



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
República Argentina

Programa de:

# TERMODINÁMICA

Carrera: *Ingeniería Mecánica*  
Escuela: *Ingeniería Mecánica Electricista.*  
Departamento: *Física*

Plan: 212- 05  
Carga Horaria: 96  
Semestre: *Quinto*  
Carácter: *Obligatoria*  
Bloque: *C. B*

Puntos: 4  
Hs. Semanales: 6  
Año: *Tercero*

Objetivos: *Conocer los principios fundamentales de la Termodinámica y Cinética de los Gases para que desde un punto de vista técnico científico el estudiante pueda sentar las bases para su aplicación en las materias de especialización. Crear además una actitud reflexiva para que, mediante la aplicación de los temas teóricos a casos prácticos se generen hábitos de investigación y experimentación.*

Programa Sintético.

- 1-. *Propiedades y sistemas termodinámicos.*
- 2-. *Ecuación de la Energía. 1er. Principio de la termodinámica*
- 3-. *Gases Perfectos y reales.*
- 4-. *Segundo principio de la termodinámica .*
- 5-. *Funciones Termodinámicas..*
- 6-. *Ciclo de Sistemas Gaseosos*
- 7-. *Propiedades de las Sustancias Puras.*
- 8-. *Ciclo de Vapor.*
- 9-. *Ciclos Frigoríficos.*
- 10-. *Escurrecimiento de Gases y Vapores.*
- 11-. *Mezcla de Gases y Vapores.*
- 12-. *Termoquímica y combustión.*
- 13-. *Fundamentos de Termotransferencia .*

Programa Analítico: de foja 4 a foja 6.

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .

Bibliografía: foja 7.

Correlativas Obligatorias:

Correlativas Aconsejadas: *Física I.*  
*Análisis Matemáticos II*

Rige: 1997

Aprobado HCD, Res.:

Modificado / Anulado / Sust. HCD Res.:

Fecha:

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:

## PROGRAMA ANALÍTICO

### LINEAMIENTOS GENERALES

En esta asignatura nos referiremos a los conocimientos básicos de la ciencia de los estados y de los cambios de estado de los sistemas físicos que mediante su interacción acompañan dichos cambios.

Por tratarse la termodinámica de una rama de la física, durante su estudio se describen los procesos en donde los cambios de temperatura desempeñan un papel importante en la transformación de la energía de una forma a otra. Como los fundamentos de la termodinámica descansan en la observación y en la generalización adecuada del comportamiento del mundo real, a lo largo del semestre se estudiarán las leyes que rigen las transformaciones de energía.

En lo que se refiere a la aplicación de ésta disciplina en ingeniería, podemos afirmar que el alumno tomará conciencia de su importancia al percibir que su estudio participa en todas las actividades humanas, desde lo cotidiano a lo más sofisticado como es el caso la tecnología espacial.

Finalmente, la termodinámica para el futuro ingeniero sin lugar a dudas desempeñará un papel de primera magnitud en la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en la crisis energética, la escasez de agua potable desecho de residuos y otros. Es así, que su estudio resulta de la mayor importancia para la continua búsqueda de un mejor modo de vida. Luego podemos afirmar que esta disciplina motiva el uso de la imaginación y habilidad creadora.

### METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza se basa en clases teóricas, prácticas y de laboratorio, que permiten al alumno asimilar y comprobar la aplicación de los conocimientos impartido por los docentes mediante la resolución de situaciones reales que se apoyan en el uso del laboratorio experimental.

El alumno asimila el uso de material bibliográfico disponible indicado por la cátedra y realiza informes de la actividad que desarrolla. El logro de los objetivos propuestos se basa en la integración de los conocimientos adquiridos mediante la discusión de preguntas y resolución de problemas, para de ese modo permitir una mejor comprensión sobre todo, en aquellos conceptos más complicados. Así mismo en el transcurso del semestre se desarrollan trabajos de laboratorio experimental y evaluación de las unidades de enseñanza aprendizaje.

Todo o anterior obliga a una coordinación esmerada de las actividades dentro del tiempo asignado.

## EVALUACION

### **Condiciones para la promoción de la materia**

- a)- Tener todas las correlativas de la materia aprobadas, o los trámites de correlatividad en orden.
- b)- Cumplir con el 80 % de asistencia a las clases teóricas y prácticas, aprobando los trabajos exigidos por la cátedra en cada caso.
- c)- Aprobar dos pruebas parciales escritas y un coloquio integrador final, (éste último en forma oral).  
Cada prueba parcial escrita será teórico-práctica con los siguientes contenidos:

#### **Teórico :**

Constará de un cuestionario de no más de 5 (cinco) preguntas teóricas conceptuales.

#### **Práctico :**

Resolución de no más de dos ejercicios, en los cuales el alumno podrá contar con material de apoyo autorizado por el Jefe de Trabajos Prácticos.

