

## TERMODINÁMICA

---

CLAVE: 0612	MODALIDAD: Curso	
SEXTO SEMESTRE	CARÁCTER: Obligatorio	
CRÉDITOS: 12	REQUISITOS: Fenómenos Electromagnetismo I	Colectivos,

---

HORAS POR CLASE	TEÓRICAS: 2
HORAS POR SEMANA	TEÓRICAS: 6
HORAS POR SEMESTRE	TEÓRICAS: 96

---

### Objetivos

Enseñar las leyes básicas de la termodinámica de equilibrio, así como algunas de sus aplicaciones a los sistemas físicos más importantes en la formación de un físico, como son la radiación del cuerpo negro, las transiciones de fase y las reacciones químicas. Se ofrece también una introducción a la termodinámica fuera de equilibrio.

### Metodología de la enseñanza

Exposición del temario por el profesor frente al pizarrón.

Se debe establecer un programa de simulaciones numéricas que permitan al estudiante dominar este campo.

### Evaluación del curso

Mediante exámenes, tareas, lectura de artículos en revistas de enseñanza y/o investigación al nivel de licenciatura en física.

### Temario

1. INTRODUCCIÓN 5 hrs
  - 1.1 Objetivo, alcance y método de la termodinámica.
  - 1.2 El objeto o sistema físico de la termodinámica.
  - 1.3 Naturaleza del estado físico y de las variables del sistema termodinámica.
  - 1.4 Tipos de fronteras o paredes: adiabáticas, diatérmicas, permeables e impermeables, rígidas y móviles.
  - 1.5 Equilibrio.
  - 1.6 Termostática y termodinámica.
  
2. LA LEY CERO Y LA TEMPERATURA 6 hrs
  - 2.1 Equilibrio adiabático.
  - 2.2 Equilibrio diatérmico.
  - 2.3 Equilibrio termodinámico.
  - 2.4 Ley cero de la termodinámica.
  - 2.5 Existencia de la temperatura y la ecuación de estado de un sistema termodinámico.
  - 2.6 Medición de la temperatura, escalas, significado del cero en cada escala.
  - 2.7 "Violaciones" a la ley cero y su significado.
  
3. EJEMPLOS DE SISTEMAS TERMODINÁMICOS 6 hrs
  - 3.1 Sistemas ideales y reales (gases, magnetos, dieléctricos, radiación electromagnética, alambres, etc.): ecuaciones de estado.
  - 3.2 Fenomenología del comportamiento termodinámico de las sustancias, según la tabla periódica de los elementos.

4. LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA 9 hrs
- 4.1 Procesos cuasiestáticos, reversibles y reales.
  - 4.2 Trabajo y calor en procesos termodinámicos.
  - 4.3 Trabajo adiabático y primera ley de la termodinámica. Energía interna.
  - 4.4 Capacidades térmicas.
  - 4.5 Motores y refrigeradores. Otros dispositivos termodinámicos, abiertos o cerrados: intercambiadores de calor, toberas, turbinas, bombas de calor, etc.
  - 4.6 Eficiencia de dispositivos termodinámicos.
5. APLICACIONES DE LA PRIMERA LEY 6 hrs
- 5.1 Procesos con gases y otros sistemas termodinámicos.
  - 5.2 Reacciones químicas.
  - 5.3 “Calores latentes”.
  - 5.4 La superficie de la energía interna en función de las variables de estado independientes.
6. LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA 12 hrs
- 6.1 Procesos cíclicos reversibles e irreversibles en sistemas compuestos: sistema de interés y alrededores.
  - 6.2 Formulación en términos de motores térmicos. Enunciados de Kelvin, Planck y Clausius.
  - 6.3. Teorema y corolario de Carnot. Temperatura Kelvin.
  - 6.4 Teoremas de Clausius. Entropía. Principio de irreversibilidad. Principio del incremento de la entropía. Principio de la degradación de la energía.
  - 6.5 Formulación “a la Caratheodory”. Superficies adiabáticas
  - 6.6 Exergía. Eficiencias de tareas y de dispositivos termodinámicos. Ahorro de exergía y uso eficiente de la energía.
7. OTRAS CONSECUENCIAS Y APLICACIONES DE LA SEGUNDA LEY 6 hrs
- 7.1 Ecuaciones TdS.
  - 7.2 Relaciones entre las ecuaciones de estado: aplicaciones en gases, líquidos, sólidos, plasmas, radiación electromagnética en equilibrio.
  - 7.3 Relaciones entre las capacidades térmicas, etc.
  - 7.4 El método de los procesos cíclicos. Ecuación de Clausius-Clapeyron.
8. FORMULACIÓN GIBBSIANA DE LA TERMODINÁMICA 9 hrs
- 8.1 Postulados básicos.
  - 8.2 Representaciones de la entropía y de la energía interna.
  - 8.3 Transformaciones de Legendre; potenciales termodinámicos.
  - 8.4 Relaciones de Maxwell.
9. ESTABILIDAD TERMODINÁMICA 6 hrs
- 9.1 Condiciones de estabilidad y principios extremales. Equilibrios mecánico, térmico y químico.
  - 9.2 Aplicaciones: ecuación de Clausius-Clapeyron.
  - 9.3 Consecuencias sobre las susceptibilidades termodinámicas.
  - 9.4 Principio de Le Chatelier-Braun.
10. TRANSICIONES DE FASE 12 hrs
- 10.1 Fenomenología de las transiciones de fase para sustancias puras.
  - 10.2 Transiciones de fase de primero y segundo orden, “a la Ehrenfest”. Ecuaciones de Ehrenfest
  - 10.3 “Transiciones de fase orden-desorden, a la Landau”. Aplicaciones: magnetismo, superfluidez, superconductividad.
  - 10.4 Mezclas de sustancias no reaccionantes y reaccionantes. Regla de las fases de Gibbs.

