



PROGRAMA ANALÍTICO

DEPARTAMENTO: MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

ASIGNATURA: TERMODINÁMICA

CÓDIGO: 0324

AÑO ACADÉMICO: 2019

PLAN DE ESTUDIO: 2005

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 3ER. AÑO

MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL

DOCENTE A CARGO: Ing. Jorge Raúl Barral – Profesor Titular Exclusivo

EQUIPO DOCENTE: Ing. Jorge Raúl Barral – Profesor Titular Exclusivo
Ing. Pablo Daniel Galimberti – Profesor Adjunto Exclusivo
Ing. Rodolfo Stoll – Ayudante de Primera Exclusivo

RÉGIMEN DE ASIGNATURAS:

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
0320	0412
0402	-
0411	-

ASIGNACIÓN DE HORAS:

Semanales: 7

Totales → Teóricas: 55
 → Prácticas → Resolución de problemas: 45
 → Laboratorio: 5
 → Proyecto: -
 → Trabajo de campo: -

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria



OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA:

OBJETIVOS GENERALES

Se espera que el alumno:

- a) Conozca e interprete los conceptos básicos y principios fundamentales de la Termodinámica.
- b) Totalice los contenidos de la asignatura con los correspondientes a materias afines del ciclo básico y medio y esté preparado para integrarlos con los de las materias del ciclo superior, de forma tal de entender el uso de la Termodinámica en problemas de Ingeniería.
- c) Comprenda la fundamentación netamente experimental de la Termodinámica Clásica y conozca la formulación matemática que la sustenta, como así también las herramientas necesarias para la resolución de casos prácticos.
- d) Sea capaz de percibir e interpretar las razones físicas propias de los distintos temas de la Termodinámica.
- e) Adquiera habilidad en la aplicación de su conocimiento teórico en problemas reales, teniendo en cuenta las hipótesis simplificadoras, alcances y limitaciones del presente curso de Termodinámica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se pretende que el alumno sea capaz de:

- a) Utilizar las consecuencias del Primer y Segundo Principios de la Termodinámica en la resolución de problemas de sistemas cerrados y abiertos, con flujo estacionario y no estacionario.
- b) Manejar con soltura los conceptos y aplicaciones de Calor, Trabajo, Energía Interna, Entalpía y Entropía, como así también los diagramas presión-volumen, temperatura-entropía y entalpía-entropía.
- c) Adquirir un conocimiento cualitativo de las relaciones entre las propiedades termodinámicas más importantes de las sustancias puras, interpretando claramente las condiciones de equilibrio y de transición de fase.
- d) Juzgar y evaluar las performances de ciclos de instalaciones térmicas y la conveniencia de las aplicación de ellos en los casos particulares que correspondan.
- e) Tomar los conocimientos básicos de la Termodinámica para escoger los caminos adecuados que le permitan calcular procesos y ciclos en los cuales intervengan líquidos, sólidos y gases.
- f) Desarrollar habilidad en la resolución de problemas que involucren compresores, ciclos de refrigeración y bombas de calor, introduciéndose en conceptos básicos de instalaciones y distintos tipos de máquinas.
- g) Manejar los conceptos que importan a la Psicrometría, a fin de aplicarlos en forma conveniente para la obtención de resultados numéricos.
- h) Trabajar con soltura con las distintas tablas y diagramas de propiedades de distintas sustancias, como así también manejar las distintas unidades típicas de la Ingeniería Termodinámica y sus correspondientes conversiones.
- i) Entender las ventajas que ofrecen algunos softwares comerciales y programas accesibles vía Internet, específicos para Termodinámica, introduciéndose en el manejo de algunos de ellos para la resolución de problemas concretos.



CONTENIDOS:

CAPÍTULO 1: Conceptos Introdutorios y Definiciones

- 1.1 Objeto de estudio de la Termodinámica. Ingeniería Termodinámica.
- 1.2 Termodinámica Clásica. Punto de vista macroscópico y microscópico.
- 1.3 Sistemas termodinámicos. Sistemas cerrados y sistemas abiertos. Volumen de control.
- 1.4 Propiedad, estado, proceso y equilibrio.
- 1.5 Unidades básicas y derivadas. Conversión de unidades.
- 1.6 Volumen Específico y presión. Presión absoluta, manométrica y de vacío.
- 1.7 Temperatura. Ley Cero de la termodinámica. Escalas termométricas.
- 1.8 Metodología general para la resolución de problemas de ingeniería termodinámica.

