



1. DATOS GENERALES

Asignatura: TERMODINÁMICA TÉCNICA**Tipología:** OBLIGATORIA**Grado:** 413 - GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA (AB-21)**Centro:** 605 - E.T.S. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL ALBACETE**Curso:** 2**Lengua principal de impartición:** Español**Uso docente de otras lenguas:****Página web:****Código:** 56321**Créditos ECTS:** 6**Curso académico:** 2023-24**Grupo(s):** 10**Duración:** C2**Segunda lengua:****English Friendly:** N**Bilingüe:** N**Profesor:** JOSE ANTONIO ALMENDROS IBÁÑEZ - Grupo(s): 10

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
ETSII-AB / 0.D.03	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	926053229	jose.almendros@uclm.es	Se publicará en campus virtual al inicio del curso.

Profesor: MINERVA DÍAZ HERAS - Grupo(s): 10

Edificio/Despacho	Departamento	Teléfono	Correo electrónico	Horario de tutoría
ETSII-AB / 0.D.08b	MECÁNICA ADA. E ING. PROYECTOS	971 72	Minerva.Diaz@uclm.es	Se publicará en campus virtual al inicio del curso.

2. REQUISITOS PREVIOS

La asignatura requiere que los estudiantes dispongan de ciertos conocimientos para conseguir los objetivos de la misma. Entre dichos conocimientos destacan, en el ámbito matemático, los relativos al cálculo diferencial, integral, ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales. Los alumnos también deben dominar conceptos básicos de física y química general.

3. JUSTIFICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS, RELACIÓN CON OTRAS ASIGNATURAS Y CON LA PROFESIÓN

Se trata de una asignatura de carácter obligatorio que pertenece al módulo de formación común a la rama industrial que cubre la competencia relacionada con la aplicación de los principios de la termodinámica técnica y la transferencia de calor a la resolución de problemas básicos de ingeniería.

4. COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN QUE LA ASIGNATURA CONTRIBUYE A ALCANZAR

Competencias propias de la asignatura

Código	Descripción
CB02	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
CB03	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
CB04	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB05	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CEC01	Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
CG03	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
CG04	Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
CT02	Conocer y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
CT03	Utilizar una correcta comunicación oral y escrita.

5. OBJETIVOS O RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Resultados de aprendizaje propios de la asignatura**Descripción**

Conocer los fenómenos que gobiernan la transmisión de calor por conducción, convección y radiación. Aplicar dichos conocimientos a la resolución de problemas prácticos que involucren una o varias formas de transmisión de calor, así como al diseño y cálculo de equipos en los que la transferencia de calor sea un factor que considerar (intercambiadores de calor, tuberías, aislamientos, confort térmico, etc.)

Conocer los principios básicos de la Termodinámica y su aplicación práctica en las máquinas destinadas a las transformaciones energéticas, además, de conocer el comportamiento de gases, con particular atención a su utilización en máquinas térmicas y los cambios de las propiedades, especialmente térmicas, de los sistemas cuando éstos interactúan entre sí.

