




Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Termodinámica Aplicada

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica

CSV:	mfH02PZXQNdiyDG8eEcPQ24sU	Fecha:	16/01/2019 13:13:21	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/mfH02PZXQNdiyDG8eEcPQ24sU	Página:	1/14	

Guía Docente

1. Datos de la asignatura

Nombre	Termodinámica Aplicada				
Materia*	Ingeniería Energética (Energy Engineering)				
Módulo*	Materias comunes				
Código	508102004				
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimestral	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	José R. García Cascales		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325991/968 338891	Fax	968 325999
Correo electrónico	jr.garcia@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
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	Doctor Ingeniero Industrial		
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Universidad		
Año de ingreso en la UPCT	1997		
Nº de quinquenios (si procede)	3		
Líneas de investigación (si procede)	Modelado de Sistemas Térmicos (Refrigeración, E. Solar) Mecánica de Fluidos Computacional aplicada a la Termohidráulica y a las Mezclas Reactivas		
Nº de sexenios (si procede)	2		
Experiencia profesional (si procede)	Realización de proyectos varios relacionados mayormente con las materias que imparto.		
Otros temas de interés			

Otros profesores	Damián López Asensio		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	2ª planta Hospital de Marina		
Teléfono	N/A	Fax	968325999
Correo electrónico	damian.lopez@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		

Horario de atención / Tutorías	Indicado en web/puerta del despacho en el Dpto.
Ubicación durante las tutorías	Indicado en web/puerta del despacho en el Dpto.
Titulación	Doctor Ingeniero Industrial
Vinculación con la UPCT	Profesor Asociado
Año de ingreso en la UPCT	2009
Nº de quinquenios (si procede)	
Líneas de investigación (si procede)	
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de proyectos de cogeneración y eficiencia energética en plantas petroquímicas. - Diseño de intercambiadores de calor rotativos regenerativos en centrales térmicas e industria pesada.
Otros temas de interés	Mercados eléctricos

Otros profesores	Francisco Javier Sánchez Velasco		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Máquinas y Motores Térmicos		
Ubicación del despacho	3ª planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325303	Fax	968325999
Correo electrónico	fjavier.sanchez@upct.es		
URL / WEB	Aula Virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Web del departamento		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		
Titulación	Doctor Ingeniero Industrial		
Vinculación con la UPCT	Ayudante Doctor		
Año de ingreso en la UPCT	2009		
Nº de quinquenios (si procede)	N/A		
Líneas de investigación (si procede)	Procesos de combustión en mezclas bifásicas sólido-partícula.		

	Modelado de Mecánica de Fluidos Computacional aplicada a procesos termo-químicos. Materiales energéticos.
Experiencia profesional (si procede)	Proyectos de investigación relacionados con la Ingeniería Térmica y Energética.
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción 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 Mecánica deberán alcanzar un conocimiento de los conceptos fundamentales de la Termodinámica aplicados a la ingeniería. 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. Se fomentará principalmente el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En la práctica 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. 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

La asignatura Termodinámica Aplicada se estudia en segundo curso en el primer cuatrimestre. Es de carácter básico, por lo que, 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 el segundo cuatrimestre de segundo curso, la asignatura Máquinas Térmicas, impartida en cuarto curso y las asignaturas cuatrimestrales de carácter optativo, Tecnología Energética, Instalaciones y Equipos Térmicos y Eficiencia Energética en la Edificación.

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

No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es recomendable cursar previamente otras materias y asignaturas de diferentes cursos, entre ellas las relacionadas con las materias básicas como las Matemáticas y 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.

3.6. Medidas especiales previstas

Se estudiará la posibilidad de adoptar medidas especiales para aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo, por ejemplo, mediante la programación de tutorías individuales o en grupo.

Las prácticas se pueden aprobar mediante un examen en cualquier convocatoria. En el 1er cuatrimestre se tendrá en cuenta la asistencia a las sesiones, siendo ésta un 10% del porcentaje de la nota de prácticas en la convocatoria de febrero.

La nota de prácticas y seminarios, promediará con la del examen, aunque no se haya aprobado éste.

Se puede suspender el examen y aprobar la asignatura si la nota de prácticas y seminarios lo compensa obteniéndose una nota igual o superior a 5. Igualmente se puede suspender la asignatura aprobando el examen si la nota de prácticas y/o seminarios al promediar llevan a una nota inferior a 5.

No se guarda la nota de prácticas de un año para otro. Como medida excepcional el profesor podrá guardar esta nota total o parcialmente de un curso a otro. Esta medida podrá aplicarse de forma individual o colectiva según criterios objetivos que serán advertidos el primer día de curso (en aula y/o aula virtual).

