

PROGRAMA DE TERMODINÁMICA

TERMODINÁMICA. CÓD. 209

PROF. ALVARO BAALIÑA INSUA

SEGUNDO CURSO DE LA DIPLOMATURA EN MÁQUINAS NAVALES

Nº DE CRÉDITOS: 4,5 (3 Teóricos y 1,5 Prácticos)

TRONCALIDAD: OBLIGATORIA

TEMPORALIDAD: PRIMER CUATRIMESTRE

DEPARTAMENTO: ENERXÍA E PROPULSIÓN MARIÑA

METAS Y OBJETIVOS DEL PROGRAMA

Puesto que la Termodinámica constituye una ciencia de carácter básico, fundamentada en un cuerpo de conocimiento ampliamente estructurado, el establecimiento de un programa de la asignatura ha de fundamentarse en los principios sobre los que descansa. De hecho, la breve descripción del contenido de la asignatura viene recogida en el B.O.E. de la siguiente forma:

“Principios de la Termodinámica. Procesos de gases y vapores.”

No obstante, es preciso tener en cuenta el marcado carácter tecnológico y de aplicación de la Diplomatura, lo cual se refleja en el perfil de la mayor parte de las materias del Plan de Estudios. Atendiendo a esta característica, se ha optado por un desarrollo alrededor de la Termodinámica Clásica, siguiendo un enfoque de los principios a través de un número limitado de postulados, evitando de esta manera un enfoque histórico que obligaría a la toma de contacto por parte del alumno de gran cantidad de conceptos erróneos que caracterizaron los primeros pasos del conocimiento termodinámico. La Termodinámica Estadística podrá servir de ayuda en conceptos fundamentales tales como la energía interna y la entropía. Gracias a este enfoque, se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Formación básica y sólida del alumno en relación a la Termodinámica, incrementando su sentido físico en conexión con la Física y las Matemáticas.
- Desarrollo, de forma genérica, del sentido práctico en cuanto a la aplicación de esta doctrina básica a través de la Termotecnia. Esta base práctica ayudará a la comprensión de materias del área desarrolladas con posterioridad.
- Adquirir la capacidad de resolver problemas termodinámicos reales a través de la formulación de hipótesis simplificadoras coherentes.
- Efectuar cálculos estimativos de las magnitudes termodinámicas y los errores que llevan implícitos.
- Conocer el ámbito científico y técnico de desarrollo de la Termodinámica, y la importancia de la energía en la sociedad actual y de la eficiencia de los sistemas de conversión de energía.
- Incentivar el uso de la bibliografía básica y especializada.
- Conocer técnicas experimentales relacionadas con la medida de propiedades termodinámicas.

Atendiendo estas directrices, se ha estructurado el programa en los siguientes bloques:

- Introducción.

- Energía. Primera Ley.
- Reversibilidad. Segunda Ley.
- Potenciales Termodinámicos.

La distribución en capítulos y tiempo se presenta en la siguiente tabla:

PLANIFICACIÓN GENERAL DE LA ASIGNATURA EN BLOQUES TEMÁTICOS				
BLOQUE	NÚMERO CAPÍTULOS	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
INTRODUCCIÓN	1	1	-	1
ENERGÍA. PRIMERA LEY	3	13	7	20
REVERSIBILIDAD. SEGUNDA LEY	1	1	6	17
POTENCIALES TERMODINÁMICOS.	1	5	2	7
	6	30	15	45

En el primer campo temático de Introducción, se incluyen dos lecciones en las que se exponen inicialmente los objetivos generales de la Termodinámica y su implicación en la formación del futuro profesional, explicando la estructuración del curso, bibliografía recomendada y proceso de evaluación. Así mismo, se aborda la descripción de los conceptos básicos y definiciones, permitiendo la familiarización con la terminología termodinámica. De aquí surgen el Postulado I, referido a la definición del estado de un sistema y el Postulado II, que establece la existencia de un único estado de equilibrio particular.

