



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE LA PLATA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Código: **M0604**

Programa de:

Termodinámica A

Fecha Actualización: 28/08/2017

CARRERAS PARA LAS QUE SE DICTA

Carrera	Plan	Carácter	Cantidad de Semanas	Año	Semestre
Ingeniería Aeronáutica	2002	Obligatoria	Totales: 0	3	5
			Clases: Evaluaciones:		
Ingeniería Electromecánica	2002	Obligatoria	Totales: 0	2	4
			Clases: Evaluaciones:		
Ingeniería Mecánica	2002	Obligatoria	Totales: 0	2	4
			Clases: Evaluaciones:		

CORRELATIVIDADES

CURSADA	PROMOCIÓN
F0301 Matemática A F0302 Matemática B F0303 Física I U0902 Química	F0302 Matemática B F0303 Física I U0902 Química

DATOS GENERALES

Departamento: **Mecánica**

Área: **Termica**

Tipificación:

Ingeniería Aeronáutica 2002: **CB/TB**

Ingeniería Electromecánica 2002: **CB/TB**

Ingeniería Mecánica 2002: **CB/TB**

PLANTEL DOCENTE

Profesor Adjunto: Gutiérrez Fernando

Jefe de Trabajos Prácticos: Cebreiro José Pablo del Carmen

Jefe de Trabajos Prácticos: Bosc Cristian

Jefe de Trabajos Prácticos: VERA BORDA ABDON EDUARDO

Ayudante Diplomado: AMADO Marcos Elías

Ayudante Diplomado: PERONI María Belén

Ayudante Diplomado: VERA DE LA CRUZ ALCIRA

Ayudante Alumno: Cagliani Franco

Ayudante Alumno: Fernandez Matías

HORAS BLOQUE

Bloque de CB	Matemática	0
	Física	15
	Química	0
	Informática	0
	Total	15
Bloque de TB	65	
Bloque de TA	0	
Bloque de Complementarias	0	
Total	80	

CARGA HORARIA

HORAS DE CLASE

Totales: 0		Semanales: 5	
Teoría: 0	Práctica: 0	Teoría: 3	Práctica: 2
FORMACIÓN PRÁCTICA			
Formación Experimental 10	Resol. de Problemas 0	Proyecto y Diseño 0	PPS 0
TOTAL COMPUTABLES		HORAS DE ESTUDIO ADICIONALES (NO ESCOLARIZADAS)	
OBJETIVOS:			
<p>La termodinámica es una asignatura tecnológica básica que estudia la energía y sus transformaciones. Se pretende que el estudiante de ingeniería conceptualice las leyes y propiedades termodinámicas, a fin de que pueda aplicarlas en el análisis de sistemas de importancia tecnológica, logrando su optimización a través del uso racional de la energía. Con ese fin se lo ejercita para que desarrolle la habilidad de buscar datos a través de distintas fuentes, resolver problemas y realizar un análisis crítico de los resultados. Las distintas temáticas desarrolladas constituyen la base de conocimientos fundamentales para el desarrollo de las asignaturas tecnológicas posteriores (Termomecánicas I, II, III y IV, Mecánica de fluidos I y II, Motores I y II).</p>			
PROGRAMA SINTÉTICO:			
<p>El programa de la asignatura contempla en primer lugar el estudio de los conceptos y propiedades termodinámicas fundamentales y sus definiciones. Se definen distintos tipos de sistemas. Se continúa con el estudio de las propiedades termodinámicas de las sustancias de interés tecnológico como agua, aire y fluidos refrigerantes. Posteriormente se estudian en profundidad las leyes de la termodinámica que servirán de base para el análisis de distintos sistemas tecnológicos. Se aplican balances de energía, masa y exergía para distintos dispositivos y sistemas. Se estudian los procesos de combustión, su estequiometría y el poder calorífico de los combustibles. Se estudian los ciclos termodinámicos a vapor de agua y a gas para producción de potencia y refrigeración. Se introducen los conceptos de optimización y uso racional de la energía. Se muestra la importancia del análisis termodinámico teniendo en cuenta la segunda ley. En todos los casos se analizan las funciones de estado características, sus propiedades y variación en los distintos procesos. Se estudian las propiedades del aire seco y húmedo, incluidos en procesos de calentamiento y enfriamiento para el acondicionamiento de aire. Se incluye asimismo el estudio de los modos de transmisión de calor y sus leyes. Se introduce el concepto de análisis dimensional y se estudian correlaciones características.</p>			
PROGRAMA ANALÍTICO:		AÑO DE APROBACIÓN: 2002	

