



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Termodinámica Aplicada

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

1. Datos de la asignatura

Nombre	Termodinámica Aplicada				
Materia*	Ingeniería Energética (Energy Engineering)				
Módulo*	Materias comunes				
Código	507102004				
Titulación	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	Cuatrimestre	1º	Curso	2º
Idioma	Español				
ECTS	4.5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	135

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Fernando Illán Gómez		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	3ª Planta Hospital de Marina (despacho 3024)		
Teléfono	968 325995	Fax	968 325999
Correo electrónico	fernando.illan@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Publicado en Aula Virtual		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Profesor Contratado Doctor Tipo B
Año de ingreso en la UPCT	2004
Nº de quinquenios (si procede)	2
Líneas de investigación (si procede)	Caracterización experimental aplicada a: <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de refrigeración indirecta. - Evaporación y condensación en equipos basados en tecnología de minicanales.
Nº de sexenios (si procede)	2
Experiencia profesional (si procede)	2 años
Otros temas de interés	

Otros profesores	Francisco García Córdova		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina (despacho 2020)		
Teléfono		Fax	968 325999
Correo electrónico	francisco.garcia@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Publicado en Aula Virtual		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		

Titulación	Ingeniero industrial por la UPCT Máster en Ciencia con Especialidad en Ingeniería de Control por ITESM de México Ingeniero Mecánico-Electricista por la Universidad Veracruzana, México.
Vinculación con la UPCT	Profesor Docente de Sustitución
Año de ingreso en la UPCT	2009
Nº de quinquenios (si procede)	
Líneas de investigación (si procede)	Procesos industriales.
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	< 10 años. Ingeniero Investigador asociado a actividades de I+D+I. <ul style="list-style-type: none"> - UPCT-EXPAL - UPCT- Electrocanteras S.L. - Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones (CEDETEL) de Castilla y León. Ingeniero de Mantenimiento Preventivo y Correctivo CHRYSLER DE MEXICO, S.A., Planta de Estampados Saltillo
Otros temas de interés	

Otros profesores	Francisco Javier Sánchez Velasco		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	3ª Planta Edificio ETSII Hospital de Marina. Despacho 3023		
Teléfono	968 325306	Fax	968 325999
Correo electrónico	Fjavier.sanchez@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT y www.upct.es/~ditf/mste/		
Horario de atención / Tutorías	Indicado en web/puerta del despacho en el Dpto.		
Ubicación durante las tutorías	Indicado en la web/puerta del despacho en el Dpto.		

Titulación	Dr. Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Profesor Ayudante Doctor
Año de ingreso en la UPCT	2018
Nº de quinquenios (si procede)	1
Líneas de investigación (si procede)	Seguridad nuclear, combustión de propulsantes, refrigeración.
Nº de sexenios (si procede)	1
Experiencia profesional (si procede)	7 años de experiencia profesional en el ámbito de la energía y en centros de investigación.
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Termodinámica Aplicada pertenece a la materia de Ingeniería Energética. Después de cursar esta asignatura los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática deberán alcanzar un conocimiento de los conceptos fundamentales de la Termodinámica aplicados a la industria. Deberán ser capaces de aplicar los conocimientos básicos de la profesión relacionados con el análisis de sistemas térmicos y energéticos. Es la base a utilizar para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la ingeniería térmica en la industria.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

El conocimiento de los principios básicos de la termodinámica y la capacidad para aplicarlos a la resolución de problemas de ingeniería es un requisito básico en cualquier título universitario que habilite para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

La aplicación de esos conocimientos y capacidades es básica, por ejemplo, para la realización de un análisis energético de sistemas de potencia para la generación de electricidad (centrales térmicas convencionales o centrales ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), de ciclos de refrigeración, de motores de combustión, etc. De igual forma, la aplicación de los principios de la termodinámica permite determinar si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad, así como determinar las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que impiden alcanzarlas. Se trata en resumen de conocimientos imprescindibles no sólo para diseñar, sino también para operar y/o controlar cualquier instalación térmica, desde un pequeño equipo de climatización doméstico hasta una gran central de producción de electricidad.

