



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Termodinámica Aplicada

Titulación: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

1. Datos de la asignatura

Nombre	Termodinámica Aplicada				
Materia*	Ingeniería Energética (Energy Engineering)				
Módulo*	Materias comunes				
Código	512102004				
Titulación	Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimstral	Cuatrimestre	C1	Curso	2º
Idioma	Castellano				
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	Joaquín Zueco Jordán		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325989	Fax	968 325999
Correo electrónico	joaquin.zueco@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Tutorías de Joaquín Zueco Lunes de 10:00 a 13:00 Jueves de 9:00 a 11:00 Viernes de 12:00 a 13:00		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		

Titulación	Dr. Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Catedrático de Universidad
Año de ingreso en la UPCT	1997
Nº de quinquenios (si procede)	3
Líneas de investigación (si procede)	Sistemas avanzados de Termodinámica y Transmisión de Calor Simulación numérica de sistemas fluido-dinámicos.
Nº de sexenios (si procede)	3
Experiencia profesional (si procede)	
Otros temas de interés	Desarrollo de software específico relacionado con la asignatura.

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	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de Termodinámica Aplicada pertenece a la materia de Ingeniería Energética. Esta asignatura pretende dotar a los estudiantes los conocimientos básicos, para que los estudiantes puedan alcanzar en un futuro la capacidad de diseñar y gestionar el funcionamiento de los sistemas térmicos y energéticos propios de los procesos industriales. Después de cursar esta asignatura los alumnos de la Titulación de Grado en Ingeniería en Tecnologías industriales serán capaces de alcanzar un conocimiento de los conceptos fundamentales de la Termodinámica Aplicada.

Esta asignatura es la base a utilizar para el desarrollo de otras competencias dentro del campo de la ingeniería térmica en la industria. Se fomentará principalmente el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el aprendizaje autónomo y la resolución de problemas.

La asignatura "Termodinámica Aplicada" se estudia en segundo curso en el primer cuatrimestre. Es de carácter básico, en donde, a partir de conceptos básicos estudiados en la asignatura Física I, se estudian los conceptos necesarios para abordar futuras asignaturas de carácter básico y avanzado en Ingeniería Energética e Ingeniería Térmica, que se estudia en cursos posteriores, en concreto la asignatura "Transmisión del Calor", asignatura cuatrimestral que se impartirá en tercer curso, la asignatura "Ingeniería Térmica" impartida en cuarto curso y las asignaturas cuatrimestrales de carácter optativo y aquellas que se impartirán en el máster de Tecnologías Industriales que pertenecen a este área de conocimientos.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura aporta la formación necesaria para que los graduados y graduadas de estos títulos puedan desarrollar adecuadamente las atribuciones profesionales relacionadas con el diseño y gestión del funcionamiento de los sistemas térmicos y energéticos propios de los procesos industriales.

En la práctica y en la totalidad de los procesos industriales se requiere la aplicación de los Principios de la Termodinámica. El conocimiento de éstos principios es básico en ingeniería térmica, por ejemplo, para la realización de un análisis energético (con determinación del rendimiento energético) de sistemas de potencia para la generación de electricidad (ciclo combinado con turbina de vapor y de gas), una refinería de petróleo, un ciclo de refrigeración, etc. El conocimiento de si un proceso termodinámico puede ocurrir o no en la realidad es imprescindible para el diseño de nuevos procesos, así como el conocimiento de las máximas prestaciones que se pueden obtener en los diferentes dispositivos que componen una instalación energética, y cuáles son las causas que imposibilitan obtener esas máximas prestaciones. El estudio de las propiedades termodinámicas de los fluidos de trabajo que circulan por los dispositivos, agua, aire, refrigerantes, gases y mezcla de gases, es indispensable para analizar el comportamiento de los sistemas térmicos. El conocimiento de las relaciones entre las propiedades termodinámicas también es de vital importancia para el alumno. Asimismo el estudio del procedimiento a seguir para el análisis energético de instalaciones energéticas de sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire y en procesos de combustión es de gran interés.