CAPÍTULO 2: La Energía y la Primera Ley de la Termodinámica

- 2.1 Conceptos mecánicos de energía.
- 2.2 Energía transferida mediante trabajo. Trabajo de expansión-compresión. Otros tipos de trabajo.
- 2.3 Concepto de Calor. Experiencia de Joule: Equivalente calórico del trabajo.
- 2.4 Energía de un sistema. Primera Ley de la Termodinámica. Energía Interna.
- 2.5 Balance de energía para sistemas cerrados.
- 2.6 Calorimetría y primera ley de la termodinámica. Calorímetros.
- 2.7 Análisis energético de ciclos. Rendimiento térmico.

CAPÍTULO 3: Propiedades de una Sustancia Pura Simple y Compresible.

- 3.1 Equilibrio termodinámico.
- 3.2 Proceso de cambio de fase.
- 3.3 Superficie p-v-t (presión-volumen específico-temperatura).
- 3.4 Diagramas presión-volumen específico, presión-temperatura, y temperatura-volumen específico.
- 3.5 Tablas de propiedades termodinámicas de las sustancias.
- 3.6 Propiedades termodinámicas en los cambios de fase. Título o calidad del vapor.
- 3.7 Vapor sobrecalentado. Líquidos y sólidos.
- 3.8 Entalpía. Calores específicos a volumen constante y a presión constante.
- 3.9 Relación presión-volumen específico-temperatura para gases. Factor de compresibilidad.
- 3.10 Modelo de gas ideal. Energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales.

CAPÍTULO 4: Análisis Energético para Sistemas Abiertos

- 4.1 Conservación de la masa en un volumen de control.
- 4.2 Conservación de la energía en un volumen de control. Trabajo de flujo.
- 4.3 Análisis de volúmenes de control en estado estacionario. Ejemplos de aplicación: Toberas y Difusores, Turbinas, Bombas y Compresores, Intercambiadores de calor, dispositivos de estrangulación. Calorímetro de estrangulación.
- 4.4 Análisis de volúmenes de control en estado transitorio.

CAPÍTULO 5: La Segunda Ley de la Termodinámica

- 5.1 Dirección de los procesos y oportunidad de desarrollar trabajo.
- 5.2 Enunciados de la segunda ley: Clausius y Kelvin-Planck. Equivalencia entre ellos.
- 5.3 Procesos reversibles e irreversibles.



- 5.4 Corolarios de la segunda ley para ciclos termodinámicos.
- 5.5 Escala Kelvin de temperaturas.
- 5.6 Performances máximas para ciclos de potencia, refrigerantes y bombas de calor operando entre dos reservorios térmicos.
- 5.7 El ciclo de Carnot.

CAPÍTULO 6: Entropía

- 6.1 La desigualdad de Clausius.
- 6.2 Definición de Entropía.
- 6.3 Entropía de las sustancias puras, simples y compresibles.
- 6.4 Diagrama temperatura-entropía y entalpía-entropía.
- 6.5 Cambio de entropía en procesos internamente reversibles.
- 6.6 Balance de entropía para sistemas cerrados. Principio de incremento de entropía.
- 6.7 Balance de entropía para sistemas abiertos.
- 6.8 Procesos isoentrópicos. Aplicación al modelo de gas ideal.
- 6.9 Eficiencia isoentrópica de turbinas, toberas, compresores y bombas.
- 6.10 Transferencia de calor y trabajo en procesos de flujo estacionario internamente reversibles.

CAPÍTULO 7: Análisis de Disponibilidad

- 7.1 Trabajo teórico máximo disponible. Disponibilidad (Exergía).
- 7.2 Balance de disponibilidad para sistemas cerrados.
- 7.3 Balance de flujo de disponibilidad para volúmenes de control.
- 7.4 Eficiencia exergética.
- 7.5 Diagramas exergéticos.

CAPÍTULO 8: Ciclos de Vapor de Potencia

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Ciclo de Carnot usando vapor.
- 8.3 Ciclo de Rankine.
- 8.4 Sobrecalentamiento y Recalentamiento.
- 8.5 Irreversibilidades y pérdidas.

CAPÍTULO 9: Ciclos de Gas de Potencia

- 9.1 Motores de combustión interna alternativos.
- 9.2 Ciclo Otto de aire estándar.
- 9.3 Ciclo Diesel de aire estándar.
- 9.4 Turbina de gas. Ciclo Brayton de aire estándar.
- 9.5 Irreversibilidades y pérdidas.
- 9.6 Flujo compresible a través de toberas y difusores.