6. TEMARIO

Tema 1: CONCEPTOS BÁSICOS DE TERMODINÁMICA

Tema 2: PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS CERRADOS

Tema 3: PRINCIPIOS DE LA TERMODINÁMICA PARA SISTEMAS ABIERTOS

Tema 4: ESTUDIO TERMODINÁMICO DE SUSTANCIAS PURAS

Tema 5: CICLOS TERMODINÁMICOS

Tema 6: INTRODUCCIÓN A LA TRANSMISIÓN DE CALOR

Tema 7: TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN

Tema 8: TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN

Tema 9: TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN

7. ACTIVIDADES O BLOQUES DE ACTIVIDAD Y METODOLOGÍA

Actividad formativa	Metodología	Competencias relacionadas (para títulos anteriores a RD 822/2021)	ECTS	Horas	Ev	Ob	Descripción
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL]	Método expositivo/Lección magistral	CB02 CB03 CB04 CB05 CEC01 CG03 CG04 CT02 CT03	1.2	30	N	-	Clase de teoría en aula
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL]	Resolución de ejercicios y problemas	CB02 CB03 CB04 CB05 CEC01 CG03 CG04 CT02 CT03	0.6	15	S	N	Resolución en clase de problemas de la asignatura.
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL]	Prácticas	CB02 CB03 CB04 CB05 CEC01 CG03 CG04 CT02 CT03	0.4	10	S	N	Clases prácticas en el laboratorio y/o en el ordenador
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA]	Trabajo autónomo	CB02 CB03 CB04 CB05 CEC01 CG03 CG04 CT02 CT03	3.6	90	N	-	Estudio durante el curso, preparación de prueba final y preparación y elaboración de guiones de prácticas
Prueba final [PRESENCIAL]	Pruebas de evaluación	CB02 CB03 CB04 CB05 CEC01 CG03 CG04 CT02 CT03	0.2	5	S	N	1) A lo largo del curso se realizarán pruebas de evaluación aleatorias. Serán ejercicios cortos que se harán en clase, con una duración máxima de entre 20 y 30 minutos. 2) Examen final de la asignatura. Parte de teoría. En la parte de teoría no se permitirá el uso de calculadora ni de apuntes o libros y consistirá en preguntas cortas y/o tipo test, demostraciones y ejercicios cortos sobre todo el temario de la asignatura. Parte de problemas. Se permitirá el uso de calculadora y apuntes o libros y consistirá en la resolución de problemas prácticos de ingeniería.
Total:			6	150			
Créditos totales de trabajo presencial: 2.4			Horas totales de trabajo presencial: 60				
Créditos totales de trabajo autónomo: 3.6			Horas totales de trabajo autónomo: 90				

Ev: Actividad formativa evaluable

Ob: Actividad formativa de superación obligatoria (Será imprescindible su superación tanto en evaluación continua como no continua)

8. CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y VALORACIONES

Sistema de evaluación	Evaluación continua	Evaluación no continua*	Descripción
Realización de prácticas en laboratorio	30.00%	30.00%	Un 10 % se corresponderá con las prácticas experimentales en laboratorio (memoria de prácticas y/o tests de prácticas) y un 20 % con los problemas resueltos a lo largo del curso en aula informática.
Prueba final	70.00%	70.00%	Se dividirá en una parte de teoría, donde no se permitirá el uso de calculadora ni apuntes o libros y una parte de problemas donde si estará permitido el uso de calculadora y apuntes o libros. Ambas partes ponderarán un 35% sobre la nota final de la asignatura. En todo caso, para poder aprobar la asignatura es obligatorio sacar una nota mínima de 4 de media entre teoría y problemas.
Total:	100.00%	100.00%	

* En **Evaluación no continua** se deben definir los porcentajes de evaluación según lo dispuesto en el art. 4 del Reglamento de Evaluación del Estudiante de la UCLM, que establece que debe facilitarse a los estudiantes que no puedan asistir regularmente a las actividades formativas presenciales la superación de la asignatura, teniendo derecho (art. 12.2) a ser calificado globalmente, en 2 convocatorias anuales por asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria (evaluándose el 100% de las competencias).

Criterios de evaluación de la convocatoria ordinaria:

Evaluación continua:

La nota media de las dos prácticas de laboratorio supondrán el 10 % de la nota final. Los estudiantes repetidores podrán convalidar las prácticas siempre y cuando cumplan los siguientes tres criterios:

- 1) Haberlas realizado el curso inmediatamente anterior
- 2) Haber sacado una nota media mayor o igual a 5
- 3) Haber sacado en el examen de una de las dos convocatorias una nota mínima de 2.

La nota media de las pruebas de progreso realizadas durante el curso supondrán el 20% de la nota final, siempre que la nota media de las pruebas de progreso sea mayor que la nota del examen de problemas.