Por otro lado, cualquiera de las máquinas y motores térmicos mencionados anteriormente lleva asociada en la actualidad sofisticados sistemas de control y automatización. El diseño de esos sistemas de control no es posible si no se tienen los conocimientos básicos sobre los procesos internos que se desarrollan dentro de esas máquinas o motores térmicos, así como la influencia que las variables a controlar tienen sobre el funcionamiento de estos sistemas.

Por todo lo anterior, la asignatura "Termodinámica Aplicada" proporciona conocimientos fundamentales para una adecuada formación del Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática actual, que le permita extender el desarrollo de su profesión a todos aquellos sistemas relacionados con la Ingeniería Térmica.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura de "Termodinámica Aplicada" puede ser complementaria con otras de materias comunes como "Mecánica de Fluidos" y "Transmisión del Calor".

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable y necesario haber superado previamente otras materias y asignaturas de diferentes cursos, entre ellas las relacionadas con las materias básicas como las

3.6. Medidas especiales previstas

Se estudiará la posibilidad de adoptar medidas especiales de integración para aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo, por ejemplo, mediante la programación de tutorías de grupo y/o entrega de actividades a través del Aula Virtual.

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

B3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

G5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

G7 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E7 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T6 - Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones (nivel 1)

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al superar la asignatura, el alumno deberá ser capaz de:

1. Calcular las propiedades termodinámicas de los diferentes fluidos empleados en ingeniería térmica, con la ayuda de tablas, diagramas y programas informáticos.
2. Aplicar los principios de la termodinámica para determinar la viabilidad de un proceso y determinar las prestaciones teóricas máximas de un sistema termodinámico.
3. Calcular las prestaciones de las máquinas térmicas más habituales, identificando en cada caso el ciclo termodinámico seguido y las transformaciones que el fluido de trabajo experimenta a lo largo del ciclo.
4. Calcular las prestaciones de los ciclos de refrigeración y bomba de calor en función de sus condiciones de operación, así como identificar los componentes principales de este tipo de instalaciones.
5. Analizar las transformaciones experimentadas por el aire húmedo en los distintos sistemas de tratamiento de aire y determinar su influencia en el rendimiento de las instalaciones de refrigeración y climatización.

6. Realizar el balance energético de un sistema reactivo, aplicando este conocimiento al análisis de los procesos de combustión en motores y calderas.
7. Identificar, para cada una de las aplicaciones estudiadas durante el curso, los parámetros de operación que influyen en su rendimiento energético, consumo de energía y emisiones contaminantes. Proponer medidas de mejora encaminadas a mejorar el rendimiento y disminuir el consumo de energía y las emisiones.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Conceptos básicos de Termodinámica. Primer Principio aplicado a sistemas cerrados. Propiedades de una sustancia pura, simple y compresible. Refrigerantes y gases. Primer Principio aplicado en sistemas abiertos. Enunciados del Segundo Principio. Concepto de entropía. Segundo Principio aplicado a sistemas cerrados y abiertos. Relaciones entre propiedades termodinámicas. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor. Mezclas no reactivas de gases ideales y psicrometría. Mezclas reactivas y combustión.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD 1. PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA

Tema 1. Agua y refrigerantes

Tema 2. Gases

UD 2. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Tema 3. Sistemas cerrados

Tema 4. Sistemas abiertos

UD 3. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Tema 5. Segundo Principio

Tema 6. Entropía. Balances de entropía

UD 4. MÁQUINAS TÉRMICAS

Tema 7. Turbinas de vapor y turbinas de gas

Tema 8. Motores de Combustión Interna Alternativos

UD 5. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Tema 9. Sistemas de Refrigeración por Compresión de Vapor

UD 6. MEZCLAS DE GASES: PSICROMETRÍA Y COMBUSTIÓN

Tema 10. Mezcla no reactiva de gases ideales: Psicrometría

Tema 11. Mezcla reactiva: Combustión

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Sesiones en el Aula de Informática:

Se desarrollarán tres sesiones de prácticas en el aula de informática con el objeto de que los alumnos aprendan a analizar instalaciones térmicas mediante programas informáticos



a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales.