El tiempo asignado para el parcial será como máximo de 2 (dos) horas reloj y su aprobación será con una nota no menor a 4 (cuatro) puntos, equivalentes al 60 % de los conocimientos evaluados en cada una de las partes. Cada alumno, podrá hacer uso de la **recuperación** de un parcial.

La nota de evaluación del parcial recuperado, reemplazará al aplazo o inasistencia que dio origen a la recuperación.

### **Coloquio integrador final:**

El coloquio integrador final se podrá rendir *en dos oportunidades* después de haber aprobado las dos pruebas parciales anteriores y en cualquiera de los turnos de exámenes finales fijados por la facultad, con los siguientes plazos:

**Para materias del primer semestre:** *Hasta el último turno de Diciembre del mismo año de cursado.*

**Para materias del segundo semestre:** *Hasta el último turno de Marzo del año siguiente al cursado de la asignatura.*

**Validez de la promoción:** *(Plazo para asentar la condición en acta).*

e)- **Para materias del primer semestre:** *Hasta finalizar la época de exámenes de Febrero-Marzo del año siguiente.*

f)- **Para materias del segundo semestre :** *Hasta finalizar la época de exámenes de Julio del año siguiente.*

El alumno que no se haya inscripto para registrar su promoción dentro del plazo estipulado en e) y f), perderá la promoción de la asignatura, quedando en condición de libre.

### **Alumnos regulares :**

Los requisitos para que el alumno quede en situación de alumno regular es haber cumplimentado lo establecido en los apartados a) y b) , además de tener aprobado el 50% de lo correspondiente al apartado c) del Régimen de Promoción. La validez de la regularidad se rige por el *Régimen de Alumnos Art : 14* de la **Resol. N° 154-H-C-D-2002**.

### **Examen práctico regular.**

Constará de una parte práctica de no más de dos problemas similares a los de la carpeta o Guía de Trabajos Prácticos, siendo su duración de dos horas reloj.

La aprobación de la parte práctica quedará registrada en la Libreta de Trabajos Prácticos y su validez será hasta la finalización de la regularidad.

### **Examen practico libre.**

Constará de no menos de dos problemas y preguntas de laboratorio de acuerdo al programa vigente, siendo su duración de dos horas reloj.

La no aprobación de la parte teórica invalida la parte practica.

## CONTENIDOS TEMÁTICOS

### Unidad N° 1 “Propiedades y sistemas termodinámicos

Definiciones y conceptos fundamentales. Energía. Energía interna. Energía mecánica. Energía de flujo. Energía calorífica. Unidades de energía y potencia. Sistemas. Parámetros. Funciones de estado. Escalas termométricas. Parámetros fundamentales. Interpretación cinética de la presión y la temperatura. Camino libre medio. Choque contra una pared móvil. Constante de Boltzmann.

### Unidad N° 2 “Ecuación de la energía. 1er. Pcpio. de la termodinámica”

Ecuación general de la energía. Primer principio para sistemas no fluyentes. Calores específicos. Función energía interna. Trabajo externo. Entalpía. Primer principio para sistemas fluyentes. Casos particulares de la ecuación de la energía. Laminado.

### Unidad N° 3 “Gases perfectos y reales”

Clasificación de los sistemas gaseosos. Gases perfectos. Propiedades leyes y ecuaciones. Ecuación de estado La constante  $R$ . Gases reales. Representación de Amagat. Ecuación de estado de los gases reales. Ecuación de Van der Waals. Ecuación de estado reducida. Otras ecuaciones para gases reales. Factor de compresibilidad. Límite de aplicación de las fórmulas. Transformaciones reversibles de los gases perfectos. Mezcla de gases perfectos y reales.

### Unidad N° 4 “2do. Principio de la termodinámica. Entropía”

Ciclos. Concepto de rendimiento térmico. Transformaciones reversibles e irreversibles. Enunciados del segundo principio de la termodinámica. Ciclo de Carnot. Teorema de Carnot. Escalas termodinámicas de temperaturas. Teorema de Clausius. Entropía. Entropía para gases perfectos. Diagramas entrópicos. Trazado de las transformaciones. Entropía e irreversibilidad. Consecuencias de la irreversibilidad en el trabajo máximo. Exergía. Entropía y probabilidad termodinámica.

### Unidad N° 5 “Funciones" termodinámicas”

Métodos matemáticos fundamentales. Función de Helmholtz. Función de Gibbs. Ecuaciones de Maxwell. Primera y segunda ecuación  $T dS$ .

### Unidad N° 6 “Ciclos de sistemas gaseosos”

Ciclo de las máquinas térmicas. Ciclo Otto. Diesel. Semidiesel. Ciclo Brayton. Indicador de Watt. Indicadores de rayos catódicos. Ciclo de compresión sin espacio nocivo. Ciclo de compresión con espacio nocivo.

