

## Programa Regular

**Asignatura:** Termodinámica A

**Carrera:** Ingeniería Electromecánica Ingeniería en Petróleo

**Ciclo Lectivo:** 2017

**Coordinador/Profesor:** Omar Mosquera.

**Carga horaria semanal:** 6 hs.

**Modalidad de la Asignatura:** Teórico Práctica.

### **Fundamentación:**

Termodinámica A es una materia obligatoria correspondiente al tercer año primer cuatrimestre de la carrera Ingeniería en Petróleo y del cuarto año primer cuatrimestre de Ingeniería Electromecánica.

En la materia los estudiantes abordaran los conocimientos, leyes y principios básicos de Termodinámica, aplicables luego al análisis de máquinas térmicas y a la conversión de la energía a formas utilizables, como así también podrán estudiar y conocer las características operativas de los equipos térmicos industriales más utilizados y los criterios técnico – económico para su selección.

## **Objetivos.**

Abordar y profundizar el análisis de principios y leyes de la Termodinámica.

Adquirir capacidad de análisis de distintos procesos y máquinas térmicas para luego poder, con criterio, ser aplicado en situaciones cotidianas e industriales. Todo esto en el marco de comprobaciones continuas y rigurosas de Laboratorio.

## **Contenidos.**

Sistema y medio ambiente. Sistemas cerrados y abiertos. Propiedades. Principio cero de la termodinámica. Concepto de Energía y Transferencia de Energía. Sustancia pura. Gases y vapores. Gases ideales y reales. Primera ley de la termodinámica. Principio de conservación de masa y energía. Energía interna y entalpía. Transformaciones de gases. Segunda ley de la Termodinámica. Máquinas térmicas. Ciclos en máquinas térmicas. Entropía. Exergía. Eficiencia de la Segunda Ley. Introducción al análisis termodinámico de procesos. Ciclos. Ciclos que involucran vapores. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia de vapor. Ciclos frigoríficos. Ciclo invertido de Carnot. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. Refrigeración por compresión. Refrigeración por absorción. Ciclos de motores a gas. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia. Comparación de las máquinas térmicas con las celdas combustibles. Fuentes de energía alternativas. Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire.

Recursos energéticos convencionales y no convencionales. Transformación. Combustibles y combustión. Análisis de la primera ley en sistemas reactivos.

## **Unidades temáticas.**

### **Unidad 1: Fundamentos de Termodinámica**

1.1 Conceptos fundamentales. Definición de sistema y medio ambiente. Sistemas cerrados y abiertos. Sistemas de flujo permanente y no permanente. Transformaciones cuasi-estáticas. Propiedades intensivas y extensivas. Propiedades de un sistema. Estado y

Av. Calchaquí 6200 | Florencio Varela (1888) | Provincia de Buenos Aires | Argentina

equilibrio. Presión. Temperatura, escalas. Principio cero de la termodinámica. Concepto de Energía y Transferencia de Energía. Calor y Trabajo. Unidades.

1.2 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. Estados correspondientes. Factor de compresibilidad.

1.3. 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: Turbinas y compresores. Válvulas de estrangulamiento. Cámaras de mezcla. Intercambiadores de calor.

1.4. 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.

1.5. 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. La eficiencia de una máquina de Carnot. Calidad de la energía. La segunda ley para sistemas abiertos. 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. Eficiencia adiabática para turbinas, compresores, bombas y toberas.

1.6. 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.

## **Unidad 2: Energía y Conversión de Energía a Formas Utilizables.**

2.1. 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 compresión. Refrigeración por absorción.

2.2. Ciclos y procesos que involucran gases. Ciclos de motores a gas. Suposición de aire estándar. Dispositivos cilindro-émbolo. Encendido de chispa y por compresión. Ciclos Otto, Diesel, Dual y Brayton. Ciclo Brayton con regeneración, inter-enfriamiento y recalentamiento. Eficiencias. Análisis de la segunda ley en ciclos de potencia. 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.