Las prácticas de Aula de Informática serán:

Práctica I1. Empleo de EES para la resolución de problemas básicos de Termodinámica Aplicada

Práctica I2. Análisis de Ciclos de Potencia mediante EES.

Práctica I3. Análisis de Sistemas de Refrigeración mediante EES.

La asistencia a las sesiones de prácticas de informática y la entrega de todos los boletines de prácticas es condición imprescindible para poder presentarse al examen final.

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

I. PROPERTIES OF A PURE SUBSTANCE

1. Water and refrigerants
2. Gases

II. FIRST THERMODYNAMIC LAW

3. Closed systems
4. Open systems

III. SECOND THERMODYNAMIC LAW

5. Second law
6. Entropy. Entropy balance

IV. THERMAL ENGINES

7. Steam turbines and gas turbines
8. Reciprocating Internal Combustion Engines



V. VAPOUR COMPRESSION COOLING SYSTEMS

9. Compression vapour refrigeration systems

VI. MIX OF GASES: PSYCHROMETRY AND COMBUSTION

10. Mix no-reactive of ideal gases: Psychrometry

11. Reactive mixtures. Combustion

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en seis Unidades Didácticas (UD).

UD 1. Propiedades de una sustancia pura

Se estudian los procedimientos para la obtención de las propiedades termodinámicas de sustancias puras. Se distinguen dos tipos de sustancias: el agua y refrigerantes y los gases. Los modelos de sustancias incompresibles, gases ideales e incluso gases reales son parte del contenido de esta unidad didáctica. Es una de las unidades didácticas más importantes, ya que es fundamental que los alumnos sean capaces de manejar las tablas termodinámicas y/o diagramas para obtener el valor de las propiedades necesarias para resolver los principios que rigen el comportamiento termodinámico de los procesos que realizan dichas sustancias.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Determinar el estado termodinámico a partir de dos propiedades independientes
- Aplicar adecuadamente los modelos de sustancias estudiados
- Manejar las tablas y diagramas termodinámicos con solvencia
- Resolver problemas de procesos politrópicos de gases ideales

UD 2. Primer principio de la termodinámica

Partiendo del concepto mecánico de la energía, se definen los conceptos de trabajo, energía cinética, energía potencial y energía interna. Se concreta en la definición de trabajo de expansión o compresión mediante el ejemplo del dispositivo cilindro-pistón. Se analiza el principio de conservación de la energía para sistemas cerrados, mediante la definición de la transferencia de energía mediante calor, obteniéndose finalmente la expresión del balance de energía para sistemas cerrados que se aplicará al dispositivo cilindro-pistón, depósito cerrado y a ciclos termodinámicos.

En esta misma unidad temática se extiende el balance energético aplicado a sistemas cerrados a volúmenes de control (sistemas abiertos) mediante la definición del concepto de trabajo de flujo y la aparición de una nueva propiedad termodinámica denominada entalpía. La conservación de la masa y energía para un volumen de control. Análisis de volúmenes de control en estado estacionario y su aplicación a diferentes sistemas abiertos

Finalmente se detalla brevemente el concepto de proceso transitorio con varios ejemplos.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Aplicar el primer principio de la termodinámica a sistemas cerrados y abiertos.
- Calcular las condiciones de operación de sistemas abiertos.
- Diferenciar entre proceso estacionario y transitorio, resolviendo los casos más relevantes del caso no estacionario UD 1. Introducción a la termodinámica básica.

