



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Física
Area: Area II: Superior y Posgrado

(Programa del año 2018)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
FISICA TERMICA I	LIC.EN FISICA	015/06	2018	1° cuatrimestre
FISICA TERMICA I	PROF.EN FÍSICA	16/06	2018	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
PERELLO, ANIBAL DANIEL	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
DAVILA, MARA VERONICA	Responsable de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
10 Hs	40 Hs	50 Hs	12 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
B - Teoria con prácticas de aula y laboratorio	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
12/03/2018	23/06/2018	15	112

IV - Fundamentación

El presente curso es el primero dentro de la carrera referido al estudio de la física térmica y se realiza luego de que el alumno estudió un primer nivel de mecánica, electricidad y magnetismo, ondas y óptica. Se trata de un curso clásico de termodinámica de nivel medio dentro de la Licenciatura en Física.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Se pretende estudiar las leyes de la termodinámica, o sea el punto de vista macroscópico de la física térmica, poniendo énfasis en la teoría como una unidad lógica. Las numerosas aplicaciones que se estudian, permiten ver como se aplica la teoría, extraer conclusiones de los ejercicios propuestos o para afirmar conceptos teóricos cuya simple enunciado o descripción no pone de manifiesto todos sus aspectos de interés, u ofrece mayor dificultad en el aprendizaje. Al finalizar el curso, los alumnos deberán tener claros los conceptos de la teoría y el método de aplicación para resolver casos concretos.

VI - Contenidos

BOLILLA N°1.-
INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS
1-1 Termodinámica y energía
Áreas de aplicación de la termodinámica
1-2 Importancia de las dimensiones

y unidades. Algunas unidades SI e inglesas

Homogeneidad dimensional. Relaciones de conversión de unidades

1-3 Sistemas cerrados y abiertos

1-4 Propiedades de un sistema Continuo

1-5 Densidad y densidad relativa

1-6 Estado y equilibrio Postulado de estado.

1-7 Procesos y ciclos. Proceso de flujo estacionario.

1-8 Temperatura y ley cero de la termodinámica. Escalas de temperatura. Escala de temperatura internacional de 1990 (ITS-90)

1-9 Presión. Variación de la presión con la profundidad

1-10 Manómetro. Otros dispositivos de medición de presión

1-11 Barómetro y presión atmosférica

BOLILLA N°2.-

2-1 Introducción

2-2 Formas de energía. Algunas consideraciones físicas en relación con la energía interna. Más sobre energía nuclear. Energía mecánica.

2-3 Transferencia de energía por calor. Antecedentes históricos sobre el calor

2-4 Transferencia de energía por trabajo. Trabajo eléctrico

2-5 Formas mecánicas del trabajo. Trabajo de resorte.

Trabajo hecho sobre barras sólidas elásticas. Trabajo relacionado con el estiramiento de una película líquida. Trabajo hecho para elevar o acelerar un cuerpo. Formas no mecánicas del trabajo.

2-6 La primera ley de la termodinámica. Balance de energía.

Cambio de energía de un sistema, Mecanismos de transferencia de energía, Entrada y Salida.

2-7 Eficiencia en la conversión de energía. Eficiencia de dispositivos mecánicos y eléctricos.

2-8 Energía y ambiente. Efecto invernadero: calentamiento global y cambio climático.

BOLILLA N°3.- Sustancia pura

3-2 Fases de una sustancia pura.

3-3 Procesos de cambio de fase en sustancias puras. Líquido comprimido y líquido saturado. Vapor saturado y vapor sobrecalentado. Temperatura de saturación y presión de saturación

Algunas consecuencias de la dependencia de T_{sat} y P_{sat} .

3-4 Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase.

1 Diagrama T-v .

2 Diagrama P-v .

Ampliación de los diagramas para incluir la fase sólida.

3 Diagrama P-T

Superficie P-v-T

3-5 Tablas de propiedades

Entalpía: una propiedad de combinación.

Estados de líquido saturado y de vapor saturado

Mezcla saturada de líquido-vapor.