1. Conceptos fundamentales. Definición de sistema y medio ambiente. Sistemas cerrados y abiertos. Sistemas de flujo permanente y no permanente.. Transformaciones reversibles e irreversibles. Transformaciones cuasi-estáticas. Propiedades intensivas y extensivas. Propiedades de un sistema. Estado y equilibrio. Presión. Temperatura, escalas. Principio cero de la termodinámica. Concepto de Energía y Transferencia de Energía. Calor y Trabajo. Unidades. Procesos y ciclos.

2 a-. Sustancia pura. Estados de agregación. Fases. Procesos de cambio de fases. Regla de las fases. Diagrama de fases. Superficies P-v-T. Gases y vapores. Título de un vapor. Vapor saturado y sobrecalentado. Tablas de propiedades. b- Sistemas con una sola fase. Gases ideales. Ecuación de estado para gases ideales. Mezclas de gases ideales. Gases reales. Ecuaciones de estado para gases reales. Estados correspondientes. Factor de compresibilidad. Mezcla de gases reales.

3. Primera ley de la Termodinámica. Primera ley para sistemas abiertos y cerrados. Primera ley para sistemas de flujo permanente y no permanente. Volumen de control. Principio de conservación de masa y energía. Balances de energía y de materia. Sistemas circulantes. Flujo uniforme. Trabajo de flujo. Definición de la función entalpía. Sus propiedades. Calor específico. Energía interna y entalpía para sólidos y líquidos. Algunos dispositivos de ingeniería de flujo permanente. Toberas y difusores. Turbinas y compresores. Válvulas de estrangulamiento. Cámaras de mezcla. Intercambiadores de calor.

4.a- Transformaciones de gases. Estudio de las transformaciones isocoras, isobaras, isotermas y adiabáticas cuasi-estáticas de gases ideales. Trabajo de expansión. Transformaciones politrópicas. Aplicación a sistemas cerrados y circulantes. Energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales.

b- Estudio Termodinámico de compresores de gases. Estimación del diámetro y longitud del cilindro para compresores alternativos a émbolo. Compresor en etapas múltiples con inter-enfriamiento.

5.a-Segunda ley de la Termodinámica. Introducción a la Segunda ley de la Termodinámica. Depósitos de energía térmica. Máquinas térmicas. Eficiencia térmica. Enunciados Kelvin-Planck y Clausius de la Segunda Ley. Su equivalencia. Reversibilidad e irreversibilidad y sus consecuencias. Procesos interna y externamente reversibles. La Segunda ley para sistemas cerrados. Ciclos en máquinas térmicas reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Consecuencias. Ciclo de Carnot. Escala de Temperaturas absolutas. La eficiencia de una máquina de Carnot. Calidad de la energía. La segunda ley para sistemas abiertos.

b- Entropía. Desigualdad de Clausius. Entropía e irreversibilidad. Transferencia de calor isotérmica e internamente reversibles. El principio del incremento de entropía. Equilibrio. Diagramas de propiedades que incluyen la entropía. Generación de entropía: transferencia de calor a través de diferencias finitas de temperatura, fricción, mezclado. Balance entrópico para sistemas cerrados. Balance de entropía en volúmenes de control. Relaciones TdS. Cambios de entropía en sustancias puras. Cambios de entropía para gases ideales, sólidos y líquidos. Procesos isoentrópicos. Eficiencia adiabática para turbinas, compresores, bombas y toberas.

6.La Primera y la Segunda ley Combinadas: Exergía. Trabajo máximo disponible. Trabajo reversible e irreversibilidad. Trabajo de los alrededores. Trabajo útil. La destrucción de la Exergía. Balance exergético. Eficiencia de la Segunda Ley. Rendimiento exergético para máquinas y procesos. Análisis de la segunda ley en sistemas cerrados y en sistemas de flujo permanente. Introducción al análisis termodinámico de procesos.