UD 3. Segundo principio de la termodinámica

Se estudian las formulaciones y corolarios del segundo principio de la termodinámica. Se citan y definen los procesos reversibles e irreversibles. Se resuelven las cuestiones, ¿para

qué sirve este principio? ¿qué utilidades posee en aplicaciones reales?, etc., mediante un buen número de ejemplos, presentando el concepto de medidas del rendimiento máximo para ciclos operando entre dos reservorios, junto con el ciclo de Carnot.

La desigualdad de Clausius da lugar a la aparición de una nueva propiedad termodinámica, la entropía. Es definida la entropía de una sustancia pura, simple y compresible, presentadas las ecuaciones TdS, desarrollándose las mismas para diferentes aplicaciones, por ejemplo para obtener el cambio de entropía de un gas ideal y de una sustancia incompresible. También se aplica para obtener el cambio de entropía en procesos internamente reversibles.

Se desarrollan las expresiones de los balances de entropía para sistemas cerrados y volúmenes de control, así como el concepto de generación de entropía (es una medida de las irreversibilidades internas a un sistema), mostrándose ejemplos de su aplicación. Se definen el concepto de rendimiento isoentrópico como otra medida de la irreversibilidad y se particulariza en diferentes sistemas termodinámicos, turbinas, toberas y difusores, compresores y bombas. Se obtienen las expresiones de la transferencia de calor y trabajo en procesos de flujo estacionario internamente reversibles en sistemas abiertos, aplicándose esta última expresión a los diferentes procesos que pueden realizar los gases ideales, isócoros, isóbaros, isotermos y adiabáticos. Por último, se estudian los conceptos de entropía y degradación de la energía, así como de reversibilidad y producción de trabajo.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Analizar las principales consecuencias y utilidades de la aplicación del segundo principio de la termodinámica. Conocer las limitaciones y funciones del ciclo de Carnot.
- Aplicar el segundo principio de la termodinámica a sistemas cerrados y abiertos, calculando la variación de entropía de diferentes sustancias.
- Calcular la generación de entropía (como medida de la irreversibilidad) de los diferentes dispositivos que integran una instalación térmica, interpretando los resultados obtenidos
- Interpretar y utilizar adecuadamente los diagramas termodinámicos en donde aparece la propiedad entropía.

UD 4. Máquinas Térmicas

Se analizan los ciclos termodinámicos básicos de las máquinas térmicas fundamentales: Turbinas de vapor, Turbinas de gas y Motores de combustión interna alternativos. También se introducen conceptos sobre tecnología de dichas máquinas

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Conocer los flujos energéticos intercambiados en los ciclos de aplicación a las máquinas térmicas.
- Determinar el rendimiento y potencia neta generada por cada máquina.
- Conocer aspectos tecnológicos de las máquinas térmicas.

UD 5. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor

Se estudia el principio de operación y las características básicas de los sistemas de refrigeración y bomba de calor basados en la compresión de vapor.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Analizar el funcionamiento del ciclo básico, así como otros ciclos que presentan mayores prestaciones
- Saber obtener la capacidad de refrigeración, el COP y la potencia consumida en este tipo de instalaciones
- Diferenciar las ventajas e inconvenientes del uso de los refrigerantes



UD 6. Mezcla de gases: Psicrometría y combustión

Se describe la composición de una mezcla de gases y las relaciones p-v-T en mezclas de gases ideales basándose principalmente en procesos con mezclas a composición constante

Se introducen los principios básicos de psicrometría y la aplicación de la conservación de la masa y la energía a los sistemas psicrométricos. Se definen los conceptos de temperatura de saturación adiabática y temperatura del bulbo húmedo, así como el diagrama psicrométrico. Se detallan los diferentes procesos psicrométricos existentes. Finalmente, se detallan los conceptos elementales de las mezclas reactivas y combustión, junto con la conservación de la energía en sistemas reactivos y el concepto de temperatura adiabática de la llama.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Identificar una composición de una mezcla de gases.
- Aplicar los principios de la termodinámica a procesos recorridos por una mezcla de gases ideales.
- Calcular las propiedades y/o intercambios energéticos que ocurren en los procesos psicrométricos.
- Determinar la temperatura, coeficiente de exceso de aire y/o pérdida de calor en una cámara de combustión.