Vapor sobrecalentado

Líquido comprimido

Estado de referencia y valores de referencia

3-6 Ecuación de estado de gas ideal. ¿El vapor de agua es un gas ideal?

3-7 Factor de compresibilidad, una medida de la desviación del comportamiento de gas ideal.

3-8 Otras ecuaciones de estado.

Ecuación de estado de Van der Waals.

Ecuación de estado de Beattie-Bridgeman.

Ecuación de estado de Benedict-Webb-Rubin.

Ecuación de estado virial.

BOLILLA N° 4.- TRABAJO

ANÁLISIS DE ENERGÍA DE SISTEMAS CERRADOS

4-1 Trabajo de frontera móvil

4-2 Balance de energía para sistemas cerrados

4-3 Calores específicos

4-4 Energía interna, entalpía y calores específicos de gases ideales. Relaciones de calores específicos de gases ideales

4-5 Energía interna, entalpía y calores específicos de sólidos y líquidos

Cambios de energía interna

Cambios de entalpía

BOLILLA N° 5.- Conservación de la masa

Flujos másico y volumétrico

Principio de conservación de la masa

Balance de masa para procesos de flujo estacionario

Caso especial: flujo incompresible

5-2 Trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento

Energía total de un fluido en movimiento

Energía transportada por la masa

5-3 Análisis de energía de sistemas de flujo estacionario

5-4 Algunos dispositivos de ingeniería de flujo estacionario

1 Toberas y difusores

2 Turbinas y compresores

3 Válvulas de estrangulamiento

4a Cámaras de mezclado

4b Intercambiadores de calor

5 Flujo en tuberías y ductos

5-5 Análisis de procesos de flujo no estacionario

BOLILLA N° 6.- LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

6-1 Introducción a la segunda ley

6-2 Depósitos de energía térmica

6-3 Máquinas térmicas. Eficiencia térmica. ¿Es posible ahorrar Q_{salida} ?

La segunda ley de la termodinámica: enunciado de Kelvin-Planck

6-4 Refrigeradores y bombas de calor

Coeficiente de desempeño

Bombas de calor

Desempeño de refrigeradores, acondicionadores de aire y bombas de calor

La segunda ley de la termodinámica: enunciado de Clausius

Equivalencia de los dos enunciados

6-5 Máquinas de movimiento perpetuo

6-6 Procesos reversibles e irreversibles

Irreversibilidades

Procesos interna y externamente reversibles

6-7 El ciclo de Carnot

Ciclo de Carnot inverso

6-8 Principios de Carnot

6-9 Escala termodinámica de temperatura

6-10 La máquina térmica de Carnot

Calidad de la energía. Cantidad contra calidad en la vida diaria

6-11 El refrigerador de Carnot y la bomba de calor

Tema de interés especial: Refrigeradores domésticos

BOLILLA N° 7.- Entropía

Caso especial: procesos isotérmicos de transferencia de calor internamente reversibles

7-2 El principio del incremento de entropía

7-3 Cambio de entropía de sustancias puras

7-4 Procesos isentrópicos

7-5 Diagramas de propiedades que involucran a la entropía

7-6 ¿Qué es la entropía? La entropía y la generación de entropía en la vida diaria

