

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



PROGRAMA DE ESTUDIO  
Aprobado por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería en su sesión ordinaria del 19 de noviembre de 2008

**TERMODINÁMICA**

**0068**

**8°,9°**

**11**

Asignatura

Clave

Semestre

Créditos

**Ciencias Básicas**

**Física General y Química**

**Ingeniero Eléctrico Electrónico**

División

Coordinación

Carrera(s) en que se imparte

**Asignatura:**

**Horas:**

**Total (horas):**

Obligatoria

Teóricas

Semana

Optativa

Prácticas

16 Semanas

**Modalidad:** Curso, laboratorio

**Seriación obligatoria antecedente:** Ninguna

**Seriación obligatoria consecuente:** Ninguna

**Objetivo(s) del curso:**

El alumno analizará los conceptos y principios fundamentales de la Termodinámica Clásica para aplicarlos en la solución de problemas físicos. Desarrollará sus capacidades de observación, modelado de fenómenos físicos, manejo de instrumentos y equipos experimentales, razonamiento lógico y toma de decisiones.

**Temario**

NÚM.	NOMBRE	HORAS
1.	Conceptos fundamentales y la ley cero de la termodinámica	14.5
2.	La 1ª ley de la termodinámica	18.0
3.	Propiedades de las sustancias puras	14.0
4.	El balance de energía. Aplicaciones de la 1ª ley de la termodinámica	17.5
5.	La 2ª ley de la termodinámica	8.0
		72.0
	Prácticas de laboratorio	32.0
	Total	104.0



## 1 Conceptos fundamentales y la ley cero de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno calculará la variación de la presión en los fluidos estáticos, relacionará las diversas escalas de temperatura, establecerá las condiciones de equilibrio de un sistema según sus restricciones e identificará las características distintivas de las propiedades de las sustancias.

### Contenido:

- 1.1 Sistemas termodinámicos cerrados y abiertos. Fronteras.
- 1.2 Propiedades macroscópicas de las sustancias (extensivas e intensivas).
- 1.3 Equilibrio termodinámico.
- 1.4 Volumen, volumen específico, densidad, densidad relativa y peso específico.
- 1.5 Presión. El gradiente de presión – la ecuación fundamental de la hidrostática. Uso del modelo del gradiente de presión en la determinación experimental de la presión atmosférica. Manometría.
- 1.6 Modelo matemático que representa la relación entre los valores experimentales presión y profundidad en un líquido en reposo. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- 1.7 Equilibrio térmico. La ley cero. Temperatura.
- 1.8 Propiedades termométricas. Escalas empíricas de temperatura. La temperatura absoluta.
- 1.9 El postulado de estado. El diagrama (v,P). Procesos. Proceso casiestático. Proceso cíclico. Procesos casiestáticos: isobáricos, isométricos, isotérmicos, adiabáticos y politrópicos.
- 1.10 Diferenciales exactas e inexactas. Las características matemáticas de las propiedades de la sustancia como funciones que dan diferenciales exactas.

## 2 La 1ª ley de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno reconocerá la importancia del concepto de energía y de sus formas de tránsito y formulará las ecuaciones que modelen el funcionamiento de los sistemas de interés en ingeniería.

### Contenido:

- 2.1 Concepto de calor: sensible (la capacidad térmica específica) y latente. Signo del calor que entra en un sistema es positivo.
- 2.2 Modelo matemático que representa la relación entre los valores experimentales calor y temperatura. Significado físico de la pendiente de la recta obtenida.
- 2.3 Prueba del modelo recién citado y su aplicación en la resolución de problemas de calorimetría.
- 2.4 Concepto de trabajo. La definición mecánica. Trabajo casiestático de una sustancia compresible. Signo del trabajo que entra en el sistema es positivo. Interpretación gráfica del trabajo en el diagrama (v,P).
- 2.5 El trabajo y los cambios de energías cinética y potencial.
- 2.6 Los experimentos de Joule.
- 2.7 La relación de equivalencia entre el calor y trabajo.
- 2.8 La 1ª ley de la termodinámica.
- 2.9 La energía termodinámica como propiedad de la sustancia.
- 2.10 El principio de conservación de la energía.
- 2.11 La 1ª ley de la termodinámica en ciclos. Eficiencia térmica.
- 2.12 Balances de masa y de energía. Aplicación en sistemas abiertos.
- 2.13 La entalpía.



- 2.14 Balances de energía en casos especiales: régimen permanente, estado estacionario, fluidos incompresibles; ecuación de Bernoulli.
- 2.15 Balances de energía en equipos de interés en la Termodinámica.
- 2.16 La energía interna y el calor a volumen constante: la capacidad térmica específica a volumen constante ( $c_v$ ).
- 2.17 La entalpía y el calor a presión constante: la capacidad térmica específica a presión constante ( $c_p$ ).

### 3 Propiedades de las sustancias puras

**Objetivo:** Basado en el postulado de estado, el alumno establecerá las propiedades necesarias, para aplicar las leyes de la Termodinámica, utilizando tablas y gráficas. Así mismo reconocerá las limitaciones y los alcances de los modelos matemáticos, principalmente de la ecuación de estado del gas perfecto, en la aplicación de las leyes de la Termodinámica.

