



## Guía docente 220098 - TD - Termodinámica

Última modificación: 19/04/2023

**Unidad responsable:** Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa  
**Unidad que imparte:** 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

**Titulación:** GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES (Plan 2010). (Asignatura obligatoria).

**Curso:** 2023      **Créditos ECTS:** 6.0      **Idiomas:** Catalán

### PROFESORADO

---

**Profesorado responsable:** Yolanda Calventus

**Otros:** Joaquim Rigola, Frida Roman, Carles Oliet, Santiago Torras, Nicolás Ablanque

### CAPACIDADES PREVIAS

---

El alumnado debe adquirir los conocimientos básicos de cálculo diferencial e integral. Debe saber los conceptos de temperatura y presión, de trabajo. Conocer la ecuación de estado del gas ideal.

### COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

---

**Específicas:**

CE07-INDUS. Conocimiento de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. (Módulo común a la rama industrial)

**Transversales:**

CT05 N2. Uso solvente de los recursos de información - Nivel 2. Después de identificar las diferentes partes de un documento académico y de organizar las referencias bibliográficas, diseñar y ejecutar una buena estrategia de búsqueda avanzada con recursos de información especializados, seleccionando la información pertinente teniendo en cuenta criterios de relevancia y calidad.

### METODOLOGÍAS DOCENTES

---

La asignatura se organiza en:

- 1.- Clases en grupos grandes: En estas clases se desarrollarán las sesiones de teoría y parte de las de problemas y las evaluaciones correspondientes al 1º y 2º parcial y las pruebas de nivel. Se utilizará el modelo expositivo que el profesor crea más idóneo para alcanzar los objetivos previstos en la asignatura.
- 2.- Clases en grupos medianos: En estas clases se desarrollarán las sesiones de problemas por parte del profesor o los propuestos a los alumnos para su resolución y que forman parte del aprendizaje autónomo. Siempre que se crea oportuno se podrá realizar alguna actividad dirigida.
- 3.- Clases en grupos pequeños: En las mismas se desarrollarán las sesiones de prácticas de laboratorio y la competencia genérica CG6 "Uso solvente de los recursos de la información"

La plataforma ATENEA se utilizará como herramienta de soporte en los tres tipos de clase que se han descrito. Se utilizará como transmisor y comunicador con el estudiantado y para realizar las entregas que indique el profesorado



## OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Adquirir una formación básica para el estudio posterior de la Transferencia de Calor, de la Mecánica de Fluidos y de los Motores Térmicos, mediante un tratamiento riguroso y completo de la Termodinámica siguiendo una metodología clásica.
- Adquirir la capacidad de aplicación de la Termodinámica a asignaturas afines o relacionadas con ella y saber aplicar el cuerpo de doctrina termodinámica a la ingeniería en general.
- Adquirir la capacidad de formular hipótesis simplificadoras en los problemas fundamentados en procesos reales.
- Adquirir habilidad en el manejo de los instrumentos utilizados en el laboratorio.
- Relacionar y aplicar los conceptos teóricos tanto en la resolución de problemas como en las prácticas de laboratorio.
- Mejorar la capacidad de uso de magnitudes, unidades, tablas y ecuaciones para la determinación de magnitudes físicas
- Adquirir la capacidad de utilizar la bibliografía de forma eficiente.

## HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo mediano	14,0	9.33
Horas grupo grande	32,0	21.33
Horas grupo pequeño	14,0	9.33

**Dedicación total:** 150 h

## CONTENIDOS

### Contenido 1: Conceptos previos sobre el planteamiento de la Termodinámica

#### Descripción:

1. - Conceptos previos sobre el planteamiento de la Termodinámica
  - 1.1. - Objetivos y método de la Termodinámica Clásica del Equilibrio.
  - 1.2. - Sistema termodinámico y tipos de sistemas.
  - 1.3. - Estado de un sistema y variables de estado. Postulado de estado
  - 1.4.-Ecuaciones de estado.
  - 1.5. - Equilibrio termodinámico.
  - 1.6. - Procesos en sistemas termodinámicos. Procesos casi-estáticos, reversibles e irreversibles.
  - 1.7.-Procesos cíclicos.
  - 1.8. - Coeficientes térmicos: compresibilidad isotérmica, expansión isobárico y piezotérmico.