La nota del examen final supondrá el 70% de la nota final, siendo un 35 % de la nota final la parte de teoría y un 35 % de la nota final la parte de problemas. En el caso de que la nota del examen de problemas sea mayor que la nota media de las actividades de evaluación durante el curso, esta nota supondrá el 55 % de la nota final de la asignatura. En todo caso, para poder aprobar la asignatura es obligatorio sacar una nota mínima de 4 de media entre teoría y problemas. En caso de que no se alcance la nota mínima de 4 exigida para hacer media con el resto de actividades de evaluación la nota máxima que aparecerá en las actas será un 4.

Evaluación no continua:

Se realizará un examen de prácticas que supondrá el 10 % de la nota final de la asignatura.

La nota del examen final supondrá el 90% de la nota final, siendo un 35 % de la nota final la parte de teoría y un 55 % de la nota final la parte de problemas. En todo caso, para poder aprobar la asignatura es obligatorio sacar una nota mínima de 4 de media entre teoría y problemas. En caso de que no se alcance la nota mínima de 4 exigida para hacer media con el resto de actividades de evaluación la nota máxima que aparecerá en las actas será un 4.

Particularidades de la convocatoria extraordinaria:

En la convocatoria extraordinaria se puede recuperar el examen final, siendo los criterios de valoración y de puntuación los mismos que en la convocatoria ordinaria.

Aquellos alumnos que tengan suspensas las pruebas de progreso realizadas durante el curso, podrán recuperarlas mediante la realización de la parte de problemas del examen final. Para estos estudiantes la parte de problemas computará un 55 % en la nota final.

También aquellos alumnos que tengan las prácticas de laboratorio suspensas podrán recuperarlas mediante la realización de un examen específico de prácticas que ponderará un 10% sobre la nota final.

En todo caso, para poder aprobar la asignatura es obligatorio sacar una nota mínima de 4 de media entre teoría y problemas. En caso de que no se alcance la nota mínima de 4 exigida para hacer media con el resto de actividades de evaluación la nota máxima que aparecerá en las actas será un 4.

Particularidades de la convocatoria especial de finalización:

La convocatoria especial de finalización consistirá en un examen escrito dividido en dos partes. Una parte de teoría, que supondrá un 40 % de la nota final , y una parte de problemas, que supondrá el 60 % de la nota final.

En esta convocatoria no se guardarán notas de actividades de evaluación realizadas en cursos anteriores.

9. SECUENCIA DE TRABAJO, CALENDARIO, HITOS IMPORTANTES E INVERSIÓN TEMPORAL	
No asignables a temas	
Horas	Suma horas
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	30
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	15
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	10
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	90
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	5
Comentarios generales sobre la planificación: Al inicio del cuatrimestre se dará una distribución detallada de las lecciones que se impartirán cada día de clase y de las fechas y grupos de prácticas.	
Actividad global	
Actividades formativas	Suma horas
Estudio o preparación de pruebas [AUTÓNOMA][Trabajo autónomo]	90
Resolución de problemas o casos [PRESENCIAL][Resolución de ejercicios y problemas]	15
Enseñanza presencial (Teoría) [PRESENCIAL][Método expositivo/Lección magistral]	30
Prácticas de laboratorio [PRESENCIAL][Prácticas]	10
Total horas: 145	

10. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS					
Autor/es	Título/Enlace Web	Editorial	Población	ISBN	Año Descripción
M. Lapuerta					Estos apuntes son utilizados para la docencia de Termodinámica en la E.T.S.I.I. de Ciudad Real, siendo el primer tomo de teoría y el segundo de problemas. La estructuración de los apuntes es algo diferente a como está planteado el bloque I de la asignatura, pero cubre la totalidad de los contenidos de este bloque. Además en el tomo de teoría se incluyen una gran cantidad de cuestiones tipo test (verdadero o falso) con sus soluciones.
Amigo, J.J.		Universidad de Castilla-La Mancha			
Hernández Adrover, R.					
Ballesteros Yañez					
M.J. Moran,					El libro de Moran y Shapiro es uno de los textos clásicos sobre Termodinámica Técnica y es utilizado en muchas universidades españolas, europeas y americanas como libro de referencia. Cubre el Bloque I del temario (Termodinámica Técnica) en su totalidad. Además cubre otros aspectos más avanzados, como los principios de la combustión y la psicrometría, que se imparten en asignaturas posteriores. Cuenta con gran variedad de ejercicios resueltos a lo largo de los diferentes capítulos, así como de múltiples ejercicios propuestos.
H.N. Shapiro,	Fundamentals of Engineering Thermodynamics	Wiley			
D.D. Boettner,	(9th edition)				
M.B. Bailey,					
R. Siegel,	Thermal Radiation Heat Transfer	Taylor & Francis			
J. Howell					Un libro especializado en transferencia de calor por radiación, indicado para aquellos que quieran profundizar en este tema concreto. El libro viene acompañado de un CD donde aparecen un catálogo muy extenso sobre factores de forma en diferentes configuraciones. No obstante, este catálogo también está disponible gratuitamente a través de la página web www.me.utexas.edu/~howell