Por esta razón se considera esta asignatura totalmente necesaria para una formación integral del Ingeniero actual, ya que con el estudio de la Termodinámica Aplicada se dan los pasos previos y se introduce al alumno en aspectos de la Ingeniería Térmica que luego podrá desarrollar un poco más en las asignaturas que se ofertan en la titulación (los sistemas térmicos de potencia, los sistemas de refrigeración, acondicionamiento de aire, además de las energías renovables).



3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Es recomendable y necesario cursar previamente otras materias y asignaturas de diferentes cursos, entre ellas las relacionadas con las materias básicas como las Matemáticas, la Física. La asignatura de Termodinámica Aplicada puede ser complementaria con otras de materias comunes como; Mecánica de Fluidos, así como la asignatura Transmisión del Calor. En esta asignatura se imparten los conceptos básicos para cursar la materia específica de Ingeniería Térmica en cuarto curso.

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

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas básicas de Física, y Matemáticas. Es conveniente que el estudiante cuente con conocimientos básicos de Química.

3.6. Medidas especiales previstas

Para aquellos casos excepcionales en los que no sea posible la integración de los alumnos, se preverá una prueba final de carácter global según establece el artículo 5, apartado 4 del Reglamento de las Pruebas de Evaluación de los Títulos Oficiales de Grado y de Máster con Atribuciones Profesionales de la UPCT.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

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

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

Conocimientos de Termodinámica Aplicada. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería. Conocimientos aplicados de Ingeniería Térmica.

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

Aplicar criterios éticos y de sostenibilidad en la toma de decisiones

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Aplicar los principios de la termodinámica para el cálculo de las prestaciones de los sistemas reales en sistemas cerrados y abiertos.
2. Calcular las propiedades termodinámicas de los diferentes fluidos empleados en ingeniería térmica, con la ayuda de tablas, diagramas y programas informáticos.
3. Describir los diferentes tipos de sistemas abiertos, su función y su aplicación en ciclos termodinámicos.
4. Analizar el funcionamiento de los sistemas de refrigeración y bomba de calor, identificando los componentes, así como los ciclos empleados para obtener altas prestaciones.
5. Analizar el funcionamiento de los sistemas de acondicionamiento de aire y su aplicación en la industria, así como los procesos de combustión, aplicando un balance energético a un sistema reactivo.

**** 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

Conocimientos de termodinámica aplicada. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD I. PROPIEDADES DE UNA SUSTANCIA PURA

Tema 1. Agua y refrigerantes

Tema 2. Gases

UD II. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Tema 3. Sistemas cerrados

Tema 4. Sistemas abiertos

UD III. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA

Tema 5. Segundo Principio

Tema 6. Entropía. Balances de entropía

UD IV. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Tema 7. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor

UD V. MEZCLAS DE GASES: PSICROMETRÍA Y COMBUSTIÓN

Tema 8. Mezcla no reactiva de gases ideales: Psicrometría

Tema 9. Mezcla reactiva: Combustión

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

Sesiones de prácticas de Laboratorio:

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas de laboratorio con el objeto de que los alumnos utilicen instrumentación de medida de temperatura y verifiquen algunos de los conceptos introducidos en las sesiones teóricas.

Las prácticas de laboratorio a desarrollar son las siguientes.

Práctica 1 (P1). Comportamiento p-V-T para el agua.

- Obtención de una parte de la curva de vaporización, p-T

Práctica 2 (P2). Comportamiento de un gas ideal.

- Verificación de la ecuación $pV=nRT$

Práctica 3 (P3). Ensayos en una máquina frigorífica.

- Estudio de la instalación, diagrama p-h
- Determinación del fluido refrigerante
- Determinación del rendimiento isoentrópico del compresor

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 afianzar los conceptos teóricos y puedan analizar instalaciones térmicas mediante programas informáticos a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales.

Las prácticas del Aula de Informática son las siguientes:

Práctica I1 (PI1). Empleo de EES para el análisis termodinámico de sistemas abiertos



individuales.

Práctica I2 (PI2). Empleo de EES para el análisis termodinámico de ciclos de refrigeración y de aire acondicionado.

Práctica I3 (PI3). Análisis de Procesos de Combustión usando el programa informático SFCP.

