,2,y3. Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formación de Criterios operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/</a>

## Eje temático Nº 2: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA SISTEMAS HETEROGÉNEOS - VAPORES

Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
6	EL SEGUNDO PRINCIPIO Y LA FUNCIÓN ENTROPIA. FENOMENOLOGÍA. CONCLUSIONES. LA SEGUNDA LEY O SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. LA FUNCIÓN ENTROPIA. ENUNCIADO. LA FUNCIÓN ENTROPIA. LOS SISTEMAS AISLADOS Y LA REALIDAD. REVERSIBILIDAD DE UN UNIVERSO FÍSICO. REVERSIBILIDAD Y EQUILIBRIO. REVERSIBILIDAD Y ENTROPIA. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL SEGUNDO PRINCIPIO.	- Clase magistral con el pizarrón. Trabajo en grupo.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos..	Conceptual Formación de Criterios operativos.	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté Apuntes universidad del litoral <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/</a>
7	LA VARIACIÓN DE ENTROPIA DE UN SISTEMA EN UNA EVOLUCIÓN IRREVERSIBLE O REAL. SÍNTESIS. GENERALIZACIÓN. FUNDAMENTO DEL CÁLCULO DE ENTROPIAS. MÁQUINAS TÉRMICAS. RENDIMIENTO TÉRMICO. CICLO DE CARNOT.	Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formador de Criterio operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté Apuntes universidad del litoral <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sacad/</a>

<b>Eje temático Nº 2: SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA SISTEMAS HETEROGÉNEOS - VAPORES</b>					
Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
8	PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA, SIMPLE Y COMPRESIBLE. EL PRINCIPIO DE ESTADO. LA RELACIÓN P-V-T. LA SUPERFICIE P-V-T. PROYECCIONES DE LA SUPERFICIE P-V-T. CAMBIO DE FASE. VALORES DE LAS PROPIEDADES TERMODINÁMICAS. PRESIÓN, VOLUMEN ESPECÍFICO Y TEMPERATURA. ENERGÍA INTERNA Y ENTALPIA ESPECÍFICAS. LOS CALORES ESPECÍFICOS Cv y Cp. APROXIMACIONES PARA LÍQUIDOS USANDO DATOS DE LÍQUIDOS SATURADO, EL MODELO DE SUSTANCIA INCOMPRESIBLE. FUNCIONES TERMODINÁMICAS DE DOS VARIABLES INDEPENDIENTES. RELACIONES A PARTIR DE DIFERENCIALES EXACTAS. DIFERENCIALES EXACTAS MÁS IMPORTANTES.	Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formador de Criterio operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
9	RELACIONES DE MAXWELL. FUNCIONES TERMODINÁMICAS FUNDAMENTALES. RELACIONES TERMODINÁMICAS QUE INCLUYEN LA ENTROPIA, LA ENERGÍA INTERNA Y LA ENTALPIA. ECUACIÓN DE CLAPEYRON. EXPRESIONES PARA $\Delta s$ , $\Delta u$ Y $\Delta h$ EN REGIONES DE UNA SOLA FASE. OTRAS RELACIONES TERMODINÁMICAS. COEFICIENTES DE DILATACIÓN ISÓBARA Y DE COMPRESIBILIDAD ISOTERMA E ISOENTRÓPICA. RELACIONES QUE INCLUYEN LOS CALORES ESPECÍFICOS Y SU COCIENTE. COEFICIENTE DE JOULE-THOMSON.	Clase magistral con la PC y el pizarrón Trabajo en grupo	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual Formador de Criterio operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
<b>Eje temático Nº 3: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS AIRE HÚMEDO</b>					
Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
10	CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR CILOS DE VAPOR PARA PRODUCCIÓN DE TRABAJO ASPECTOS PRELIMINARES. EL CICLO RANKINE. PRINCIPALES TRANSFERENCIAS DE CALOR Y TRABAJO. EL CICLO RANKINE IDEAL. EFECTOS DE LAS PRESIONES DE CALDERA Y CONDENSADOR EN EL CICLO RRANKINE. PRINCIPALES IRREVERSIBILIDADES Y PÉRDIDAS. SOBRECALENTAMIENTO Y RECALENTAMIENTO. EL CICLO DE POTENCIA TREGENERATIVO. CALENTADOR ABIERTO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN. CALENTADOR CERAADO DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN. CALENTADORES MÚLTIPLES DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN. CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO DE TRABAJO, CICLOS BINARIOS DE VAPOR Y COGENERACIÓN.	Prueba escrita de prácticos Clase Magistral con Pizarrón, PC y Cañón. Trabajo en grupo.	Evaluación globalizadora unidad 4,y5. Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual y Formador de criterio operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
11	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y BOMBA DE CALOR. INTRODUCCIÓN. REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR. TRANSFERENCIAS MÁS IMPORTANTES DE TRABAJO Y CALOR. COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS CON COMPRESIÓN DE VAPOR. PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES. SISTEMA EN CASCADA Y DE COMPRESIÓN MULTITIETAPA. CICLOS EN CASCADA. COMPRESIÓN MULTITIETAPA CON REFRIGERACIÓN. REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN. BOMBAS DE CALOR. EL	Clase Magistral con Pizarrón, PC y Cañón. Trabajo en grupo.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual y Formador de criterio operativos.	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL

**Eje temático Nº 3: CICLOS DE LAS MÁQUINAS TÉRMICAS A VAPOR CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS AIRE HÚMEDO**

Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
	CICLO DE CARNOT DE BOMBA DE CALOR. BOMBAS DE CALOR POR COMPRESIÓN DE VAPOR. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN CON GAS. EL CICLO BRAYTON DE REFRIGERACIÓN. APLICACIONES ADICIONALES DE LA REFRIGERACIÓN CON GAS.				<a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
12	CICLOS DE LOS MOTORES TÉRMICOS A GAS CICLO OTTO. EL CICLO DE CUATRO TIEMPOS CICLO HIPOTÉTICO Y CÁLCULO DEL RENDIMIENTO. ESTÁNDARES IDEALES DE COMPARACIÓN. DIAGRAMA IDEAL DEL INDICADOR PARA UN MOTOR DEL TIPO OTTO. CAMBIOS DE DISEÑOS PARA AUMENTAR LA POTENCIA, EN EL OTTO. CICLO DIESEL. CICLO DUPLEX. COMPARACIÓN DE LOS CICLOS DE AIRE NORMAL. RELACIÓN DE COMPRESIÓN Y SUMINISTROS DE CALOR CONSTANTES. LA PRESIÓN MÁXIMA Y LA APORTACIÓN DE CALOR CONSTANTES. LA PRESIÓN MÁXIMA Y EL TRABAJO PRODUCIDO CONSTANTES. PRESIÓN MÁXIMA Y TEMPERATURA CONSTANTES. MOTORES DE ENCENDIDO POR COMPRESIÓN Y NÚMERO DE CETANO. TURBOCOMPRESOR. DETALLES DE FUNCIONAMIENTO. MÉTODOS AVANZADOS PARA EL CONTROL DE LA DETONACIÓN. ENFRIAMIENTO DEL AIRE E INYECCIÓN DE NAFTA. MATERIALES ESPACIALES.	Clase Magistral con Pizarrón, PC y Cañón. Trabajo en grupo.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos.	Conceptual y Formador de criterio operativos	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
13	TURBINAS DE GAS. FUNCIONAMIENTO DE UNA SIMPLE PLANTA O CENTRAL PRODUCTORA DE ENERGÍA POR TURBINA DE GAS DE CICLO ABIERTO. CICLO YOUNG O BRAYTON. CICLO REGENERATIVO DE LA TURBINA DE GAS. RENDIMIENTO DEL CICLO CON FRICCIÓN DEL FLUIDO.	Taller en el laboratorio con utilización de PC.	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos	Práctica. Formador de Criterio operativos.	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>
14	MEZCLA DE GASES IDEALES: CONSIDERACIONES GENERALES. DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA. RELACIONES P-V-T EN MEZCLA DE GASES IDEALES. U,H,S PARA MEZCLAS DE GASES IDEALES. PROCESOS CON MEZCLAS A COMPOSICIÓN CONSTANTE. MEZCLA DE GASES IDEALES. APLICACIÓN A LA PSICROMETRÍA. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA PSICROMETRÍA. AIRE HÚMEDO. HUMEDAD ESPECÍFICA Y HUMEDAD RELATIVA. AIRE HÚMEDO EN CONTACTO CON AGUA LÍQUIDA. PUNTO DE ROCÍO. APLICACIÓN DE LA MASA Y LA ENERGÍA A LOS SISTEMAS PSICOMÉTRICOS. LAS TEMPERATURAS DE SATURACIÓN ADIABÁTICA Y DE BULBO HÚMEDO. EL PROCESO DE SATURACIÓN ADIABÁTICA. TEMPERATURAS DE BULBO HÚMEDO Y DE BULBO SECO. DIAGRAMA PSICOMÉTRICOS. PROCESOS PSICROMÉTRICOS. DESHUMIDIFICACIÓN. HUMIDIFICACIÓN. ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO. MEZCLA ADIABÁTICA DE DOS CORRIENTES DE AIRE HÚMEDO.	Taller en el laboratorio con utilización de PC. Trabajo en grupo	Evaluación conceptual de prácticos y teóricos	Práctica. Formador de Criterio operativos.	M.J. MORAN, H.N.SHAPIRO, Fundamentos de Termodinámica Técnica, Reverté C. MATAIX, termodinámica técnica y Máquinas térmicas, ediciones ICAI YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES TERMODINÁMICA. Mc Grau hill. J. B. JONES; R. E. DUGAN. INGENIERÍA TERMODINÁMICA. PRENTICE-HALL <a href="https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/">https://www.frsfco.utn.edu.ar/sy/sacad/</a>