7.Ciclos. Tipos de ciclos. Idealizaciones en el análisis de ciclos. Ciclo de Carnot. Consideraciones prácticas. Ciclos que involucran vapores.

a- Ciclos de potencia de vapor. Rendimiento térmico. Ciclos de vapor de Carnot. Ciclo Rankine. Eficiencia. Modos de incrementar la eficiencia de un ciclo Rankine. Sobrecalentamiento. Recalentamiento intermedio. Ciclos regenerativos. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia de vapor.

b- Ciclos frigoríficos. Ciclo invertido de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. Coeficientes de efecto frigorífico. Refrigerantes. Refrigeración por absorción

8.Ciclos y procesos que involucran gases.

a- Ciclos de motores a gas. Suposición de aire estándar. Dispositivos cilindro-émbolo. Encendido de chispa y por compresión. Autoencendido. Ciclos Otto, Diesel, Dual y Brayton. Ciclo Brayton con regeneración, interenfriamiento y recalentamiento. Eficiencias. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia. Comparación de las máquinas térmicas con las celdas combustibles. Fuentes de energía alternativas.

b- Toberas y difusores. Velocidad del sonido en un gas. Número de Mach. Estado de estancamiento. Estudio de la forma de toberas y difusores adiabáticos. Relación crítica de presiones.

9.Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire. Definiciones de aire seco y aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Temperatura de rocío. Enthalpía del aire húmedo. Diagrama entálpico y psicrométrico del aire húmedo. Enfriamientos con y sin deshumidificación. Calentamientos con y sin humidificación. Enfriamiento evaporativo. Balances de materia. Temperaturas de bulbo seco, de bulbo húmedo, y de saturación adiabática. Torres de enfriamiento de tiro natural y forzado.

10.Termoquímica y combustión:
Combustibles y combustión. Estequiometría de la combustión. Procesos de combustión teórico y real. Exceso y defecto de aire. Enthalpía de combustión. Poderes caloríficos superior e inferior de los combustibles. Análisis de la primera ley en sistemas reactivos. Diagrama entálpico de humos. Temperatura de llama adiabática. Rendimiento de un hogar. Su determinación a través del diagrama entálpico.

11.Transmisión de calor: Modos de transmisión de calor.

a-Transmisión de calor por conducción. Concepto de flujo de calor. Ley de Fourier. Coeficientes de conductibilidad térmica para sólidos, líquidos y gases. Efecto de la temperatura. Resistencia térmica. Materiales aislantes. Régimen permanente. Casos de paredes simples y compuestas, planas y cilíndricas. Perfiles de temperaturas. Coeficientes globales. Efecto de las aletas.

b-Transmisión de calor por convección. Concepto de mecanismo de convección natural y forzada. Regímenes laminares y turbulentos. Capa límite laminar, su importancia en la transmisión de calor. Concepto de análisis dimensional. Semejanza. Grupos adimensionales. Números de Reynolds, Nusselt, Prandtl y Grashoff. Ejemplos de correlaciones: convección forzada con flujo turbulento de un líquido que se calienta o enfría en tubos.

Transmisión de calor entre fluidos en movimiento. Variación de la temperatura a lo largo de una superficie. Diferencia media logarítmica de temperatura. Comparación entre corrientes paralelas y contracorrientes.

c-Transmisión de calor por radiación. Coeficientes de transmisión, absorción y reflexión- Cuerpo negro. Leyes de Prevost, Lambert y Stephan. Sus enunciados.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