#### Contenido:

- 3.1 La curva de calentamiento. Diagramas de fase. Estados triple y crítico. La calidad.
- 3.2 Procesos casiestáticos y su representación en diagramas de fase:  $(T,P)$ ,  $(v,P)$  y  $(h,P)$ .
- 3.3 Tablas de propiedades:  $P$ ,  $v$ ,  $T$ ,  $u$  y  $h$ . Interpolación lineal.
- 3.4 La ecuación de estado.
- 3.5 El coeficiente de Joule y de Thomson.
- 3.6 Los experimentos de Boyle y de Mariotte, de Gay-Lussac y de Charles.
- 3.7 La temperatura absoluta.
- 3.8 El gas perfecto y su ecuación.
- 3.9 La ley de Joule para el gas ideal como preámbulo a las expresiones:  $du = c_v dT$ ,  $dh = c_p dT$ .
- 3.10 La fórmula de Mayer. La ecuación de Poisson para el proceso casiestático y adiabático ( $Pv^k = \text{constante}$ ).
- 3.11 Empleo de tablas termodinámicas computarizadas.

### 4 El balance de energía. Aplicaciones de la 1ª ley de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno modelará matemáticamente y resolverá cuantitativamente los problemas en que sean importantes las transmisiones energéticas relacionadas con los principales sistemas de aplicación en la ingeniería.

#### Contenido:

- 4.1 Metodología general en la resolución de problemas.
- 4.2 Aplicación de la 1ª ley de la termodinámica a sistemas cerrados y abiertos: procesos isotérmicos, isométricos, isobáricos, adiabáticos y politrópicos, con sustancias reales y con el gas ideal con índice adiabático constante ( $k$ ).
- 4.3 Aplicación de la 1ª ley de la termodinámica en ciclos: de Rankine y de refrigeración por la compresión de un vapor. Los ciclos de Carnot, de Brayton, de Otto, de Diesel y de un compresor alternativo. Las eficiencias de los ciclos como introducción a la 2ª ley de la termodinámica.
- 4.4 El uso de simuladores para la observación de procesos.



## 5 La 2ª ley de la termodinámica

**Objetivo:** El alumno calculará los cambios de entropía y establecerá las posibilidades de realización de los procesos y las mejores condiciones de funcionamiento de los sistemas de aplicación en la ingeniería.

### Contenido:

- 5.1 El postulado de Clausius (refrigeradores) y de Kelvin y de Planck (máquinas térmicas).
- 5.2 El proceso reversible. Causas de irreversibilidad.
- 5.3 El teorema de Carnot. La escala termodinámica de temperaturas absolutas.
- 5.4 La desigualdad de Clausius como consecuencia de la 2ª ley de la termodinámica.
- 5.5 La entropía como propiedad de la sustancia.
- 5.6 Diagramas de fase: (s,T) y (s,h) o de Mollier.
- 5.7 Generación de entropía. Balance de entropía en sistemas cerrados y abiertos, con sustancias reales y con el gas perfecto de k constante.

### Bibliografía básica:

### Temas para los que se recomienda:

CENGEL, Yunus A. y BOLES, Michael A  
*Termodinámica*  
 5a edición  
 México  
 McGraw-Hill, 2002

**Todos**

EASTOP, T.D., McCONKEY, A.  
*Applied Thermodynamics for Engineering Technologists*  
 5th edition  
 Burnt Mill  
 Longman, 1993

**Todos**

MORAN, Michael J. y SHAPIRO, Howard N.  
*Fundamentos de Termodinámica Técnica*  
 2a edición  
 Barcelona, España  
 Reverté, 2004

**Todos**

WARK, Kenneth, RICHARDS, Donald  
*Termodinámica*  
 6a edición  
 Madrid  
 McGraw Hill Interamericana de España, 2001

**Todos**



WARK, Kenneth, RICHARDS, Donald  
*Thermodynamics*  
6th edition  
Singapur  
McGraw Hill Book Co., 1999

**Todos**

**Bibliografía complementaria:**

HUANG, Francis P.  
*Ingeniería Termodinámica*  
2a edición  
México  
CECSA, 1981

**Todos**

JONES, James B. y DUGAN, Regina E.  
*Engineering Thermodynamics*  
Englewood Cliffs, N.J.  
Prentice-Hall, 1996

**Todos**

MANRIQUE, José A.  
*Termodinámica*  
3a edición  
México  
Harla, 2001

**Todos**

ROGERS, Yon y MAYHEW, Gordon  
*Engineering Thermodynamics. Work and Heat Transfer*  
4th edition  
Burnt Mill  
Longman, 1992

**Todos**

VAN Wylen, Gordon J. y SONNTAG, Richard E.  
*Fundamentos de Termodinámica*  
2a edición  
México  
Limusa, 2000

**Todos**



**Sugerencias didácticas:**

Exposición oral	<b>X</b>
Exposición audiovisual	<b>X</b>
Ejercicios dentro de clase	<b>X</b>
Ejercicios fuera del aula	<b>X</b>
Seminarios	

Lecturas obligatorias	<b>X</b>
Trabajos de investigación	<b>X</b>
Prácticas de taller o laboratorio	<b>X</b>
Prácticas de campo	
Otras: Uso de tecnología educativa de punta	<b>X</b>

**Forma de evaluar:**

Exámenes parciales	<b>X</b>
Exámenes finales	<b>X</b>
Trabajos y tareas fuera del aula	<b>X</b>

Participación en clase	<b>X</b>
Asistencias a prácticas	<b>X</b>
Otras: Participación en prácticas	<b>X</b>

**Perfil profesiográfico de quienes pueden impartir la asignatura**

Licenciatura en Ingeniería, Física o carreras afines cuya carga académica en el área sea similar a éstas. Deseable con estudios de posgrado o el equivalente de experiencia profesional en el área de su especialidad y recomendable con experiencia docente o con preparación en los programas de formación docente de la Facultad en la Disciplina y en didáctica.