CAPÍTULO 10: Sistemas de Refrigeración y Bombas de Calor

- 10.1 Introducción.
- 10.2 Ciclos de refrigeración por compresión de vapor.
- 10.3 Propiedades de los refrigerantes.
- 10.4 Sistemas de bombas de calor.



CAPÍTULO 11: Relaciones Termodinámicas para Sustancias Simples Compresibles

- 11.1 Ecuaciones de estado.
- 11.2 Funciones termodinámicas de dos variables independientes.
- 11.3 Relaciones a partir de diferenciales exactas. Relaciones de Maxwell.
- 11.4 Relaciones termodinámicas que incluyen la entropía, la energía interna y la entalpía.
Ecuación de Clapeyron. Expresiones para Δs , Δu y Δh en regiones de una sola fase.
- 11.5 Otras relaciones termodinámicas. Coeficiente de Joule-Thomson.
- 11.6 Construcción de tablas de propiedades termodinámicas.

CAPÍTULO 12: Mezclas de Gases No Reactivos y Psicrometría

- 12.1 Consideraciones generales sobre mezclas de gases.
- 12.2 Modelos de Dalton y de Amagat: presiones parciales y volúmenes parciales.
- 12.3 Mezclas de gases ideales.
- 12.4 Principios de Psicrometría: Aire húmedo, humedad específica y relativa. Punto de rocío.
- 12.5 Fenómeno de evaporación.
- 12.6 Conservación de masa y conservación de energía aplicadas a sistemas psicrométricos.
- 12.7 Temperatura de saturación adiabática y temperatura de bulbo húmedo.
- 12.8 Carta Psicrométrica.
- 12.9 Aplicaciones.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

Las clases estarán divididas en teóricas y prácticas. En las mismas se desarrollarán los principios fundamentales y se resolverán problemas de aplicación.

Desde la primer clase se trabajará fijando como punto inicial los objetivos, ya sean estos de la asignatura, del capítulo en estudio, o de cada tema en particular, a fin de que el alumno tenga en claro en todo momento qué está haciendo, por qué y para qué.

Con el objeto de lograr el interés de los alumnos, se trabajará ejemplificando continuamente sobre casos prácticos reales, mostrando la aplicación de las herramientas de la termodinámica para la resolución de los casos más sencillos de la vida diaria como así también complejos problemas ingenieriles. Dado el carácter de asignatura básica, no se profundizará en los aspectos tecnológicos más allá de conocimientos de carácter general de las máquinas y equipos, o lo que la propia curiosidad de los alumnos llegue a demandar.

Periódicamente se realizarán exposiciones integradoras, a fin de recalcar los principios básicos y analizar la interrelación entre los distintos temas de la asignatura. De la misma manera se analizará la proyección de Termodinámica hacia las asignaturas posteriores de la carrera.

En la resolución de problemas se promoverá la discusión de los mismos, desarrollando algunos de ellos en clase. Se fomentará la utilización de una metodología ordenada para la resolución de los mismos, con la realización de esquemas clarificadores, identificación de datos e incógnitas, realización de convenientes hipótesis simplificadoras y planteo de ecuaciones generales.

La introducción al manejo de software específico y programas de aplicación se realizará a partir de la décima semana de clases, utilizando los recursos informáticos de la Facultad, mediante la formación de comisiones, y trabajando sobre problemas concretos, similares a los desarrollados en los distintos temas vistos en clase.



MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Se realizarán dos evaluaciones parciales escritas divididas cada una en partes teórica y práctica, en las que el alumno podrá disponer de apuntes de clase y todo el material bibliográfico que esté a su alcance. Las partes teórica y práctica se calificarán por separado, de 0 a 10 puntos.

Para regularización de la asignatura será necesario alcanzar, tanto en la parte teórica como en la práctica, una calificación mínima de cinco puntos en las evaluaciones, computando todos los parciales.

Para acceder a la promoción total de la asignatura será necesario alcanzar, tanto en la parte teórica como en la práctica, un promedio de 7 puntos, computando todos los parciales, sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a 5 puntos. Logrado esto, y a fin de definir la calificación final, el alumno deberá presentarse a un coloquio integrador, en el cual deberá exponer un tema (de un total de entre 20 a 25 preseleccionados). Esta exposición será sin interrupciones y luego se le harán preguntas básicas sobre la totalidad del programa para comprobar la integración de conocimientos del alumno.