En el segundo bloque, que comprende tres capítulos con un total de ocho lecciones, se aborda la definición de las diversas formas de energía. Las interacciones energéticas en forma de trabajo se definen inicialmente a través de la mecánica del sólido rígido, para desembocar posteriormente en la extensión de este concepto a los sistemas termodinámicos en general. A través del Postulado III, se introduce el concepto de energía total, como medida del trabajo intercambiado entre los estados inicial y final de ciertos procesos y se indican los distintos términos que la componen ayudándose tanto de criterios macroscópicos como microscópicos, desembocando así en el desarrollo del concepto de energía interna. Tras definir el trabajo y la existencia de la propiedad energía total, se definen las interacciones energéticas en forma de calor, el Postulado IV, como base de la termometría y se deduce la ley de conservación de energía para sistemas cerrados y abiertos.

El tercer bloque, estructurado en un capítulo, incluye la descripción y definición de los procesos reversibles, a través del estudio idealizado de un dispositivo denominado máquina térmica. Las consecuencias de los postulados desarrollados con anterioridad se contemplan en mayor profundidad, desembocando en el concepto de entropía y en el Segundo Principio de la Termodinámica. El establecimiento de los balances de entropía tanto para sistemas abiertos como cerrados, permitirá determinar los distintos términos que intervienen el cambio de entropía de un sistema, haciendo hincapié en el término de entropía generada. Debido a las limitaciones temporales el desarrollo del análisis exergético, a través del cual se introduce el concepto de exergía y anergía, corresponderá a otra asignatura de la Diplomatura, estrechamente ligada a esta, que se denomina

Termotecnia y Mecánica de Fluidos.

El programa finaliza con un cuarto bloque temático constituido por un único tema de tres lecciones, en el cual, a partir del Primer y Segundo Principio, se desarrollan una serie de relaciones que permiten obtener propiedades derivadas tales como la energía interna, entalpía y entropía a través de otras medibles experimentalmente. El análisis no sólo se extiende a la determinación de propiedades de sustancias puras, sino que también incluye el cálculo de las propiedades volumétricas de mezclas de gases. El capítulo finaliza con una lección relacionada con los criterios de equilibrio, los cuales constituyen la base del estudio del equilibrio químico y de fases

PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO GENERAL

PARTE I.- INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO 1.- PRESENTACIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS.

Lección 1.1.- OBJETIVOS DE LA TERMODINÁMICA.

Lección 2.1.- SISTEMA Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.

PARTE II.- ENERGÍA. PRIMERA LEY.

CAPÍTULO 2.- TRABAJO, ENERGÍA Y CALOR.

Lección 1.2.- TRABAJO. FORMAS DE TRABAJO CUASISTÁTICO.

Lección 2.2.- INTERACCIÓN ADIABÁTICA DE TRABAJO. ENERGÍA TOTAL

Lección 3.2.- INTERACCIONES DE CALOR.

Lección 4.2.- LEYES DE LOS GASES.

CAPÍTULO 3.- ESTADOS Y PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS.

Lección 1.3.- SUSTANCIAS PURAS.

Lección 2.3.- VALORES DE LAS PROPIEDADES.

CAPÍTULO 4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.

Lección 1.4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS CERRADOS.

Lección 2.4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS.

PARTE III.- REVERSIBILIDAD. SEGUNDA LEY.

CAPÍTULO 5.- SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.

Lección 1.5.- ENTROPÍA Y SEGUNDA LEY.

Lección 2.5.- IRREVERSIBILIDAD.

Lección 3.5.- CAMBIO DE ENTROPÍA.

Lección 4.5.- BALANCE DE ENTROPÍA.

PARTE IV.- POTENCIALES TERMODINÁMICOS.

CAPÍTULO 6.- RELACIONES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS SIMPLES COMPRESIBLES.

Lección 1.6.- *POTENCIALES TERMODINÁMICOS DE SUSTANCIAS SIMPLES.*

Lección 2.6.- *PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE GASES REALES.*

Lección 3.6.- CRITERIOS DE EQUILIBRIO. TERCER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.