La asistencia al 90 % de las sesiones de prácticas de laboratorio e informática 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 SUSTANCE

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. COOLING SYSTEMS VAPOUR COMPRESSION

7. Vapour compression refrigeration systems.

V. MIXTURES OF GASES: PSICROMETRY AND COMBUSTION

8. Non-reactive mixtures of ideal gases: Psychrometry.
9. Reactive mixtures. Combustion.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

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



UD I. 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 II. 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 III. 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 IV. 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. Se presenta el programa Cyclepad, muy válido para la simulación básica de este tipo de sistemas.

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 V. 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 (ECTS)
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.	24 h (0,8)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	27 h (0,9)
Actividades de aprendizaje cooperativo informal	Se deja abierta la posibilidad de realizar este tipo de actividades que serán intercaladas en las clases expositivas convencionales del profesor.	<u>Presencial</u> : Resolución de forma individual o por parejas de breves cuestiones planteadas por el profesor.	3 h (0,1)
		<u>No presencial</u> :	
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 siendo guiados paso a paso por el profesor.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	10 h (0,34)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	9 h (0,3)
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al alumno y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa. 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> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas por los alumnos con apoyo del profesor	11 h (0,36)
Realización de Seminarios de problemas	Los alumnos trabajando de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas. Se evalúa la resolución y el procedimiento.	<u>Presencial</u> : Asistencia al seminario y realización del mismo	6 h (0,2)
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	9 h (0,3)
		<u>No presencial</u> :	
Tutorías	Las tutorías serán individuales con objeto de realizar un seguimiento individualizado del aprendizaje. Revisión de exámenes.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	6 h (0,2)
Trabajo/Estudio individual del alumno		<u>No presencial</u>	30 h (1,0)
			135 h (4,5)



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

							Resultados del aprendizaje (4.5)			
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6				
Clases de teoría.	X	X	X	X	X	X				
Clases de problemas.	X	X	X	X	X	X				
Clases de prácticas.	X	X	X	X	X	X				
Actividades de seminarios de problemas	X	X	X	X	X	X				
Realización de exámenes.	X	X	X	X	X	X				
Tutorías.	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 (PEI) (75 %)⁽¹⁾	X		Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Cuestiones tipo test y/o cuestiones teóricas simples o acompañadas de una aplicación numérica de corta extensión. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.	30 % de la PEI	1,2, 3, 4, 5,6
			Problemas: Entre 2 y 3 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	70 % de la PEI	1, 2, 3, 4, 5, 6
Sesiones de Laboratorio	X		Se evalúan las destrezas y habilidades para el manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos. Esta evaluación podrá realizarse durante las sesiones en sala de informática, mediante la realización de pequeños cuestionarios. Eventualmente podrá completarse la evaluación con la entrega de informes en soporte informático sobre las sesiones prácticas realizadas.	10 %	1, 2, 3, 5, 6
Evaluación de actividades de seminarios de problemas	X		Se realizarán tres sesiones de seminarios de problemas. Los alumnos trabajando de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas. Se evalúa la resolución y el procedimiento.	15 %	1, 2, 3, 4, 5, 6

(1) La prueba escrita individual (PEI) debe de superarse con calificación igual o superior al 45 % de la misma (4.5 puntos sobre 10 puntos).

Notas:

- Se entiende que se supera la asignatura si la puntuación final, sumando todas las puntuaciones obtenidas en las distintas técnicas (con los requisitos exigidos anteriormente), es como mínimo del 50%.
- Para aprobar la asignatura es requisito imprescindible, el haber asistido, al menos, al 90% de las sesiones prácticas.

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.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase y actividades de AC informal individuales o por parejas en clase de teoría y problemas.
- Tutorías.



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- Cengel, Y. & Boles, M. : Termodinámica, Mc Graw Hill, 2010.
- Zueco Jordán J., 100 Problemas Resueltos de Termodinámica Aplicada, Ed. Bellisco, 2010.
- Transparencias de clase del profesor.
- Manual de Prácticas de Laboratorio.

8.2. Bibliografía complementaria*

- Black W.Z. & Hartley J.G. Termodinámica, Ed. Continental, S.A., 1989
- Moran, M.J. & Shapiro, H.N. (tomos I y II): Fundamentos de Termodinámica Técnica. Editorial Reverte, S.A., 1993

8.3. Recursos en red y otros recursos

Aula Virtual de la asignatura.

Programas informáticos:

- Engineering Equation Solver (EES).
- THERMO Combustion Software