### Unidad N° 7 “Propiedades de las sustancias puras”.

Vapores. Calor de formación de los vapores. Fórmula de la tensión. Título de un vapor. Volumen del vapor saturado seco. Ecuaciones de estado. Entropía de los vapores. Diagrama entrópico. Entalpía y vapores. Diagrama de Mollier. Calor específico del vapor de agua.

### Unidad N° 8 “Ciclos de vapores”.

Transformaciones del vapor de agua. Determinación del título en expansiones adiabáticas. Ciclo de Carnot para vapores. Ciclo de Rankine. Ciclo real. Eficiencia. Ciclo de expansiones múltiples. Ciclo regenerativo. Ciclo binario.

### Unidad n° 9 “Ciclos frigoríficos”.

Ciclos frigoríficos de Carnot. Ciclo de compresión a régimen húmedo. Ciclo de compresión a régimen seco. Ciclo de dos etapas y doble evaporador. Ciclo de absorción. Ciclo de difusión. La bomba de calor. Criogenia.

**Unidad N° 10 “Escurrecimiento de gases y vapores”.**

Escurrecimiento de gases y vapores. Escurrecimiento a volumen constante. Escurrecimiento isotérmico. Escurrecimiento adiabático. Toberas, determinación del caudal. Dimensionamiento. Presión, velocidad y sección crítica. Velocidad del sonido, número de Mach. Difusores. La tobera venturi. Eyectores.

**Unidad N° 11 “Mezcla de gases y vapores”.**

Aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Volumen del aire húmedo. Entalpías. Tablas. Diagramas Psicrométrico y de Mollier (i-x). Transformaciones del aire húmedo. Punto de rocío. Saturación adiabática. Mezcla del aire húmedo.

**Unidad N° 12 “Termoquímica y combustión”.**

Termoquímica. Definiciones y leyes. Reacciones a p=cte. Calor de formación. Reacciones a V=cte. Calor de combustión. Calores de reacción. Temperatura máxima de reacción. Combustión. Poderes caloríficos inferior y superior. Bomba calorimétrica de Malher. Calorímetro de Junkers. Cantidad de aire necesaria para la combustión. Temperatura de combustión. Diagrama entálpico de combustión.

**Unidad N° 13 “Termodinámica-fundamentos”.**

Distintas formas de transmisión del calor. Transmisión del calor por conducción. Formula de Fourier. Aplicaciones. Aplicación general de la conducción del calor. Convección. Cálculo del Coeficiente de convección. Convección forzada. Convección natural. Radiación. Leyes de la radiación. Transmisión total para fluidos en reposo. Transmisión del calor para fluidos en movimiento. Diferencia media logarítmica de temperatura. Intercambiadores de calor. Intercambiadores de corriente de igual y distinto sentido. Determinación de la superficie de intercambio.

**LISTADO DE ACTIVIDADES TEÓRICO PRACTICAS.**

<b>TRABAJOS PRÁCTICOS</b>
<b>TEMAS</b>
<b>Propiedades -Sistemas termodinámicos. Ecuación General de la Energía</b>
<b>Primer Principio- Entalpía. Gases perfectos. Mezcla de gases</b>
<b>Gases reales .Transformaciones-.</b>
<b>Segundo principio de la termodinámica- Entropía-Exergía. Funciones</b>
<b>Ciclos de sistemas gaseosos de máquinas motrices y operadoras. Laboratorio.</b>
<b>Vapores-ciclos de máquinas de vapor.</b>
<b>Ciclos frigoríficos. Laboratorio</b>
<b>Escurrecimiento de gases y vapores- (Toberas).</b>
<b>Aire húmedo</b>
<b>Poder calorífero y combustión</b>
<b>Fundamentos de termo-transferencia. Laboratorio</b>

## 1. DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	48
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	9
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	39
○ PPS	
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>96</b>

## DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	80
PREPARACION PRACTICA	
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	6
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	30
<b>TOTAL DE LA CARGA HORARIA</b>	<b>116</b>

## 2. BIBLIOGRAFIA

- V. FAIRES : **Termodinámica.**
- KIRILLIN : **Termodinámica Técnica.**
- WARK : **Termodinámica.**
- CENGEL BOLES: **Termodinámica.**
- H. BAHER : **Tratado moderno de Termodinámica.**
- F. HUANG : **Ingeniería Termodinámica.**
- ESTRADA: **Termodinámica Técnica**
- FACORRO RUIZ : **Termodinámica Técnica.**
- M. ZEMANSKY : **Calor y Termodinámica.**
- M. NINCI : **Termodinámica Técnica.**
- SCHMIDT KESTIN : **Thermodynamics.**
- H. DUBBEL : **Manual del Constructor de Máquinas.**
- A. MALDONADO. **Termodinámica Técnica**
- C MORA: **Termotransferencia.**
- F. C. ARENAS: **Termodinámica Técnica.**