DESCRIPCIÓN POR CAPÍTULOS

PARTE I: INTRODUCCIÓN
CAPÍTULO 1.- PRESENTACIÓN Y CONCEPTOS BÁSICOS.
<p>Lección 1.1- OBJETIVOS DE LA TERMODINÁMICA.</p> <p>Lección 2.1- SISTEMA Y PROPIEDADES TERMODINÁMICAS.</p> <p>2.1.1.- Sistema Termodinámico.</p> <p>2.1.2.- Propiedades Termodinámicas.</p> <p style="padding-left: 20px;">Primitivas-Derivadas.</p> <p style="padding-left: 20px;">Intensivas-Extensivas.</p> <p>2.1.3.- Estados de un sistema.</p> <p style="padding-left: 20px;">Postulado I (de estado).</p> <p style="padding-left: 20px;">Postulado II (de equilibrio).</p> <p>2.1.4.- Procesos Termodinámicos.</p>
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Presentación del profesorado encargado de la docencia. Bibliografía general recomendada. Presentación del programa. Sistema de evaluación. <input type="checkbox"/> Definir el objeto de la Termodinámica y explicar los objetivos generales del curso. <input type="checkbox"/> Motivar el interés del alumno resaltando su relación con las demás materias de la especialidad y los enfoques profesionales. <input type="checkbox"/> Desarrollar la terminología propia de la Termodinámica. <input type="checkbox"/> Introducir el objeto de estudio, los distintos tipos, su propiedades y los procesos susceptibles de ser estudiados.
<p>Planificación Temporal:</p> <p>Clases de aula (Teoría) 1 hora.</p>

PARTE II: ENERGÍA. PRIMERA LEY.
CAPÍTULO 2.- TRABAJO, ENERGÍA Y CALOR.
<p>Lección 1.2- TRABAJO. FORMAS DE TRABAJO CUASISTÁTICO.</p> <p>1.2.1.- Formas mecánicas del trabajo</p> <p>1.2.2.- Definición termodinámica del trabajo. Formas de trabajo cuasistático.</p>

Lección 2.2- INTERACCIÓN ADIABÁTICA DE TRABAJO. ENERGÍA TOTAL.

- 2.2.1.- Interacciones adiabáticas de trabajo.
- 2.2.2.- Energía total. Postulado III.
- 2.2.3.- Energía interna.

Lección 3.2- INTERACCIONES DE CALOR.

- 3.2.1.- Postulado III y trabajo no adiabático.
- 3.2.2.- Equilibrio térmico. Postulado IV.
- 3.2.3.- El Postulado IV como base de la termometría. Escalas termométricas.

Lección 4.2- LEYES DE LOS GASES.

- 4.2.1.- Ecuación de estado de gas ideal.
- 4.2.2.- Mezclas de gases ideales.

Objetivos:

- Definir el trabajo a través de la concepción mecánica y desembocar en las formas de trabajo termodinámico.
- Definición de la energía total a través de las interacciones adiabáticas de trabajo y la evidencia experimental. Postulado III. Energía interna como función de estado. Implicaciones microscópicas.
- Diferenciar las formas de energía dinámicas, calor y trabajo, tomando como base el Postulado III.
- Aplicación del Postulado IV, o Principio Cero, en la termometría. La escala de gas ideal como aproximación a una escala termodinámica. Definir la ecuación de estado de gas ideal, implicaciones y limitaciones.

Problemas:

- Escalas termométricas.
- Formas de trabajo cuasiestático.
- Gas ideal y mezclas de gases ideales.

Planificación Temporal:

Clases de aula (Teoría)3 horas.
Clases de aula (Problemas) 1 hora.

PARTE II: ENERGÍA. PRIMERA LEY

CAPÍTULO 3.- ESTADOS Y PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS PURAS.

Lección 1.3.- SUSTANCIAS PURAS.

- 1.3.1.- Sistema simple compresible.
- 1.3.2.- Superficie pV-T de una sustancia pura. Proyecciones.
- 1.3.3.- Propiedades térmicas.

Lección 2.3.- VALORES DE LAS PROPIEDADES.

- 2.3.1.- Tablas de propiedades de sustancias puras.
 2.3.2.- Propiedades del vapor húmedo.
 2.3.3.- Aproximaciones para líquido comprimido y modelo de sustancia incompresible.
 2.3.4.- Gas real. Factor de compresibilidad.
 Ecuaciones de estado
 Carta generalizada. Ley de los estados correspondientes.
 Carta generalizada de entalpía y entropía.