7-7 Las relaciones $T ds$

7-8 Cambio de entropía de líquidos y sólidos
 7-9 Cambio de entropía de gases ideales
 Calores específicos constantes (análisis aproximado)
 Calores específicos variables (análisis exacto)
 Procesos isentrópicos de gases ideales
 Calores específicos constantes (análisis aproximado)
 Calores específicos variables (análisis exacto)
 Presión relativa y volumen específico relativo
 7-10 Trabajo reversible de flujo estacionario
 Demostración que los dispositivos de flujo estacionario entregan el máximo trabajo y consumen el mínimo cuando el proceso es reversible
 7-11 Minimización del trabajo del compresor
 Compresión en etapas múltiples con interenfriamiento
 7-12 Eficiencias isentrópicas de dispositivos de flujo estacionario
 Eficiencia isentrópica de turbinas
 Eficiencias isentrópicas de compresores y bombas
 Eficiencia isentrópica de toberas
 7-13 Balance de entropía
 Cambio de entropía de un sistema, $\Delta S_{\text{sistema}}$
 Mecanismos de transferencia de entropía, S_{entrada} y S_{salida}
 1 Transferencia de calor
 2 Flujo másico Generación de entropía, S_{gen}
 Sistemas cerrados
 Volúmenes de control
 Generación de entropía asociada con un proceso de transferencia de calor
BOLILLA N° 8.- EXERGÍA:
UNA MEDIDA DEL POTENCIAL DE TRABAJO
 8-1 Exergía: potencial de trabajo de la energía
 Exergía (potencial de trabajo) asociada con la energía cinética y potencial
 8-2 Trabajo reversible e irreversibilidad
 8-3 Eficiencia según la segunda ley
 8-4 Cambio de exergía de un sistema
 Exergía de una masa fija: exergía sin flujo (o de sistema cerrado)
 Exergía de una corriente de flujo: exergía de flujo (o corriente)
 8-5 Transferencia de exergía por calor, trabajo y masa
 Transferencia de exergía por calor, Q
 Transferencia de exergía por trabajo, W
 Transferencia de exergía por masa, m
 8-6 Principio de disminución de exergía y destrucción de exergía
 Destrucción de exergía
 8-7 Balance de exergía: sistemas cerrados
 8-8 Balance de exergía: volúmenes de control
 Balance de exergía para sistemas de flujo estacionario
 Trabajo reversible, W_{rev}
 Eficiencia según la segunda ley para dispositivos de flujo estacionario
BOLILLA N° 9.- RELACIONES DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS
 9-1 Derivadas parciales y relaciones asociadas
 Diferenciales parciales

Relaciones de derivadas parciales

9-2 Relaciones de Maxwell

9-3 La ecuación de Clapeyron

9-4 Relaciones generales para

du , dh , ds , cv y cp

Cambios en la energía interna

Cambios de entalpía

Cambios de entropía

Calores específicos cv y cp

9-5 El coeficiente de Joule-Thomson

9-6 Las h , u y s de gases reales

Cambios en la entalpía de gases reales

Cambios de energía interna de gases ideales

Cambios de entropía de gases reales

BOLILLA N° 10.- MEZCLA DE GASES

10-1 Composición de una mezcla de gases: fracciones molares y de masa

10-2 Comportamiento P-v-T de mezclas de gases: gases ideales y reales

Mezclas de gases ideales

Mezclas de gases reales

10-3 Propiedades de mezclas de gases: gases ideales y reales

Mezclas de gases ideales

Mezclas de gases reales

BOLILLA N°11.- APLICACIONES FÍSICAS-SEMINARIO

Pila de combustión. Dieléctrico en un condensador plano. Efecto piezoeléctrico. Fenómenos termoeléctricos. Corrientes simultáneas eléctricas y caloríficas en un conductor. Efecto de Seebeck y Peltier. Efecto Thomson y ecuaciones de Kelvin. Refrigeración termoeléctrica.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

Los prácticos de aula incluyen la resolución de los problemas del capítulo I del REIFF de FÍSICA TÉRMICA (tomo V serie Berkeley) y una selección de problemas del capítulo 1 al 9, libro CALOR Y TERMODINÁMICA de M. ZEMANSKY y problemas seleccionados del libro TERMODINÁMICA de YUNUS A. CENGEL & MICHAEL A BOLES.

VIII - Regimen de Aprobación

Para regularizar la materia: El alumno deberá aprobar dos parciales y un seminario final en el cual expondrá un tema de los casos especiales de la BOLILLA 11. Las recuperaciones se registrarán por las normas vigentes en la Facultad. La materia será aprobada con un examen final.