2.3. Mezclas de gas y vapor. Acondicionamiento de aire. Definiciones de aire seco y aire húmedo. Humedad absoluta y relativa. Temperatura de rocío. Entalpía 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.

#### 2.4 Termoquímica y combustión:

Combustibles y combustión. Estequiometría de la combustión. Procesos de combustión teórico y real. Exceso y defecto de aire. Entalpía 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.

#### **Bibliografía Obligatoria:**

- Termodinámica - Cengel y Boles Ed. Mc Graw Hill, 7 Edición 2012.
- Termodinámica – Kenneth Wark Junior y Donald Richards. Edición 6. 2011.
- Termodinámica. Kurt C. Rolle. Prentice Hall. 2006.
- Fundamentos de Termodinámica Técnica - Morán y Shapiro. Ed. Reverté, 2004)
- Termodinámica para Ingenieros - Balzhiser y Samuels Ed. Prentice Hall
- Los Principios de la Termodinámica y sus Aplicaciones – A. Buckingham Ed. Alambra

#### **Propuesta didáctica**

Las clases se organizan en modalidades teórico- prácticas con soporte de presentaciones digitales.

En las clases se presentan los contenidos teóricos y se resuelven en forma conjunta ejemplos que ayudan a comprender y aplicar los conocimientos.

Como parte de la actividad práctica se resuelven ejercicios relacionados con los temas teóricos en curso y se realizan experiencias con equipos didácticos provistos en el aula, siguiendo una guía práctica determinada.

#### **Temas de trabajos prácticos**

- 1) Conceptos y principios básicos
- 2) Propiedades de las sustancias puras
- 3) Trabajo y calor
- 4) El primer principio de la termodinámica
- 5) El segundo principio de la termodinámica
- 6) Entropía
- 7) Exergía
- 8) Ciclos de potencia de vapor y gas
- 9) Ciclos de refrigeración de vapor y gas
- 10) Relaciones termodinámicas
- 11) Mezclas y Acondicionamiento de aire
- 12) Combustión.

Las experiencias a realizar permiten el trabajar sobre los conceptos, que sean de fácil dominio por parte de los estudiantes y generan instancias de trabajo colaborativo, ejercitación individual, interacción entre los Docentes y los estudiantes.

Temas de trabajos de laboratorio:

1. Mediciones de temperatura y calibración
2. Mediciones de presión y calibración
3. Presión de saturación del vapor
4. Calorímetro
5. Expansión de gases
6. Conducción lineal del calor

### **Problemas abiertos de ingeniería**

Se plantearán problemas abiertos de ingeniería, para los cuales la solución no es única y requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnológicas.

Con ello se estimulara la capacidad de emplear los procesos cognitivos para enfrentarse y resolver situaciones interdisciplinarias reales en las que la vía de solución no resulta obvia de modo inmediato y en las que las áreas de conocimiento o curriculares aplicables no se enmarcan dentro de una única área.

Temas a resolver: Conducción Térmica en Construcciones Domiciliarias

**Actividades extra-áulicas:**

La entrega de los trabajos prácticos no será obligatoria, cada docente indicará los ejercicios de entrega indispensable en cada caso. Con esto se buscará el compromiso del estudiante con la disciplina, junto con la preparación para las clases subsiguientes. Los temas de los trabajos son los mencionados en el punto anterior.

**Régimen de Aprobación y Evaluación:** Los mismos se ajustan a la "Resolución CS 0043-14 Reglamento Académico 2014" de la UNAJ descriptos en los artículos 38 al 48; los cuales podemos resumir en que habrá dos exámenes parciales teórico-prácticos, cada uno con su correspondiente recuperatorio, para aprobar el curso por promoción directa es necesario un promedio de siete puntos con un mínimo de seis en alguno de los mismos, con promedio de 4, 5 o 6 rendirá examen final.

Firma y Aclaración