Para aprobar el examen hay que sacar un mínimo en teoría y en problemas. No obstante la suma de ambas notas debe ser superior a 5 (puntuando sobre 10 la nota del examen).

4. Competencias

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

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.
6. Diseñar pequeñas instalaciones energéticas, utilización de programas informáticos de cálculo de perfil profesional, trabajando en equipo.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de un informe técnico y su exposición oral si cabe.

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

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

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. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

Tema 7. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor.

UD 5. 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

Sesiones prácticas en aula de informática:

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas en aula de informática con el objeto de que los alumnos resuelvan problemas de la asignatura utilizando un software que les permitirá revisar algunos de los conceptos introducidos en las sesiones teóricas.

Se desarrollarán cuatro sesiones prácticas en las que se abordarán diferentes problemas que irán aumentando en complejidad. Para ello se empleará el programa de cálculo de ingeniería EES.

En la última sesión se realizará una prueba de aptitud en la que los alumnos tendrán la oportunidad de demostrar su dominio del programa y su capacidad de resolver los problemas que se les planteen. Junto con la asistencia a las sesiones de prácticas, este ejercicio proporcionará la calificación de prácticas.

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)

CH 1. PROPERTIES OF A PURE SUSTANCE

Lesson 1. Water and refrigerants.

Lesson 2. Gases.

CH 2. FIRST THERMODYNAMIC LAW

Lesson 3. Closed systems.

Lesson 4. Open systems.

CH 3. SECOND THERMODYNAMIC LAW

Lesson 5. Second law.

Lesson 6. Entropy. Entropy balance.

CH 4. COOLING SYSTEMS VAPOUR COMPRESSION

Lesson 7. Vapour compression refrigeration systems.

CH 5. MIXTURES OF GASES: PSICROMETRY AND COMBUSTION

Lesson 8. Non-reactive mixtures of ideal gases: Psychrometry.

Lesson 9. Reactive mixtures. Combustion.

5.5. Objetivos de aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en cinco 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 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:

CSV:	mfH02PZXQNdYDG8eEcPQ24sU	Fecha:	16/01/2019 13:13:21
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/mfH02PZXQNdYDG8eEcPQ24sU	Página:	10/14



- 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. 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 EES, muy válido para la simulación distintos sistemas termodinámicos.

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 5. 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.

CSV:	mfH02PZXQndiyDG8eEcPQ24sU	Fecha:	16/01/2019 13:13:21
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.		
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E		
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/mfH02PZXQndiyDG8eEcPQ24sU	Página:	11/14



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(0,8)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	33(1,1)
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.	12(0,4)
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	33(1,1)
Clase de Prácticas. Sesiones de aula de informática	Con las sesiones prácticas en aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas y herramientas de cálculo y simulación profesionales que les permitan resolver problemas, aplicando los conocimientos adquiridos en las clases de teoría.	<u>Presencial</u> : Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita en la resolución de problemas por los alumnos con apoyo del profesor.	9(0,3)
		<u>No presencial</u> : Resolución de problemas de la asignatura siguiendo criterios de calidad establecidos.	3(0,1)
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.	12(0,4)
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	4(0,13)
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 exámenes por grupos y motivación por el aprendizaje.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	5(0,17)
			135(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				
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	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) (70 %)	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.	40 % de la PEI	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	60 % de la PEI	1, 2, 3, 4, 5, 6
Seminarios de problemas	X		Se realizarán varias sesiones de seminarios 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, 3, 4, 5, 6
Prueba práctica en aula de informática ⁽¹⁾	X		Se evalúan las ejecuciones y el trabajo realizado durante las sesiones en aula informática, así como las destrezas y habilidades para el manejo de los programas informáticos estudiados. Eventualmente podrá completarse la evaluación con la entrega de informe en soporte informático sobre los ejercicios resueltos en la prueba.	10%	1, 2, 3, 4, 5, 6
Evaluación formativa Otras actividades de AC			Realización de actividades y pruebas de corta duración realizadas en clase (individualmente o por parejas).	No interviene	

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

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase y actividades de AC informal por parejas en clase de teoría y problemas.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo en equipo presencial de seminarios de problemas.
- Elaboración de listas de ejecución durante las sesiones de prácticas de laboratorio/aula de informática.
- Tutorías.

8. Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica

- Cengel, Y. & Boles, M.: Termodinámica, McGraw Hill, 1996.
- Moran, M.J. & Shapiro, H.N. (2ª edición en español): Fundamentos de Termodinámica Técnica Editorial Reverte, S.A., 2004.
- Transparencias de clase.
- Manual de Prácticas de Laboratorio.

8.2. Bibliografía complementaria

- 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).