IX - Bibliografía Básica

- [1] TERMODINÁMICA, YUNUS A. ÇENGEL, MICHAEL A. BOLES, Ed. Mc Graw Hill
- [2] Calor y Termodinámica. Mark W. Zemansky y Richard H Dittman Física Estadística. F. Reif

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Termodinámica Clásica. Russell y Adebisi.
- [2] Introducción a la Termodinámica Química en Ingeniería Química Smith, Van Ness y Abbott.
- [3] Treatise on Thermodynamics. M. Planck

XI - Resumen de Objetivos

Está destinado a alumnos de la Licenciatura en Física, que ya estudiaron en un primer nivel la mecánica, electricidad y magnetismo, ondas y óptica. Es el primer curso de FÍSICA TÉRMICA y se complementa con uno ulterior de MECÁNICA ESTADÍSTICA. Su contenido es la termodinámica clásica o sea la macrofísica térmica. Se sitúa en el primer cuatrimestre del

tercer año. Se pretende que los alumnos conozcan bien la teoría, sus conceptos fundamentales y aplicaciones. El nivel es el de textos clásicos en la materia.

XII - Resumen del Programa

BOLILLA N°1.-

INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS

Termodinámica y energía

Sistemas cerrados y abiertos

Estado y equilibrio Postulado de estado.

Escala de temperatura internacional de 1990
(ITS-90)

Presión.

BOLILLA N°2.- ENERGIA

Formas de energía.

Transferencia de energía por calor.

Transferencia de energía por trabajo.

Formas mecánicas del trabajo.

Formas no mecánicas del trabajo.

La primera ley de la termodinámica.

BOLILLA N°3.- Sustancia pura

Fases de una sustancia pura.

Procesos de cambio de fase en sustancias puras.

Diagramas de propiedades para procesos de cambio de fase.

Diagrama T-v .

Diagrama P-v .

Diagrama P-T

Superficie P-v-T

Ecuación de estado de gas ideal.

Otras ecuaciones de estado.

BOLILLA N° 4.- TRABAJO

ANÁLISIS DE ENERGÍA DE SISTEMAS CERRADOS

Trabajo de frontera móvil

Calores específicos

Cambios de energía interna

Cambios de entalpía

BOLILLA N° 5.- Conservación de la masa

Flujos másico y volumétrico

Trabajo de flujo y energía de un fluido en movimiento

Energía total de un fluido en movimiento

Energía transportada por la masa

BOLILLA N° 6.- LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Introducción a la segunda ley

Depósitos de energía térmica

Máquinas térmicas. Eficiencia térmica.

La segunda ley de la termodinámica: enunciado de Kelvin-Planck

Refrigeradores y bombas de calor

La segunda ley de la termodinámica:enunciado de Clausius

Equivalencia de los dos enunciados

El ciclo de carnot

BOLILLA N°7.- Entropía

Caso especial: procesos isotérmicos de transferencia de calor internamente reversibles

El principio del incremento de entropía

Cambio de entropía de sustancias puras

Procesos isentrópicos

Transferencia de calor

BOLILLA N° 8.- EXERGÍA:

UNA MEDIDA DEL POTENCIAL DE TRABAJO

Exergía: potencial de trabajo de la energía

Trabajo reversible e irreversibilidad

BOLILLA N° 9.- RELACIONES DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS

Derivadas parciales y relaciones asociadas

Relaciones de Maxwell

La ecuación de Clapeyron

Relaciones generales para

du , dh , ds , cv y cp

Cambios en la energía interna

Cambios de entalpía

Cambios de entropía

Calores específicos cv y cp

BOLILLA N° 10.- MEZCLA DE GASES

Composición de una mezcla de gases: fracciones molares y de masa

Comportamiento P-v-T de mezclas de gases: gases ideales y reales

Mezclas de gases ideales

Mezclas de gases reales

Propiedades

BOLILLA N°11.- APLICACIONES FISICAS-SEMINARIO

Pila de combustión. Dieléctrico en un condensador plano. Efecto piezoeléctrico. Fenómenos termoeléctricos. Corrientes simultáneas eléctricas y caloríficas en un conductor. Efecto de Seebeck y Peltier. Efecto Thomson y ecuaciones de Kelvin. Refrigeración termoeléctrica.

XIII - Imprevistos

XIV - Otros