La carga horaria es de 3 horas de clases semanales que deben completarse con las entregas y evaluaciones de informes y actividades que incluyen el uso de computadoras. Seminarios de Resolución de Problemas y cuestionarios sobre conceptos teóricos: Consisten en la resolución por parte de los alumnos de guías de problemas para cada unidad Temática. Cada guía de Trabajos Prácticos contiene entre 4 y 7 problemas variando el número de acuerdo al grado de dificultad de los mismos. Al cabo del cuatrimestre el alumno resuelve entre 60 y 70 problemas. El alumno es entrenado para realizar la búsqueda de los datos necesarios en distintas fuentes bibliográficas. Los enunciados de los Trabajos Prácticos también incluyen preguntas acerca de conceptos fundamentales. Estas guías se preparan cada cuatrimestre para evitar que el alumno utilice información provista por los estudiantes de cursos previos. El estudiante que ha recibido los conceptos teórico prácticos fundamentales en las clases de Tipo A debe intentar resolver los mismos individualmente en su domicilio. Esto lo lleva a descubrir las dificultades que planteará al docente en la clase de Tipo B (Seminarios). Las clases se desarrollan en grupos de 10 a 15 alumnos por docente. Posteriormente el alumno debe concurrir a una clase especial tipo C con los informes que incluyen los problemas resueltos a fin de explicar al docente y a sus compañeros cómo ha realizado la resolución de los mismos y en la que se le puede requerir la resolución de un problema de la misma temática. La segunda actividad consiste en inducir a los alumnos a que resuelvan problemas a través de programas computacionales en el gabinete de computación. Se desarrollan dentro de lo posible visitas a laboratorios y Plantas industriales a fin de que puedan comenzar a interiorizarse acerca del funcionamiento de los equipos y sistemas sobre los cuales realizan los cálculos. Los seminarios de problemas se realizan sobre las siguientes temáticas: 1. Conceptos fundamentales. Unidades. 2. Estado. Sustancias Puras. Uso de tablas y diagramas. 3. Primera ley de la Termodinámica. Balances de materia y energía. Sistemas abiertos y cerrados, estacionarios y no estacionarios. 4. Transformaciones con gases ideales. Compresores, su diseño. 5. Segunda ley de la Termodinámica. Entropía. Balances de entropía en distintos sistemas. Eficiencia isoentrópica. 6. Exergía. Balances de exergía en distintos sistemas. Rendimiento exergético. 7. Ciclos y procesos que involucran vapores. Ciclos de potencia y de refrigeración. Mejoras. 8. Ciclos y procesos que involucran gases. Ciclos Otto, Diesel y Brayton. 9. Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire. Uso de diagramas entálpicos y psicrométricos. 10. Termoquímica y combustión. Estequiometría. Entalpía de combustión. Uso del diagrama entálpico de humos. 11. Transmisión de calor. Modos de transmisión de calor. Transmisión de calor por conducción, convección y radiación.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA:

Como toda asignatura tecnológica básica de ingeniería se considera que se ha alcanzado el conocimiento auténtico cuando se ha adquirido la habilidad de resolver cuestiones prácticas que derivan de los procesos tecnológicos de interés. En la cátedra se han realizado a lo largo de los últimos años distintas encuestas y tests para obtener información acerca de las dificultades que encuentran los alumnos a la hora de la resolución de un problema real. Se ha podido concluir que existe una notoria dificultad en los alumnos a la hora de aplicar los conocimientos a los casos concretos. En general se resuelven problemas por imitación a situaciones semejantes planteadas previamente y ante una nueva problemática se los observa desorientados. Existe un cierto divorcio entre los conocimientos conceptual y práctico en los que muchas veces se utilizan lenguajes distintos. Ante los resultados obtenidos se decidió que el curso se realizaría a través de distintos tipos de clases en las que invariablemente se produjera el acercamiento docente-alumno, trabajando con grupos reducidos. De esta forma se pretende lograr que en una relación más estrecha el alumno pudiera plantear sus dudas y establecer los lazos entre el conocimiento fundamental y su aplicación a los problemas reales, que constituye, en general, su dificultad primordial. El contenido temático de la asignatura se divide en 2 unidades de 5 y 6 temas cada una y se desarrolla a través de 5 tipos de actividades. La actividad tipo A que consiste en una clase Teórico-Práctica (se trabaja con el curso completo de 50 a 60 alumnos) en la que se introducen los conceptos fundamentales y se los aplica a casos prácticos que se desarrollan en el pizarrón con la intervención de los alumnos. Al concluir cada unidad temática se realiza una clase integradora de conceptos en la que se plantean las conexiones de los temas desarrollados entre sí y con las asignaturas de años previos y posteriores. Con dichos conceptos el alumno trata de resolver en su domicilio los problemas planteados en el Trabajo Práctico y responder las preguntas que se le formulan. Durante este proceso surgen las dudas que puede evacuar en la clase tipo B, en la que con la asistencia del docente y en grupos más reducidos (de 10 a 15 alumnos) podrá completar los requerimientos de su guía. La actividad tipo C se realiza a través de la presentación por parte del alumno del informe del Trabajo Práctico completo. El estudiante debe explicar la tarea que ha realizado delante de su grupo y el docente evalúa los conocimientos adquiridos en la temática en cuestión. La actividad de tipo D la constituye la resolución de problemas a través de medios computacionales, trabajando en grupos de 5 alumnos en los gabinetes de computación. Finalmente y en la medida de las posibilidades existentes se realizan visitas a plantas y Laboratorios a fin de que los alumnos se interiocen en el funcionamiento de los equipos y sistemas sobre los que realiza los cálculos