#### Objetivos específicos:

- 1 - Identificar el vocabulario específico relacionado con la Termodinámica mediante la definición precisa de conceptos básicos para establecer el lenguaje propio de la Termodinámica. Dominar los conceptos de: sistema, frontera, entorno, estado, variables de estado, variable independiente, equilibrio termodinámico, proceso.
  - Saber clasificar un sistema atendiendo a sus paredes, saber encontrar sus variables independientes.
  - Definir el concepto de ecuación de estado y ecuación térmica de estado.
  - Definir los conceptos de coeficiente de expansión, compresibilidad, piezo-térmico, su signo, su dependencia de las variables termodinámicas, unidades y la relación entre ellos.
  - Calcular variaciones de temperatura, de presión, de volumen y encontrar la ecuación térmica de estado a partir de los coef. térmicos

#### Actividades vinculadas:

Clases de teoría, problemas y prácticas de laboratorio.

#### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 4h  
Grupo mediano/Prácticas: 1h  
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h  
Aprendizaje autónomo: 6h



## Contenido 2: Propiedades volumétricas de una sustancia pura, simple y compresible

### Descripción:

- 2.- Estudio fenomenológico del comportamiento PvT de una sustancia pura, simple y compresible.
- 2.1.- Concepto de sustancia pura.
- 2.2.- Definición de fase y cambio de fase.
- 2.3.- Descripción de la superficie PvT. Proyecciones P-T, P-v y T-v. Identificación de las fases estables y punto triple.
- 2.4.- Estudio de la región líquido-vapor: condensación de gases y propiedades críticas. Título de Vapor-Húmedo
- 2.5.- Tablas de propiedades PvT de algunas sustancias puras.
- 2.6.- Ecuaciones de estado.

### Objetivos específicos:

- Saber identificar las diferentes regiones monofásicas, bifásicas y la línea triple de un diagrama PvT.
- Saber diferenciar una sustancia que se expande o que se contrae al solidificarse
- Diferenciar las diferentes proyecciones del diagrama tridimensional PvT: Pv, Tv, PT (diagrama de fases), especialmente en la región en la que condensan los gases. Saber identificar todas las fases
- Describir el comportamiento de un gas al comprimirlo isotérmicamente tanto a temperaturas superiores como inferiores a la crítica.
- Definir los conceptos de : líquido comprimido o subenfriado, vapor sobrecalentado, curva de saturación, presión y temperatura de saturación, líquido saturado y vapor saturado, vapor húmedo. Punto crítico.
- Utilizar las tablas termodinámicas de propiedades PvT de sustancias para identificar en que estado se encuentra una sustancia en unas determinadas condiciones de presión, temperatura o volumen y saber calcular a partir de los datos de las tablas el volumen, la masa, temperatura o presión.

### Actividades vinculadas:

- Clases de teoría, problemas y prácticas de laboratorio.
- Actividad: prueba de nivel contenidos 1 y 2

### Dedicación: 27h

- Grupo grande/Teoría: 5h
- Grupo mediano/Prácticas: 2h
- Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
- Aprendizaje autónomo: 18h



### Contenido 3: El Primer Principio de la Termodinámica

#### Descripción:

3.1.- El Primer Principio de la Termodinámica en sistemas cerrados

3.1.1.-Interacciones energéticas. 3.1.2.-El trabajo en Termodinámica. 3.1.3.- Definición de calor. 3.1.4.-Formulación del Primer Principio en sistemas cerrados. 3.1.5.-Análisis energético de un ciclo. 3.1.6.-Función entalpía. 3.1.7.-Efectos térmicos: capacidad calorífica a volumen constante y a presión constante. Relación de Mayer 3.1.8.-Variaciones de energía interna y de entalpía en gases ideales. 3.1.9.-Definición de gas perfecto. 3.1.10.-Modelo de sustancia incompresible. 3.1.11.- Calor latente de transformación o de cambio de fase. Ecuación de Clapeyron. 3.1.12.-Calor sensible. 3.1.13.- Expansión libre de un gas en el vacío. 3.1.14.-Procesos adiabáticos: ecuaciones PvT para procesos adiabáticos reversibles de gases perfectos. 3.1.15.- Procesos politrópicos.

3.2.- El Primer Principio de la Termodinámica en sistemas abiertos

3.2.1.-Definición de sistema continuo y volumen de control. 3.2.2.- Conservación de la masa y la energía en un volumen de control. 3.2.3.- Desarrollo del término trabajo. 3.2.4.- Balance de masa y energía en un volumen de control. 3.2.5.-Procesos con gases perfectos en sistemas abiertos de flujo estacionario.

