



Proyecto/Guía docente de la asignatura

Project/Course Syllabus

Se debe indicar de forma fiel cómo va a ser desarrollada la docencia. Esta guía debe ser elaborada teniendo en cuenta a todo el profesorado de la asignatura. Conocidos los espacios y profesorado disponible. Los detalles de la asignatura serán informados por el Campus Virtual.

Se recuerda la importancia que tienen los comités de título en su labor de verificar la coherencia de las guías docentes de acuerdo con lo recogido en la memoria de verificación del título y/o en sus planes de mejora. Por ello, **tanto la guía, como cualquier modificación** que sufra en aspectos "regulados" (competencias, metodologías, criterios de evaluación y planificación, etc..) deberá estar **informada favorablemente por el comité de título ANTES** de ser colgada en la aplicación web de la UVa. Se ha añadido una fila en la primera tabla para indicar la fecha en la que el comité revisó la guía.

The syllabus must accurately reflect how the course will be delivered. It should be prepared in coordination with all teaching staff involved in the course and once the available teaching spaces and instructors are confirmed. Specific details regarding the course will be communicated through the Virtual Campus.

It is important to recall the key role of the Degree Committees in verifying the coherence of course syllabi with the official degree verification report and/or any improvement plans. Therefore, the syllabus — as well as any changes affecting "regulated" aspects (such as learning outcomes, teaching methods, assessment criteria, and course schedule) — must receive prior approval from the Degree Committee BEFORE being published on the UVa web application. A new row has been added to the first table to indicate the date on which the Committee reviewed the syllabus.

Asignatura <i>Course</i>	Termodinámica Técnica y Transmisión de Calor <i>Technical Thermodynamics and Heat Transfer</i>		
Materia <i>Subject area</i>	Ingeniería térmica y fluidomecánica <i>Thermal Engineering and Fluidmechanics</i>		
Módulo <i>Module</i>	Tecnología específica mecánica <i>Specific mechanical technology</i>		
Titulación <i>Degree Programme</i>	GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES <i>BACHELOR'S DEGREE IN INDUSTRIAL TECHNOLOGIES ENGINEERING</i>		
Plan <i>Curriculum</i>	493	Código <i>Code</i>	46450
Periodo de impartición <i>Teaching Period</i>	4	Tipo/Carácter <i>Type</i>	OBLIGATORIA COMPULSORY
Nivel/Ciclo <i>Level/Cycle</i>	GRADO BACHELOR	Curso <i>Course</i>	2º 2 nd course
Créditos ECTS <i>ECTS credits</i>	6		
Lengua en que se imparte <i>Language of instruction</i>	ESPAÑOL / SPANISH		
Profesor/es responsable/s <i>Responsible Teacher/s</i>	Manuel Andrés Chicote		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...) <i>Contact details (e-mail, telephone...)</i>	manuel.andres.chicote@uva.es tel. 983 18 6895		
Departamento <i>Department</i>	INGENIERÍA ENERGÉTICA Y FLUIDOMECAÁNICA <i>ENERGY ENGINEERING AND FLUIDMECHANICS</i>		
Fecha de revisión por el Comité de Título <i>Review date by the Degree Committee</i>	24 de junio de 2025 June, 24 th , 2025		

En caso de guías bilingües con discrepancias, la validez será para la versión en español.
In the case of bilingual guides with discrepancies, the Spanish version will prevail.



1. Situación / Sentido de la Asignatura

Course Context and Relevance

1.1 Contextualización

Course Context

La asignatura se imparte en 2º de la titulación de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (4º cuatrimestre), una vez que el alumno ha cursado las asignaturas de Física I, Física II y Química en la Ingeniería, en 1º curso, más generalistas.

Esta asignatura en el contexto de la titulación es la primera introducción del alumno en la Ingeniería Energética. Se compone de dos Ciencias de la Ingeniería, la Termodinámica Técnica y la Transmisión de Calor, que constituyen la base de todas las aplicaciones energéticas en cualquiera de los campos de la ingeniería.

The course is taught in the 2nd year of the Bachelor's Degree in Industrial Technologies Engineering (4th semester), after students have completed the more general first-year courses: Physics I, Physics II, and Chemistry for Engineering.

Within the context of the degree program, this course serves as the student's first introduction to Energy Engineering. It comprises two Engineering Sciences—Technical Thermodynamics and Heat Transfer—which form the foundation of all energy-related applications across the various fields of engineering.