11. LA TERCERA LEY DE LA TERMODINÁMICA 6 hrs  
11.1 Formulación de la tercera ley en el contexto de la termoquímica.  
11.2 Aplicaciones a mezclas reactantes y transiciones de fases.  
11.3 Implicaciones en el comportamiento de las susceptibilidades térmicas a bajas temperaturas.
12. SOLUCIÓN TERMODINÁMICA DE PLANCK A LA RADIACIÓN DE CUERPO NEGRO 9 hrs  
12.1 Descomposición espectral de las variables termodinámicas.  
12.2 Descomposición espectral en un proceso adiabático, ley de Wien.  
12.3 Oscilador de Hertz en equilibrio con la radiación de cuerpo negro.  
12.4 Comportamientos asintóticos a baja y alta frecuencia.  
12.5 Distribución de Planck.
13. TERMODINÁMICA FUERA DEL EQUILIBRIO 6 hrs  
13.0 Conducción, convección y radiación de calor.  
13.1 Fluctuaciones  
13.2 Procesos cerca y lejos del equilibrio. Termodinámica irreversible lineal.  
13.3 Termodinámica de tiempo finito.

#### **Bibliografía básica**

- Zemansky, M.W., Dittman, R.H., 1990, **Calor y termodinámica**, sexta edición, Editorial McGraw-Hill, México.
- Callen, H., 1985, **Thermodynamics and an introduction to thermostatistics**, second edition, John Wiley & Sons, USA.
- García Colín, L., 1990, **Introducción a la termodinámica clásica**, Editorial Trillas, México.
- Pippard, A.B., 1966, **Elements of classical thermodynamics**, Cambridge University Press, UK.
- Criado-Sancho, M., **Introducción conceptual a la termodinámica química**, Editorial AC, Madrid, España.

#### **Bibliografía complementaria**

- Sommerfeld, A., 1956, **Thermodynamics and statistical mechanics**, Academic Press, USA. (Para la radiación de cuerpo negro, de Planck).
- Kuhn, T.S., 1978, **La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica**, 1894-1912, Alianza editorial, España.
- Mendelssohn, K., 1965, **La búsqueda del cero absoluto**, Ediciones Guadarrama, España.
- Edelman, V., **Cerca del cero absoluto**, Editorial MIR, Moscú.
- Fermi, E., 1956, **Thermodynamics**, Dover Publications, USA.
- Planck, M., **Treatise on thermodynamics**, third edition, Dover Publications, USA.
- Moran, M.J., Shapiro, H.N., 1993, **Fundamentos de termodinámica técnica**, Editorial Reverté, México (para exergía).