3.3.- Aplicación del análisis energético a volúmenes de control

3.3.1.- Descripción de dispositivos de flujo estacionario de interés técnico. 3.3.2.-Resolución de problemas de dispositivos de flujo estacionario. 3.3.3.- Resolución de problemas de flujo no estacionario.

#### Objetivos específicos:

Definir el concepto de trabajo termodinámico y aplicarlo a cualquier sistema termodinámico

Formular el primer principio de la termodinámica como un enunciado del principio de conservación de la energía en sistemas cerrados (masa de control)

Definir el concepto de calor

Definir el calor específico a presión y a volumen constante y relacionarlos con el cálculo de la energía interna y la entalpía de un gas ideal

Definir el gas perfecto

Conocer las ecuaciones de las adiabáticas reversibles de un gas perfecto y las de los procesos politrópicos

Resolver problemas de balance de energía en sistemas cerrados

Saber deducir las ecuaciones de conservación de la masa y de la energía en un volumen de control.

#### Actividades vinculadas:

- Clases de teoría, problemas y prácticas de laboratorio.

Examen 1er parcial. Contenidos 1, 2, 3 (pero a confirmar por el profesorado)

#### Dedicación: 50h

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo mediano/Prácticas: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 30h

## Contenido 4: El Segundo Principio de la Termodinámica

### Descripción:

4.1.-Introducción al Segundo Principio de la Termodinámica

4.1.1.- Limitaciones del Primer Principio. 4.1.2.-Enunciados clásicos del Segundo Principio. 4.1.3.- Máquinas térmicas. 4.1.4.- Máquinas frigoríficas y bombas de calor. 4.1.5.-Procesos reversibles e irreversibles. 4.1.6.- Ciclos de Carnot. Corolarios de Carnot. 4.1.7.-Formulación del rendimiento y del coeficiente de eficiencia en función de las temperaturas de los focos. 4.1.8.- Concepto de temperatura. Escala termodinámica de temperaturas.

4.2.- Entropía. Balance de entropía

4.2.1.- Desigualdad de Clausius. 4.2.2.-Concepto de entropía. 4.2.3.- Ecuaciones Tds. 4.2.4.-Cálculo de las variaciones de entropía. 4.2.5.- Entropía de una sustancia pura, simple y compresible. Datos tabulados de entropía 4.2.6.-Diagramas entrópicos: h-s y T-s. 4.2.7.-Principio del aumento de entropía. 4.2.8.- Flujo de entropía térmica y producción de entropía. 4.2.9.- Fuentes de irreversibilidades. 4.2.10.-Producción de entropía y degradación de la energía. 4.2.11.- Balance de entropía en sistemas cerrados y en volúmenes de control.

4.3.- El Segundo Principio aplicado a dispositivos con flujo estacionario adiabáticos. El rendimiento isoentrópico.

4.3.1.- Proceso isoentrópico. 4.3.2.-Rendimiento isoentrópico en algunos dispositivos con flujo estacionario.: compresores, turbinas, bombas, toberas, difusores. 4.3.3.- Comparación entre interacciones de trabajo reversible e irreversible en turbinas, compresores y bombas.

### Objetivos específicos:

Identificar las limitaciones del Primer Principio

Recordar los enunciados clásicos del Segundo Principio

Definir el concepto de foco Térmico

Definir proceso reversible e irreversible

Definir el concepto de rendimiento térmico y COP

Analizar las máquinas térmicas directas los refrigeradores y bombas de calor

Dar ejemplos de ciclos termodinámicos como el de Rankine, Brayton y los ciclos de refrigeración.