R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot	Transport Phenomena	John Wiley & Sons	2007	En este libro podemos encontrar los principios de la transferencia de calor (bloque II de la asignatura) explicados desde el punto de vista más general de los fenómenos de transporte, que estudia de manera unificada el transporte de calor, masa y cantidad de movimiento. Esta segunda edición actualiza la versión clásica de la primera edición publicada por los mismos autores en 1960.
S. Klein, G. Nellis	Thermodynamics	Cambridge University Press	978-0-521-19570-6	2012 Uno de los libros más recientes en cuanto a su publicación y con una metodología y planteamiento de los temas totalmente diferentes a los textos clásicos sobre termodinámica publicados hasta la fecha, siguiendo la línea de su anterior publicación "Heat Transfer". Todos los ejemplos del libro han sido resueltos con alguna herramienta informática, generalmente con el programa informático EES, en todos los casos se explica en detalle la programación. Además, éstos se encuentran disponibles a través de la página web www.cambridge.org/nellisandklein , donde podemos encontrar material extra en formato pdf ampliando algunas secciones del libro. Su nivel es bastante avanzado en algunos capítulos, ya que algunas de sus partes están pensadas para estudiantes de posgrado.
Y.A. Cengel	Termodinámica	McGraw-Hill		2006 Texto clásico sobre termodinámica técnica, que podrían utilizarse como sustitutos del libro de referencia escogido para el bloque I. En ambos también podemos encontrar numerosos ejemplos resueltos y ejercicios propuestos
A. Bejan	Advanced Engineering Thermodynamics (4th edition)	Wiley	2016	Un libro con un nivel elevado para esta asignatura, no obstante es indicado para aquellos que quieran profundizar en la aplicación de los principios de la termodinámica en diferentes sistemas de generación de energía y de transferencia de calor.
A. Bejan	Convection heat transfer	John Wiley & Sons	2004	Un libro escrito por A. Bejan, uno de los mejores y más reconocidos investigadores a nivel mundial sobre termodinámica y transferencia de calor. El libro de nivel avanzado está indicado para aquellos que quieran profundizar en los temas de transporte convectivo de calor y masa.
M. Lapuerta Amigo, J.J. Hernández Adrover, R. Ballesteros Yañez	Termodinámica	Universidad de Castilla-La Mancha	2005	Estos apuntes son utilizados para la docencia de Termodinámica en la E.T.S.I.I. de Ciudad Real, siendo el primer tomo de teoría y el segundo de problemas. La estructuración de los apuntes es algo diferente a como está planteado el bloque I de la asignatura, pero cubre la totalidad de los contenidos de este bloque. Además en el tomo de teoría se incluyen una gran cantidad de cuestiones tipo test (verdadero o falso) con sus soluciones.
J. Agüera Soriano	Problemas resueltos de termodinámica lógica y motores térmicos	Ciencia 3 SL	84-86204-1999 99-2	http://www.uco.es/termodinamica/Libros/TERMODINAMICA%20LOGICA%20Y%20MOTORES%20TERMICOS.%20PROBLEMAS%20RESUELTOS.pdf
J. Agüera Soriano	Termodinámica lógica y motores térmicos	Ciencia 3 SL	84-86204-1999 99-2	Libro clásico que cubre la parte del temario de TERMODINÁMICA TÉCNICA de la asignatura http://www.uco.es/termodinamica/Libros/TERMODINAMICA%20LOGICA%20Y%20MOTORES%20TERMICOS.%20PROBLEMAS%20RESUELTOS.pdf