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clases expositivas en las que se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes.	<u>Presencial</u> : toma de apuntes. Planteamiento de dudas.	26
		<u>No presencial</u> : estudio de la materia.	36
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas y/o casos prácticos similares para que los alumnos lo vayan resolviendo individualmente o por parejas, siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	13
		<u>No presencial</u> : estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	36
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales.	<u>Presencial</u> : desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	6
		<u>No presencial</u> : elaboración de los informes de prácticas siguiendo criterios de calidad establecidos	4
Seminarios de problemas	Se realizarán varios seminarios de problemas a lo largo del curso. Los alumnos trabajan en grupo para resolver un conjunto de problemas. Resolver dudas y aclarar conceptos	<u>Presencial</u> : resolución de los problemas. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo realizado.	6
Realización de exámenes oficiales	Se realizarán una prueba escrita de tipo individual. Esta prueba permite comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : asistencia a la prueba escrita y realización de ésta	3
Tutorías individuales y de grupo	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de resultados por grupos y motivación por el aprendizaje	<u>Presencial</u> : planteamiento de dudas en horario de tutorías.	5
			135

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7			
Clases de teoría.			X	X	X	X				
Clases de problemas.	X	X			X	X				
Clases de prácticas.	X	X			X	X	X			
Seminarios de problemas.	X	X			X	X				
Realización de exámenes.	X	X	X	X	X	X				
Tutorías.	X	X	X	X	X	X	X			



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual ⁽¹⁾	x		Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Entre 2 y 6 cuestiones teóricas simples o acompañadas de una aplicación numérica de corta extensión. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	40 ÷ 60 % del examen (28 ÷ 42 % de la nota final)	1, 2, 3, 4, 5, 6
			Problemas: Entre 1 y 3 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	40 ÷ 60 % del examen (28 ÷ 42 % de la nota final)	1, 2, 4, 5, 6
Seminarios de problemas	x	x	Se realizarán tres sesiones de seminario de problemas. Los alumnos trabajando en equipo y de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas planteados en exámenes de convocatorias pasadas recientes. Se evalúa la resolución, el procedimiento y el trabajo en equipo.	20%	1, 2, 4, 5, 6.
Informes de prácticas ⁽²⁾	x	x	Se evalúan las destrezas y habilidades para el manejo de programas informáticos. Eventualmente podrá completarse la evaluación con la entrega de informes en soporte informático sobre las sesiones prácticas realizadas.	10 %	1, 2, 5, 6, 7
Otras actividades		x	Realización de actividades y pruebas de corta duración realizadas en clase (individualmente o por parejas).	No interviene	1, 2, 3, 4, 5, 6
(1) Es imprescindible obtener una nota mínima de 4/10 en cada parte del examen para superar la asignatura.					
(2) Deberán cumplir con las rúbricas/criterios de calidad previamente establecidos					

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- Moran, M.J. & Shapiro, H.N.: Fundamentos de Termodinámica Técnica. 2ª edición. Editorial Reverte, S.A., 2004.
- Transparencias de clase.
- Manual de Prácticas de Laboratorio.

8.2. Bibliografía complementaria*

- Cengel, Y. & Boles, M. (tomos I y II): Termodinámica, McGraw Hill, 1996.
- Wark, K., Richards, D.E.: Termodinámica, McGraw Hill, 2001.
- Black W.Z. & Hartley J.G. Termodinámica, Ed. Continental, S.A., 1989.
- Zueco Jordán J., 100 Problemas Resueltos de Termodinámica Aplicada, Ed. Bellisco, 2010.

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Programa informático Engineering Equation Solver (EES).
- Aula Virtual UPCT.