Objetivos:

- Definir el concepto de sistema simple compresible constituido por una sustancia pura e introducir sus propiedades relevantes.
- Conocimiento de las ternas de propiedades p , v y T , en las distintas fases en que se presenta una sustancia pura. Interpretación gráfica.
- Determinación de las propiedades termodinámicas en cualquier estado y en especial, en condiciones de vapor húmedo.
- Estudiar el comportamiento real de los gases.

Problemas:

- Determinación de las propiedades mediante manejo de tablas y cálculo.
- Manejo de la carta de compresibilidad generalizada. Comparación de resultados con los obtenidos a través de tablas y con la ecuación de gas ideal.

Planificación Temporal:

Clases de aula (Teoría) 3 horas.

Clases de aula (Problemas)..... 2 horas.

PARTE II: ENERGÍA. PRIMERA LEY**CAPÍTULO 4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA****Lección 1.4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS CERRADOS.**

- 1.4.1.- Ecuación de la Primera Ley.
 1.4.2.- Aplicaciones de la Primera Ley.
 Modelo de gas ideal. Propiedades térmicas y volumétricas. Procesos politrópicos.
 1.4.3.- Balance de energía en procesos y ciclos.

Lección 2.4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS.

- 2.4.1.- Balances de materia y energía en un volumen de control.
 Energía de flujo.
 2.4.2.- Análisis integral y diferencial.

PARTE II: ENERGÍA. PRIMERA LEY

CAPÍTULO 4.- PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

2.4.3.- Balances de materia y energía en régimen permanente y no permanente.

Objetivos:

- Formulación del Primer Principio para un sistema cerrado.
- Definir el modelo de gas ideal. Determinación de los calores específicos, de los coeficientes térmicos y la relación de Mayer.
- Aplicación del balance de energía en un sistema cerrado o masa de control que sigue un proceso cíclico.
- Formulación del balance de energía aplicado a un sistema abierto o volumen de control. Definir el concepto de energía de flujo y su influencia en el balance. Formas integral y diferencial.
- Distinguir entre dispositivos de flujo permanente y no permanente. Ejemplos.

Problemas:

- Desarrollar la metodología propia de resolución de problemas relacionados con el cálculo de balances de energía y materia.
- Manejo de tablas y gráficas para el cálculo de las propiedades termodinámicas, incluyendo tanto el modelo de gas ideal como real.

Planificación Temporal:

Clases de aula (Teoría) 7 horas.

Clases de aula (Problemas) 4 horas.

PARTE III: REVERSIBILIDAD. SEGUNDA LEY

CAPÍTULO 5.- SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.

Lección 1.5.- ENTROPÍA Y SEGUNDA LEY.

- 1.5.1.- Limitaciones del Primer Principio.
- 1.5.2.- Máquina Térmica. Interacciones energéticas entre dos focos.
- 1.5.3.- Enunciados del Segundo Principio.
 - Kelvin-Plank.
 - Clausius.
 - Equivalencia de ambos enunciados.
- 1.5.4.- Reversibilidad. Enunciados de Carnot. Ciclo de Carnot.
- 1.5.5.- Escala termodinámica de temperatura.
- 1.5.6.- Teorema de Clausius. Función entropía.

Lección 2.5.- IRREVERSIBILIDAD.

2.5.1.- Irreversibilidad mecánica. Transformación de trabajo en energía interna

Transformación isoterma.

Transformación adiabática.

2.5.2.- Irreversibilidad térmica.

Lección 3.5.- CAMBIO DE ENTROPÍA.

3.5.1.- Ecuaciones Tds.

3.5.2.- Diagramas T-s y h-s.

Interpretación gráfica de la transferencia de calor en un proceso internamente reversible.

Diagrama de Mollier.

3.5.3.- Cambio de entropía.

Mezclas líquido-vapor.

Modelo de gas ideal. Hipótesis de calores específicos constantes o variables.

Gas real. Gráfica generalizada de corrección de entropía.

Sustancia incompresible.

Lección 4.5.- BALANCE DE ENTROPÍA.

4.5.1.- Balance de entropía en sistemas cerrados.