En el último parcial deberá obtener una nota de al menos 5 puntos tanto en la parte teórica como en la práctica para acceder a la regularización de la asignatura.

Quien alcance el promedio de 7 puntos en la parte práctica, pero no lo logre en la teórica, quedará eximido de la parte práctica para los turnos de julio-agosto y diciembre de 2016, no debiendo rendir dicha parte práctica en su examen final. Pasado este período el alumno quedará en la condición de Alumno Regular, debiendo rendir un examen convencional, con una primera parte práctica escrita y luego una teórica oral.

Se dará una instancia recuperatoria, donde se podrán recuperar las partes teóricas y prácticas de cualquiera de los parciales en que no se haya obtenido la calificación deseada. La nota de lo recuperado anula la del examen original. El examen convencional se tomará en función de los contenidos del programa 2019 (depositado en Registro de Alumnos y fotocopiadora del CEI).

Quienes rindan en condición de Alumno Regular, luego de aprobada la parte práctica, se le asignarán 3 temas de la asignatura, de los cuales el alumno elegirá uno para desarrollar oralmente con la ayuda del pizarrón. De ser satisfactorio el desempeño en este primer tema, se le asignará alguno de los otros dos para que complete su examen oral. En caso de que el desempeño en estos dos primeros temas no sea satisfactorio, los docentes de la asignatura podrán optar por solicitar la exposición del tercer tema.

Quienes rindan en la condición de Alumno Libre lo harán en base al último programa usado en el dictado de la asignatura, debiendo rendir previamente al examen oral un examen práctico con una extensión de aproximadamente un 30 % más que el de los alumnos regulares, a fin de asegurar una cobertura amplia de conocimientos sobre la mayoría de los temas fundamentales.



CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Duración del cuatrimestre: del 11 de marzo al 22 de junio del corriente año.

Semana Capítulo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	***														
2	***	***													
3		***	***												
4			***	***	**										
5				*	***	***	*								
6						**	***	*							
7							**	***	*						
8								**	***	**					
9									*	***	**				
10										**	***	*			
11											**	***	*		
12												**	***	*	
13													*	***	
14														***	***
Exámenes Parciales								1ro							2do

HORARIOS DE CLASES:

Martes de 18 a 21 h.
Jueves de 14 a 18 h.

HORARIOS DE CONSULTA:

Lunes de 8 a 12 h.
Miércoles de 8 a 12 h.


BIBLIOGRAFÍA:

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares en Biblioteca UNRC / código de búsqueda
<i>Fundamentos de Termodinámica Técnica, 4ta edición</i>	M. J. Moran y H. N. Shapiro	Reverté	2004	Solicitar a los docentes de la asignatura
<i>Termodinámica - 6ª edición</i>	Cengel, Y. A. Boles, M. A.	McGraw Hill	2014	Solicitar a los docentes de la asignatura
<i>Thermodynamics</i>	Klein, Sanford y Nellis, Gregory	Cambridge University Press	2012	Solicitar a los docentes de la asignatura

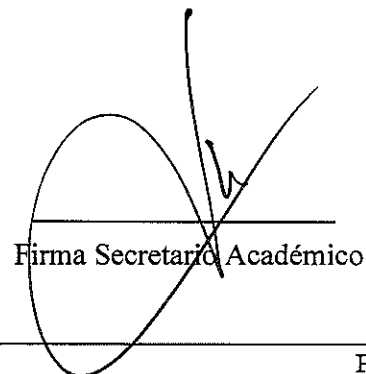


<i>Fundamentos de Termodinámica Clásica</i>	G. J. Van Wylen y R. E. Sonntag	Limusa	1976	4	536.7 V 285f
<i>Termodinámica, 3ra Edición</i>	J. A. Manrique Valadez	Oxford University Press	2001	1	536.7 M 288 V 156e3

<i>Calor y Principios de la Termodinámica 2da Edición</i>	F. I. Greco	Nueva Librería	1981	5	536.7 G 791e2
<i>Termodinámica Técnica</i>	V. A. Kirillin, V.V. Sichev y A.E. Sheindlin	MIR	1976	3	536.7 K 58
<i>Calor y termodinamica</i>	Zemansky, Mark W.	Aguilar - Madrid	1979	1	536.2 Z 53e4
<i>Tratado Moderno de Termodinámica (Teoría y Aplicaciones Técnicas)</i>	H. D. Baehr	José Montesó	1965	2	536.7 B 139



Firma Docente Responsable



Firma Secretario Académico