Describir el ciclo de Carnot

Recordar y demostrar los corolarios de Carnot

Deducir e interpretar la desigualdad de Clausius

Definir el concepto de entropía a partir de la desigualdad de Clausius

Formular ecuaciones para el cálculo de variaciones de entropía en gases ideales y perfecto, sustancias incompresibles, cambios de fase y focos térmicos

Calcular entropías y variaciones de entropía con las ecuaciones del apartado anterior y utilizando tablas

Describir los diagramas T-s y h-s y representar en ellos procesos y ciclos

Formular el principio del aumento de entropía

Formular el balance de entropía en un sistema cerrado. Interpretar los términos que aparecen en la ecuación

Clasificar las irreversibilidades y dar algunos ejemplos

Deducir la ecuación de balances de entropía en volúmenes de control

Aplicar las ecuaciones de balance de entropía en sistemas cerrados y volúmenes de control a la resolución de problemas

Definir una clase especial de procesos idealizados denominados isoentrópicos

Comparar los procesos isoentrópicos con los procesos reales (adiabáticos irreversibles) utilizando el trabajo real y el trabajo isoentrópico

Definir el rendimiento isoentrópico en una expansión y en una compresión

Analizar sistemas con turbinas, compresores, bombas y toberas en los que intervenga el concepto de rendimiento isoentrópico.

### Actividades vinculadas:

- Clases de teoría, problemas y prácticas de laboratorio.

- Actividad: Prueba de nivel sobre máquinas térmicas y el segundo principio en sistemas cerrados

### Dedicación: 47h

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo mediano/Prácticas: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Aprendizaje autónomo: 28h



## Contenido 5: Ciclos Termodinámicos

### Descripción:

5.1.- Ciclos de potencia

5.1.1.- Ciclo de Rankine básico. 5.1.2.- Aplicaciones del ciclo de Rankine. 5.1.3.- Ciclo de Brayton simple. 5.1.4.- Aplicaciones del ciclo de Brayton.

5.2.- Ciclos de refrigeración

5.2.1.- Ciclos de refrigeración por compresión de vapor (Rankine inverso). Aplicaciones.

### Objetivos específicos:

Reconocer los elementos básicos de un ciclo de Rankine básico

Reconocer los elementos básicos de un ciclo de Brayton simple

Dar ejemplos de aplicación en ambos ciclos

Realizar el análisis energético de estos ciclos

Reconocer los elementos básicos de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Dar ejemplos de aplicación de este último

### Actividades vinculadas:

Clases de teoría y problemas y prácticas de laboratorio

Examen 2º Parcial: todos los contenidos del curso

### Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo mediano/Prácticas: 1h

Aprendizaje autónomo: 8h

## ACTIVIDADES

### ACTIVIDAD 1: CLASES DE TEORÍA

#### Descripción:

Metodología en grupo grande

Exposición de los contenidos de la asignatura siguiendo un modelo de clase expositivo y participativo

La materia de la asignatura se ha organizado en 5 áreas temáticas o temas

#### Objetivos específicos:

Al finalizar esta actividad el estudiantado deben dominar los conocimientos adquiridos, consolidarlos y aplicarlos correctamente a problemas técnicos que impliquen situaciones reales. Además, han de servir de base para el desarrollo de otras asignaturas del ámbito térmico relacionadas con la Termodinámica como la Transferencia de Calor, los Motores Térmicos y la Refrigeración.

#### Material:

Bibliografía básica

Apuntes del profesor (ATENEA)

Libro de Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas de fluidos puros

Diagramas de propiedades de fluidos puros: h-s, T-s y P-h

#### Entregable:

Esta actividad se evalúa conjuntamente con la actividad 2 (problemas) mediante un primer examen parcial y un segundo examen parcial (final).

#### Dedicación: 68h

Grupo grande/Teoría: 26h

Aprendizaje autónomo: 42h



## ACTIVIDAD 2: CLASES DE PROBLEMAS

### Descripción:

Metodología grupo medio

De cada uno de los temas, se desarrollarán unos problemas en clase con el fin de que el estudiantado adquiera las pautas necesarias para llevar a cabo esta resolución: planteamiento, resolución numérica, simplificaciones, unidades,..

### Objetivos específicos:

Al finalizar esta actividad, el estudiantado debe ser capaz de aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas técnicos reales. Desde un punto de vista estrictamente metodológico, el estudiantado debe ser capaz de : 1.- Entender el anunciado y analizar el problema. 2.-Plantear y desarrollar un plan de trabajo para resolver el problema. 3.-Plantear los posibles caminos para llegar a la solución prevista en función de los datos. 4.- Resolver el problema utilizando las ecuaciones necesarias, atendiendo a las reglas e instrucciones sobre unidades, signos y cifras significativas. 5.- Interpretar la respuesta y observar si ésta es lógica, tanto numéricamente como en unidades.