Expresiones diferencial e integrada.

4.5.2.- Principio de incremento de entropía.

4.5.3.- Balance de entropía para volúmenes de control.

Aplicación a flujo estacionario y no estacionario.

Trabajo en procesos de flujo estacionario internamente reversible. La integral $-\int vdp$.

4.5.4.- Rendimiento isoentrópico de dispositivos en régimen estacionario.

Objetivos:

- Mostrar las limitaciones del Primer Principio en cuanto al sentido de los procesos.
- Introducir los enunciados del Segundo Principio tomando como referencia las interacciones energéticas en una máquina térmica.
- Estudiar la máxima prestación de los ciclos de potencia, a través del concepto de reversibilidad y de los corolarios de Carnot. Definición de la escala termodinámica de temperatura.
- Definir la entropía, fuentes de generación y signo de su variación según el proceso.
- Evaluar los cambios de entropía a través de tablas y de las ecuaciones Tds, incluyendo los modelos de gas ideal, sustancia incompresible y gas real.
- Formular el balance de entropía para un sistema cerrado, identificando cada uno de sus términos y deducir el principio de incremento de entropía.
- Formular el balance de entropía para un sistema abierto o volumen de control, considerando los distintos tipos de flujo.
- Definir el rendimiento isoentrópico de diversos dispositivos tecnológicos.

Problemas:

Primer y Segundo Principio.

- Aplicación de los corolarios de Carnot en el cálculo del rendimiento máximo de una máquina térmica que sigue un ciclo cerrado intercambiando energía con dos focos.
- Determinación de los cambios de entropía mediante los distintos métodos. Representación en los diagramas T-s y h-s.
- Balance de energía y entropía en sistemas cerrados tales como tanques de agitación, dispositivos cilindro-pistón, etc. Irreversibilidades asociadas. Variación de la entropía del universo.
- Balance de energía y entropía en sistemas abiertos: bombas, turbinas, compresores axiales, intercambiadores de calor. Rendimientos isoentrópicos.

Planificación Temporal:

Clases de aula (Teoría) 11 horas.

Clases de aula (Problemas) 6 horas.

PARTE IV: POTENCIALES TERMODINÁMICOS

CAPÍTULO 6.- RELACIONES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS SIMPLES COMPRESIBLES.

Lección 1.6.- POTENCIALES TERMODINÁMICOS DE SUSTANCIAS SIMPLES.

1.6.1.- Relaciones entre propiedades.

Funciones de Gibbs y Helmholtz.

Diferenciales exactas derivadas del Primer y Segundo Principio.

1.6.2.- Funciones potenciales. Relaciones de Maxwell.

Ecuación fundamental en coordenadas de Gibbs.

Métodos de transformación de derivadas.

Relaciones de Maxwell.

1.6.3.- Cálculo de las variaciones de entropía, entalpía y energía interna. Ecuaciones de estado.

Región de cambio de fase. Ecuación de Clapeyron.

Región monofásica.

1.6.4.- Otras relaciones termodinámicas.

Coeficientes termoelásticos.

Relaciones que incluyen c_p y c_v .

Coeficiente Joule-Thomson

Lección 2.6.- PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE GASES REALES.

2.6.1.- Gráficas generalizadas para la entalpía y la entropía.

Funciones de discrepancia.

Variaciones de entalpía y entropía teniendo en cuenta las funciones de discrepancia.

2.6.2.- Propiedades pVT de mezclas de gases reales.

Ley de Dalton y Amagat.

Regla de Kay.

2.6.3.- Construcción de las tablas de propiedades termodinámicas. Gráficas T-s, h-s y p-h.

Lección 3.6.- CRITERIOS DE EQUILIBRIO. TERCER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA.

3.6.1.- Tipos de estados de equilibrio.

Estable, metaestable e inestable.

3.6.2.- Criterios de equilibrio.

Criterio basado en la variación de entropía; sistema cerrado con volumen y energía total constantes.

Criterio basado en la variación de energía interna; sistema cerrado con volumen y entropía constantes.

Criterios basados en otras funciones potenciales.

3.6.3.- Potenciales termodinámicos y Tercer Principio.