**Presentación de Trabajos de investigación por grupo - Recuperatorios**

Semana	Contenidos	Metodología	Evaluación	Nivel de Profundidad	Bibliografía
15	Presentación de Trabajos de Investigación	Exposición del alumno	Evaluación de la exposición sobre el trabajo de Investigación	Practica Formador de Criterio operacionales.	Bibliotecas Hemerotecas Mediatecas Internet
16	3º PARCIAL Y RECUPERATORIO	Prueba escrita de prácticos.	Evaluación globalizadora Unidad 6,7 y 8. Evaluación Recuperatorio		

## **METODOLOGÍA**

- Clase Discusión sobre la planificación.
- Clases magistrales con la PC, el cañón y el pizarrón.
- Trabajos en grupo para la conclusión final.
- Trabajos práctico en el laboratorio.
- Trabajo práctico en una empresa sobre un caso real.
- Talleres en el laboratorio con utilización de PC.
- Trabajo de desarrollo de final abierto.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Bibliografía Obligatoria:**

- MORAN, M. J. ; SHAPIRO, H. N.  
*Fundamentos de termodinámica técnica: t.1.*  
2a. ed.  
Reverté, reimpresa en 2003.  
ISBN: 84-291-4168-5 t. 1.  
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN,  
más 5 reimpresiones anteriores)
  
- MORAN, M. J. ; SHAPIRO, H. N.  
*Fundamentos de termodinámica técnica: t.2.*  
2a. ed.  
Reverté, 1999.  
ISBN: 84-291-4169-5 t. 2.  
(AI 2013: 4 ejemplar/es en Colección UTN,  
más 2 reimpresiones anteriores)
  
- MATAIX PLANA, Claudio.  
*Termodinámica técnica y máquinas térmicas.*  
1a. ed.  
Ediciones ICAI, 1993.  
ISBN: 84-7399-050-1  
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN).

### **Bibliografía complementaria**

- YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES  
*Termodinámica: t. 1.*  
2a. ed.  
McGraw-Hill, 1997.  
ISBN: 970-10-0910-X t. 1.  
(AI 2013: 0 ejemplar/es en Colección UTN)
  
- YUNUS A. CENGEL; MICHAEL A. BOLES  
*Termodinámica: t. 2.*  
2a. ed.  
McGraw-Hill, 1997.  
ISBN 970-10-0911-8  
(AI 2013: 0 ejemplar/es en Colección UTN)
  
- ROLLE KURT C.  
*Termodinámica.*  
6a. ed.  
Pearson, 2006.  
ISBN 970-26-0757-4  
(AI 2013: 0 ejemplar/es en Colección UTN)
  
- WARK, Kenneth; RICHARDS, Donald E.

*Termodinámica.*  
6a. ed.  
McGraw-Hill Interamericana, 2005.  
ISBN 9788448128296  
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN)

- FAIRES, Virgil Moring ; SIMMANG, Clifford Max.  
*Termodinámica.*  
7a. ed., reimpressa.  
Limusa, 2001.  
ISBN 978-18-3943-7  
(AI 2013: 1 ejemplar/es en Colección UTN  
más 1 de edición anterior con variante de título)
- POTTER, Merle C. ; SOMERTON, Craig W.  
*Termodinámica para ingenieros.*  
1a. ed.  
McGraw-Hill Interamericana, 2004.  
ISBN: 9788448142827  
(AI 2013: 2 ejemplar/es en Colección UTN,  
más 2 ejemplar/es de otra edición con variante de título)
- PERRY, Robert H.; GREEN, Don W.; MALONEY, James O.  
*Manual del ingeniero químico: t. 1. (Capítulo 4).*  
4a. ed. en español, traducida de la 7a. ed. en inglés.  
McGraw-Hill, 2001.  
ISBN 84-481-3342-0 t. 1  
(AI 2013: 2 ejemplar/es en Colección UTN,  
MÁS 3 DE EDICIONES ANTERIORES)

## ARTICULACIÓN

### **Articulación con el Área:**

Asignatura	Carga Horaria	Porcentaje
Termodinámica	128	15,40
Química inorgánica	128	15,40
Química Orgánica	192	23,00
Química Analítica	128	15,40
Fisicoquímica	128	15,40
Biotecnología	128	15,40