1.2 Relación con otras materias

Connection with other subjects

Posee relación con Física 1, Física 2 y Química en la Ingeniería. Se puede considerar continuación en el desarrollo de los contenidos de estas asignaturas y profundización en los mismos, analizando los procesos involucrados de forma más tecnológica.

It is related to Physics I, Physics II, and Chemistry for Engineering. It can be considered a continuation and further development of the content covered in these courses, with a more technological approach to the analysis of the involved processes.

1.3 Prerrequisitos

Prerequisites

No existen prerrequisitos para el acceso a la asignatura, pero es muy recomendable haber cursado previamente las asignaturas de Física 1, Física 2 y Química en la Ingeniería.

There are no prerequisites for enrolling on the course, but it is highly recommended to have previously completed Physics I, Physics II, and Chemistry for Engineering.

2. Competencias (RD 1393/2007)**Competences (RD 1393/2007)****2.1 (RD1393/2007) Competencias Generales****General Competences**

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
CG3. Capacidad de expresión oral.
CG4. Capacidad de expresión escrita.
CG5. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
CG6. Capacidad de resolución de problemas.
CG7. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
CG8. Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
CG9. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
CG11. Capacidad para la creatividad y la innovación.
CG12. Capacidad para la motivación por el logro y la mejora continua.
CG13. Capacidad para actuar éticamente y con compromiso social.
CG14. Capacidad para evaluar.
CG15. Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y la elaboración de informes técnicos.

- CG1. Ability for analysis and synthesis.*
CG2. Ability to organize and plan time effectively.
CG3. Oral communication skills.
CG4. Written communication skills.
CG5. Ability to learn and work independently.
CG6. Problem-solving skills.
CG7. Ability for critical reasoning/logical analysis.
CG8. Ability to apply knowledge in practice.
CG9. Ability to work effectively in a team.
CG11. Capacity for creativity and innovation.
CG12. Motivation for achievement and continuous improvement.
CG13. Ability to act ethically and with social responsibility.
CG14. Ability to evaluate.
CG15. Ability to handle technical specifications and prepare technical reports.

2.2 (RD1393/2007) Competencias Específicas**Specific Competences**

- CE7. Conocimientos en Termodinámica Aplicada y de Transmisión de Calor y su aplicación a resolución de problemas de la ingeniería.

- CE7. Knowledge of Applied Thermodynamics and Heat Transfer and their application to the resolution of engineering problems.*

3. Objetivos

Course Objectives

- Capacidad de aplicar los principios de la termodinámica a problemas propios de la ingeniería.
 - Conocimiento básico de los mecanismos de transmisión de calor.
 - Capacidad de analizar desde el punto de vista material y energético los procesos de combustión.
 - Comprensión de los principios de funcionamiento de motores térmicos y máquinas frigoríficas.
 - Capacidad para analizar y diseñar procesos psicrométricos.
 - Capacidad de aplicar los principios de transmisión de calor por conducción, convección y radiación a sistemas y casos reales de aplicación en la industria.
-
- *Ability to apply the principles of thermodynamics to engineering-related problems.*
 - *Basic knowledge of heat transfer mechanisms.*
 - *Ability to analyze combustion processes from both material and energy perspectives.*
 - *Understanding of the operating principles of thermal engines and refrigeration machines.*
 - *Ability to analyze and design psychrometric processes.*
 - *Ability to apply the principles of heat transfer by conduction, convection, and radiation to real-world systems and industrial applications.*

**4. Contenidos y/o bloques temáticos****Course Contents and/or Modules****Bloque 1: FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA****Module 1: FUNDAMENTALS OF THERMODYNAMICS**

Carga de trabajo en créditos ECTS:
Workload in ECTS credits:

2

a. Contextualización y justificación**a. Context and rationale**

Este bloque es la puerta de entrada a la Ingeniería Energética introduciendo las leyes universales de conservación y transformación de la energía e introduciendo su aplicación a los procesos energéticos industriales básicos (procesos de flujo estacionario), insistiendo en la metodología para la evaluación de la degradación de la energía en los procesos y estableciendo las pautas generales para la mejora del rendimiento y eficiencia energéticas junto con su repercusión en los temas de sostenibilidad y medio ambiente como valor añadido.