Ecuaciones de Gibbs-Helmholtz y entropía absoluta.

Estados estándar de referencia de entropía y función de Gibbs.

Objetivos:

- Definir las funciones de Gibbs y Helmholtz, como funciones fundamentales.
- Definir las diferenciales de funciones potenciales y la ecuación fundamental en coordenadas de Gibbs ($u = u(s, v)$) para un sistema simple compresible de composición y masa conocidas.
- Describir los métodos de transformación de derivadas y obtener las relaciones de Maxwell.
- Empleo de las relaciones de Maxwell en el cálculo de propiedades derivadas a partir de propiedades medibles.
- Definir relaciones termodinámicas relevantes como la ecuación de Clapeyron, coeficientes termoelásticos, relaciones que incluyen c_p y c_v y el coeficiente Joule-Thomson. Aplicaciones.
- Cálculo de las variaciones de entalpía y entropía en gases reales a través de las funciones de discrepancia y de las propiedades volumétricas mediante diversos métodos.
- Construcción de las tablas termodinámicas a través de los potenciales termodinámicos y características de los diagramas T-s, h-s y p-h.
- Definir los distintos tipos de equilibrio y los criterios de estabilidad en términos de variación de distintas propiedades.
- Mostrar a través de la función de Gibbs y los potenciales termodinámicos, el Tercer Principio de la Termodinámica. Cálculo de la entropía absoluta y definición de estados de referencia estándar.

Problemas:

- Determinar las diferenciales de distintas propiedades y demostrar si son exactas partiendo de la ecuación de estado aplicable y de las relaciones de Maxwell.
- Determinar los cambios de entalpía, entropía y energía interna en cambio de fase sirviéndose de las diferenciales exactas fundamentales y de las relaciones de Maxwell.
- Determinar las variaciones de entalpía y entropía en procesos, considerando el modelo de gas real, así como las propiedades volumétricas de mezclas de gases reales. Comparar los distintos métodos.

Planificación Temporal:

Clases de aula (Teoría) 5 horas.

Clases de aula (Problemas) 2 hora.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Agüera, J.: *Termodinámica Lógica y Motores Térmicos*, (6ª ed). Ciencia 3, Madrid, 1999.
- Bejan, A y Mamut, E.: *Thermodynamic Optimization of Complex Energy Systems*. Kluwer Academic Publishers, Holanda, (1999). Cap. 1: 2 a 4.
- Kondepudi, D. y Prigogine, I.: *Modern Thermodynamics*. Wiley, Nueva York, (1998).
- Çengel, Y. A.; Boles, M. A.: *Termodinámica (I-II)*. McGraw Hill, México, 1996.
- Logan, E. Jr.: *Thermodynamics: Processes and Applications*. Marcel Dekker, USA, (1999).
- Moran, M. J. ; Shapiro, H. N.: *Fundamentos de Termodinámica Técnica (I-II)*. Reverté, Barcelona, 1995.
- Rogers, G.; Mayhew, Y.: *Engineering Thermodynamics. Work and Heat Transfer*. (4ª ed) Longman, Singapore, 1992.
- Segura, J.: *Termodinámica Técnica*. Reverté, Barcelona 1990.
- Sonntag, R. y Van Wylen, G.: *Introduction to Thermodynamics Classical and Statistical*. Wiley, Nueva York, (1991).
- Tester, J. W.; Modell, M.: *Thermodynamics and its Applications*. Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- Zemansky, M y Dittman, R.: *Calor y Termodinámica*. McGraw-Hill, Madrid, (1990).
- Wark, K.: *Termodinámica*, (2ª ed.). McGraw-Hill, México, 1991.

TIPOS DE EVALUACIÓN:

Se optará por la siguiente metodología:

- Realización de un examen parcial en el que se incluiría todo lo relativo al Primer Principio y con carácter liberatorio.
- Examen final.
- Se tendrá en cuenta la asistencia y participación activa en clase.

CRITERIOS DE VALORACIÓN Y MEDICIÓN DE CADA TIPO DE EVALUACIÓN:

La calificación final estará influenciada en un 90% por los resultados de los exámenes y en un 10 % por la asistencia y participación en clase.