**Articulación con las correlativas:**

Asignatura	Para cursar		Para rendir
	Cursada	Aprobada	Aprobada
<b>TERMODINÁMICA</b>	A. M. II FÍSICA II	A. M. I FÍSICA I Alg. Y Geom.. Analítica QUÍMICA GEN	A. M. II FÍSICA II Integradora II

## ORIENTACIÓN

### PERFIL DE GRADUADO QUÍMICO DE LA UTN FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO

#### **Perfil del Ing. Químico**

En base al diseño curricular y teniendo en cuenta que el Ingeniero Químico es el profesional que puede: *desarrollar* los resultados de la investigación científica de nuevos productos o procedimientos para construir una planta donde producir los primeros o para modificar; *perfeccionar* una planta existente donde puedan aplicarse los segundos..*investigar* para establecer las herramientas físico-matemáticas que necesita para el trabajo de desarrollo y cambio de escala (del laboratorio a la planta industrial); *dirigir*. y *administrar* en distintos niveles las empresas de manera de conjugar capitales, hombres y equipos en un esfuerzo común para conseguir optimizar la producción; .-*enseñar* y *formar* a nuevas generaciones de ingenieros químicos y *capacitar permanente* a quienes están en actividad.

La diversidad de tareas que un ingeniero químico está en condiciones de llevar a cabo conduce a los caminos de realización que puede elegir el profesional al finalizar su formación universitaria y que fundamentalmente son:

- a- la investigación de la ciencia de la ingeniería química o de sus tecnologías de aplicación;
- b- el diseño, cálculo y proyecto de las instalaciones y equipos ( ingeniero de desarrollo)
- c- la dirección y control de la producción ( ingeniero de planta o de producción )
- d- el asesoramiento técnico de la venta de equipos y productos .
- e- la administración de empresas;
- f- la enseñanza.

Para adecuarse a la situación actual, donde las empresas tienen un alto grado de tecnificación y complejidad de tecnologías; el ingeniero químico debe tener una formación fundamental que le permita captarla y manejarla con facilidad.

Esto define una formación general básica y especializada, pero sin caer en un profesional polivalente. Dado que en función de las demandas del medio y para situar al egresado en la realidad y el contexto social es necesario ofrecerle una orientación que atienda a los problemas locales y regionales.

Dada la ubicación geográfica de esta Facultad en el centro de la zona agrícola ganadera del país y con un fuerte asentamiento de industrias alimenticias, se llega a contar con la necesidad de preparar un ingeniero químico orientado hacia la alimentación. Por lo tanto debe tener competencias:

- intelectuales* (saber) tener capacidad para organizar la información y para razonar, lo que se adquiere a través de la profundidad de los contenidos de las diferentes asignaturas.

- procedimentales* (saber hacer) tener habilidad manual no tanto para hacer cosas sino para sentirse seguro al investigarlas, proyectarlas y manejarlas. Debe poseer

la intima sensación de seguridad de que en un momento dado sea capaz de realizarlo.

- *actitudinales* (*saber ser*) tener capacidad para trabajo en grupo que lleva a la aceptación del diseño y una rápida adecuación a las nuevas modalidades de gestión en las empresas y sobre todo contar con valores universales y pautas culturales propias.

#### **Del Área:**

Estará orientada al campo de acción con relación a los sistemas, equipos y componentes, térmicos, fluido dinámicos, frigoríficos, su automatización y control, incluyendo conocimientos de proyecto y de su utilización, valiéndose de las adecuadas herramientas técnicas e informáticas. Debe poder aplicar apropiadamente los criterios de analizar, comprender y conocer las leyes que fundamentan el comportamiento del calor, aire, aceite, gases y otros fluidos que se aplican en los aparatos y sistemas industriales. analizar, comprender y adquirir conocimientos sobre los aspectos teóricos, tecnológicos y sobre los materiales que se utilizan en la construcción de las máquinas, dispositivos o sistemas que funcionan con estos fluidos, desarrollar las habilidades de ensayo, en proyectos y construcción de plantas industriales de industrias de procesos – de transformaciones físicas, químicas y de bioingeniería- máquinas o dispositivos, siguiendo los principios generales de la Ingeniería. de selección de aparatos en general que conforman los mencionados sistemas, tendiendo a las soluciones de mayor eficiencia global. profundizando más bien en las diversas funciones del profesional, fundamentalmente en la operación de plantas de procesos.

#### **De la Asignatura:**

Estará orientada a lograr que los alumnos comprendan los principios y leyes que gobiernan la termodinámica, relacionando los conceptos básicos con la realidad ingenieril, desarrollando la habilidad en el manejo de programas y software de P.C., tablas y gráficos para así aplicarlos al diseño y evaluación de proyectos de inversión en la producción de bienes y servicios industriales, fundamentalmente valorando la importancia de las transformaciones energéticas en el campo operacional y de procesos como también a nivel molecular y biotecnológico.