G. Nellis, S. Klein	Heat Transfer	Cambridge University Press	2009	Uno de los libros más recientes en cuanto a su publicación y con una metodología y planteamiento de los temas totalmente diferentes a los textos clásicos sobre transferencia de calor publicados hasta la fecha. Todos los ejemplos del libro han sido resueltos con alguna herramienta informática, generalmente con los programas informáticos EES, Matlab o Maple, en todos los casos se explica en detalle la programación. Además, éstos se encuentran disponibles a través de la página web, donde podemos encontrar material extra en formato pdf ampliando algunas secciones del libro. En definitiva, un libro que ha sabido unir de manera elegante la teoría clásica sobre Transferencia de Calor con las nuevas tecnologías disponibles entre nuestros estudiantes. Su nivel es bastante avanzado en algunos capítulos, ya que algunas de sus partes están pensadas para estudiantes de posgrado.
G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott	Process Heat Transfer	CRC Press	1994	Un libro muy completo que abarca el diseño y cálculo de multitud de equipos de intercambio de calor, lo cual está fuera del alcance de nuestra asignatura. No obstante, el capítulo 2 es un resumen bastante completo y condensado del bloque II de la asignatura, que puede servir como apoyo.
J.H. Lienhard IV, J.H. Lienhard V	A heat transfer text book	Phlogiston Press	2011	Este libro está pensado para la docencia de un curso de transferencia de calor para ingenieros mecánicos. Escrito por profesores de la Universidad de Houston y del M.I.T., tiene la ventaja de que su descarga en formato electrónico es gratuita a través de la web. Cubre también sobradamente todo el temario del bloque II de la asignatura y además incluye un capítulo sobre transferencia de masa. En cuanto a la organización del libro tiene la peculiaridad de incluir la teoría sobre intercambiadores de calor al principio y no al final, como es habitual en el resto de libros sobre el tema.
J.P. Holman	Heat Transfer	McGraw Hill	2010	Texto clásico en la docencia sobre Transferencia de Calor, que puede utilizarse para el seguimiento del bloque II de la asignatura. Se pueden encontrar multitud de ejemplos resueltos y ejercicios.
K. Wark	Termodinámica	Mcgraw-Hill	2000	Texto clásico sobre termodinámica técnica, que podrían utilizarse como sustitutos del libro de referencia escogido para el bloque I. En ambos también podemos encontrar numerosos ejemplos resueltos y ejercicios propuestos
A. Bejan	Heat Transfer	John Wiley & Sons	1993	Libro escrito por A. Bejan, profesor de la Universidad estadounidense de Duke y uno de los investigadores más relevantes a nivel mundial sobre transferencia de calor. El libro está pensado para la docencia de un curso completo de transferencia de calor para estudiantes de Grado. Cubre todo el temario del bloque II de la asignatura e incluye multitud de problemas al final de cada tema.
T.L. Bergman,	Incropera's			El libro de Incropera y DeWitt es también una de las referencias más empleadas en la docencia de transferencia de calor en universidades españolas y extranjeras. Cubre holgadamente todo

A.S. Lavine, F.P. Incropera, D.P. Dewitt, F. Kreith, M.S. Bohn	Principles of Heat and Mass Transfer (8th edition) Principios de Transferencia de Calor	Wiley Thomson	2017 el temario del Bloque II (Transferencia de Calor), incluyendo aspectos más avanzados como la teoría básica de intercambiadores de calor y de transferencia de masa, que se estudian en otras asignaturas. Tiene una gran variedad de ejercicios resueltos en cada tema y muchos ejercicios propuestos. 2001 Texto clásico en la docencia sobre Transferencia de Calor, que puede utilizarse para el seguimiento del bloque II de la asignatura. Se pueden encontrar multitud de ejemplos resueltos y ejercicios.
--	---	----------------------	--