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Se efectúan dos tipos de evaluaciones: las iniciales por tema en el momento que el alumno entrega el informe del trabajo práctico y otras (dos) integradoras (una para cada unidad temática). Las iniciales son orales y eventualmente requieren la resolución de algún problema en forma escrita. En ellas se verifica la asimilación de los conceptos fundamentales a través de la explicación de los problemas resueltos por parte del alumno. Los alumnos deben aprobar estas instancias para poder acceder a la evaluación integradora. La evaluación integradora de cada Unidad es escrita e involucra todos los temas de la unidad en cuestión. Esta prueba consta de una parte conceptual donde se deben responder a más de 10 situaciones planteadas a través de completar enunciados, elegir entre múltiples respuestas, resolver situaciones que no involucran cálculos, desarrollándose en un período de 1 hora y media. A continuación se deben resolver 2 problemas de aplicación para lo cual se permite consultar la bibliografía a fin de obtener los datos necesarios, Se califica además el desempeño individual y grupal del alumno y sus inquietudes para resolver problemas de mayor complejidad que plantea en forma optativa la cátedra, así como búsquedas bibliográficas, monografías, desarrollo de programas computacionales, etc. La implementación de las evaluaciones se ajustará en un todo de acuerdo a la Ordenanza N° 028/02.

BIBLIOGRAFÍA:

Termodinámica - Cengel y Boles (Ed. Mc Graw Hill, 1996) .
 Fundamentos de Termodinámica Técnica - Morán y Shapiro (Ed. Reverté, 1994)
 Termodinámica - Wark Kenneth (Ed. Mc Graw Hill, 1992)
 Termodinámica Técnica -García Carlos (Editorial Alsina, 1986)
 Problemas de Termodinámica Técnica -García Carlos (Editorial Alsina, 1986)
 Principios de Termodinámica para Ingeniería.-J.R. Howell, R. O Buckius, Mc Graw Hill, 1990
 Advance Engineering Thermodynamic- A. Bejan, John Wiley and Sons, 1997
 Phase Equilibria, Phase Diagrams and Phase Transformations. Their Thermodynamic basis, Cambridge University Press, 1998.
 Procesos de Transferencia de calor-Kern D., Cía Editorial Continental, S.A., 1974
 Combustión y Transferencia de masa-Spalding, B. CECSA, 1983
 Heat Transfer- Mills F.A., Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999

MATERIAL DIDÁCTICO:

La Cátedra ha editado varios apuntes que sirven de guía para el estudio de la asignatura a fin de que puedan ser completados con la bibliografía aconsejada. Entre ellos figuran: Apuntes complementarios 1ª Parte, Apuntes complementarios 2ª Parte que se actualizan anualmente. Balances de Termodinámica. Además los alumnos trabajan en clase con los textos fotocopiados de las filminas que presenta el profesor y que constituyen una guía adicional. Todas las guías de trabajos prácticos se imprimen en un volumen y constan de cerca de 20 problemas de cada temática de los cuales se designan 5 o más para resolución en clase y los demás son optativos.

ACTIVIDAD LABORATORIO-CAMPO:

Nombre	Tema	Laboratorio	Días y Horarios
Descripción:			
Herramientas Utilizadas:			
Equipos y elementos de seguridad para esta tarea:			