### Material:

Bibliografía básica

Apuntes del profesorado (ATENEA)

Libro de Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas de fluidos puros

Diagramas de propiedades de fluidos puros: h-s, T-s y P-h

### Entregable:

Esta actividad se evalúa conjuntamente con la actividad 1 (teoría) mediante un primer examen parcial y un segundo examen parcial (final).

### Dedicación: 40h

Grupo mediano/Prácticas: 14h

Aprendizaje autónomo: 26h



### ACTIVIDAD 3: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**Descripción:**

Esta actividad consiste en realizar 4 prácticas de laboratorio además de 2 exposiciones de exposición oral de dos de las prácticas realizadas.

Las prácticas se realizarán en grupo de 2 alumnos en el laboratorio de Termodinámica.

La estructura a seguir será:

- 1.- Preparación de la práctica mediante el manual de prácticas.
- 2.- Realización de la práctica. La duración máxima de la misma será de 2 horas.
- 3.- Discusión de los resultados obtenidos y de los problemas surgidos durante su realización.
- 4.- Redacción de un informe relativo a la práctica realizada incluyendo los resultados experimentales, las construcciones gráficas necesarias, cuestiones y conclusiones.
- 5.- Exposición oral de dos de las prácticas realizadas. Se evaluará esta exposición en cuanto a objetivos, metodología, resultados, cuestiones, conclusiones y preguntas formuladas al finalizar la exposición. La duración máxima de ésta será de 15 min.

**Objetivos específicos:**

Al finalizar esta actividad, el estudiante ha de ser capaz de: a) Saber describir las tareas experimentales realizadas, b) Tratar los datos experimentales obtenidos y obtener conclusiones, c) Elaborar correctamente un informe del trabajo realizado, d) Saber exponer correctamente, con claridad y orden, en un tiempo adecuado y contestar correctamente las preguntas planteadas.

**Material:**

Material de laboratorio  
Equipos y montajes adecuados a los objetivos de la práctica  
Guiones de las prácticas e informes a presentar

**Entregable:**

Para cada práctica realizada se entregará el correspondiente informe que está incluido en los Guiones de Prácticas.

Se entregará una práctica por grupo, pero si alguien quiere realizar el informe solo también podrá hacerlo.

La entrega se realiza vía Atenea

La calificación de las prácticas de laboratorio (NL) será un 15% de la calificación global

**Dedicación:** 36h

Grupo pequeño/Laboratorio: 14h

Aprendizaje autónomo: 22h

### ACTIVIDAD 4: EXAMEN PRIMER PARCIAL

**Descripción:**

Desarrollo del examen parcial de la asignatura los contenidos 1, 2 y 3 (el profesorado indicará exactamente qué materia entra en el examen)

Incluye aspectos teóricos y desarrollo de problemas.

Este primer parcial no elimina materia.

**Objetivos específicos:**

Mostrar el nivel de conocimientos alcanzado en las actividades teóricas y de problemas.

**Material:**

Libro de Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas.

Se permite el uso de un formulario cuyas características indicará el profesorado

**Entregable:**

El examen se resuelve sobre el pliego de hojas entregados al inicio de la prueba para la parte teórica y / o sobre hojas adicionales para los problemas. Las hojas adicionales, si las hay, se adjuntan a los de teoría al finalizar la prueba.

Al inicio de la prueba se indicará la puntuación de cada ejercicio, teoría y problemas, y los criterios de evaluación.

La calificación de esta actividad N1P vale un 30% de la calificación global final.

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h





### ACTIVIDAD 5: EXAMEN 2º PARCIAL (FINAL)

**Descripción:**

Desarrollo del examen del 2º Parcial (final) de la asignatura. Esta prueba incluye toda la materia de la asignatura. En esta prueba se establecerán aquellos mecanismos que permitan reconducir a los alumnos que no hayan aprobado el examen correspondiente al primer parcial. Incluye aspectos teóricos y desarrollo de problemas

**Objetivos específicos:**

Mostrar el nivel de conocimientos alcanzado en las actividades teóricas y problemas.

**Material:**

Libro de Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas  
Se permite la utilización del formulario que el profesorado indicará como debe ser

**Entregable:**

El examen se resuelve sobre el conjunto de hojas que entregará el profesor al inicio de la prueba para la parte teórica y/o sobre hojas adicionales para los problemas. Las hojas adicionales, si las hubiere, se adjuntarán a las de teoría al finalizar la prueba. Al inicio de la prueba se indicará la puntuación de cada ejercicio y problema así como los criterios de evaluación. La calificación de esta actividad N2P equivale a un 40% de la calificación global final..

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

### ACTIVIDAD 6: PRUEBAS PARCIALES DE NIVEL

**Descripción:**

Desarrollo de una prueba parcial de nivel del temario ya estudiado  
Durante el curso se realizarán 2 pruebas de nivel que serán evaluables

**Objetivos específicos:**

Mostrar el nivel de conocimientos alcanzado en las actividades teóricas y problemas

**Material:**

Libro de Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas  
Se permite la utilización de un formulario que el profesorado indicará como debe ser

**Entregable:**

La prueba se realiza sobre el conjunto de hojas entregadas a su inicio  
Al inicio de la prueba se indicará la puntuación de cada ejercicio y el criterio de evaluación  
Si el profesorado lo considera oportuno estas pruebas o una de ellas se podrán realizar de forma asíncrona mediante cuestionarios de Atenea  
La calificación promedio de las 2 pruebas de nivel realizadas Nc equivaldrá a un 15% de la calificación global final

**Dedicación:** 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

## SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- Examen 1er Parcial N1P peso : 30%
- Examen 2on Parcial N2P peso : 40%
- Prácticas Laboratorio NL peso : 15%
- Pruebas Parciales de Nivel NC peso : 15%

Los resultados poco satisfactorios del examen del 1er parcial, se podrán reconducir dentro del examen del 2do parcial (con una calificación entre 0 i 5 para todos los estudiantes con una nota inferior a 5). La nota obtenida en la reconducción sustituirá a la calificación inicial siempre y cuando seai superior.

## NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

---

1.-Respecto de la actividad 3 (prácticas de laboratorio), toda falta de asistencia equivale a una puntuación de cero de la práctica sin posibilidad de recuperación. La falta de puntualidad en el inicio de las sesiones (máximo 15 min) implicará la no realización de la práctica, sin posibilidad de recuperación. El informe de las prácticas se puede hacer por grupo o individual y se entregará en la próxima sesión de prácticas. Si un alumno/a no ha asistido a una sesión de prácticas no podrá firmar el informe hecho por sus compañeros. La exposición se hará por grupos, empleando los recursos informáticos adecuados, y se entregará copia del material utilizado al finalizar la exposición. El alumno/a que no asista a la sesión de exposición tendrá una calificación de cero en este apartado que hará promedio ponderado con la del informe entregado.

2.- Los exámenes correspondientes al primer parcial (actividad 4), al segundo parcial (actividad 5) y a las pruebas de nivel (actividad 6) se efectuarán sin el uso de libros, apuntes o cualquier otro material docente, a excepción de las Tablas y Gráficos de propiedades termodinámicas y de un formulario. En el desarrollo de las mismas no podrá utilizarse calculadora programable ni depositar sobre la mesa de trabajo cualquier aparato de telefonía móvil aunque esté desconectado.

El alumno se identificará debidamente con el DNI o carnet de estudiante.

3.- La actividad 3 valorará también la competencia genérica (CG6: Uso solvente de los recursos de la información)

## BIBLIOGRAFÍA

---

### Básica:

- Çengel, Yunus A.; Boles, Michael A. Termodinámica [en línea]. 9ª ed. México: McGraw-Hill, 2019 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a :

<https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5808940>. ISBN 9781456269166.

- Moran, Michael J. [et al.]. Fundamentos de termodinámica. 2a ed. Barcelona: Reverté, 2004. ISBN 8429143130.

- Wark, Kenneth [et al.]. Termodinámica [en línea]. 6a ed. Madrid: McGraw-Hill, 2001 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=4153](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4153). ISBN 9788448191214.

### Complementaria:

- Professors del Departament de Màquines i Motors Tèrmics. Termodinàmica : taules i gràfiques de propietats termodinàmiques. 2a ed. Barcelona: ETSEIB. CPDA, 2015.

- Montserrat, S. [et al.]. Pràctiques de laboratori de termodinàmica. 6a ed. Terrassa: U.D.I. Termodinàmica i Físico-química E.T.S.E.I.A.T., 2010.

## RECURSOS

---

### Material audiovisual:

- Apuntes realitzats pel professorat de l'assignatura. Son transparencias y problemas propuestos que se utilizarán en clase

### Otros recursos:

Apuntes realizados por el profesorado de la asignatura