This module is the starting point for Energy Engineering. It introduces the universal laws of energy conservation and transformation and explains how they apply to basic industrial energy processes (such as steady-flow processes). The focus is on learning how to evaluate energy losses in these processes and on understanding general strategies to improve energy efficiency and performance, highlighting their relevance to sustainability and environmental impact.

b. Objetivos de aprendizaje**b. Learning objectives**

Comprender y dominar:

1. El Principio Cero de la Termodinámica a través de la magnitud temperatura y su aplicación a las propiedades térmicas de la materia (ecuación térmica de estado y coeficientes térmicos).
2. El Primer Principio de la Termodinámica o de conservación de la energía, relacionando las dos interacciones energéticas (mecánica y térmica) con la energía almacenada en la materia (energía interna y entalpía) a través de sus respectivas ecuaciones de balance energético para sistemas cerrados y abiertos.
3. El Segundo Principio de la Termodinámica o de transformación de la energía, introduciendo la función entropía como herramienta para evaluar la irreversibilidad de los procesos a través de la generación entrópica que evalúa la degradación energética mediante la ecuación del balance entrópico. Finalmente se introduce el novedoso concepto de exergía y su balance como alternativa más ingenieril a la metodología entrópica, siendo la clave para la gestión energética de procesos e instalaciones.
4. La aplicación de los tres Principios anteriores a los procesos energéticos industriales básicos: en procesos de descarga o derrame mediante dispositivos de tipo conducto (toberas, difusores, intercambiadores de calor, válvulas) y en procesos de trabajo mediante dispositivos de tipo máquina de fluido (turbinas y compresores).

To understand and master:

- 1.- *The Zeroth Law of Thermodynamics, through the concept of temperature and its application to the thermal properties of matter (thermal equation of state and thermal coefficients).*

2.- The First Law of Thermodynamics, or the law of energy conservation, by relating the two forms of energy interaction (mechanical and thermal) to the energy stored in matter (internal energy and enthalpy), using the corresponding energy balance equations for both closed and open systems.

3.- The Second Law of Thermodynamics, or the law of energy transformation, by introducing entropy as a tool to evaluate the irreversibility of processes through entropy generation, which measures energy degradation using the entropy balance equation. Finally, the concept of exergy is introduced as a more engineering-oriented alternative to the entropy method, and as a key tool for energy management in processes and facilities.

4.- The application of these three laws to basic industrial energy processes: in flow-type devices (nozzles, diffusers, heat exchangers, valves) for discharge or expansion processes, as well as in fluid machines (turbines and compressors) involving work fluxes.

c. Contenidos

c. Contents

FUNDAMENTOS DE TERMODINÁMICA / FUNDAMENTALS OF THERMODYNAMICS	
1.1	EL PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA. Termodinámica, transmisión del calor e Ingeniería. Los conceptos de sistema termodinámico, estado y proceso. El equilibrio térmico y el Principio Cero. El concepto de temperatura y su medida. Propiedades térmicas de una sustancia pura. <i>ZEROth LAW OF THERMODYNAMICS. Thermodynamics, heat transfer, and engineering. Basic concepts: thermodynamic system, state, and process. Thermal equilibrium and the Zeroth Law. The concept of temperature and how it is measured. Thermal properties of a pure substance.</i>
1.2	EL PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. Los conceptos de trabajo termodinámico, energía interna y calor. Formulación del Primer Principio para sistemas cerrados. Balances de masa y energía en el volumen de control de un sistema abierto. Caso de flujo estacionario. Propiedades calóricas de un fluido. <i>FIRST LAW OF THERMODYNAMICS. Concepts of thermodynamic work, internal energy, and heat. Formulation of the First Law for closed systems. Mass and energy balances in the control volume of an open system. Steady-flow processes. Caloric properties of a fluid.</i>
1.3	EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. Enunciados del Segundo Principio. Reversibilidad e irreversibilidad. Tipos de irreversibilidad. La función entropía. Formulación matemática del Segundo Principio. Balance de entropía en un volumen de control. El concepto de exergía y sus balances. <i>SECOND LAW OF THERMODYNAMICS. Statements of the Second Law. Reversibility and irreversibility. Types of irreversibility. The entropy function. Mathematical formulation of the Second Law. Entropy balance in a control volume. The concept of exergy and its corresponding balances.</i>
1.4	PROCESOS DE FLUJO ESTACIONARIO. Balance energético de un flujo estacionario. La ecuación de Euler-Bernoulli. Procesos de descarga en conductos. Procesos de trabajo en máquinas de fluido. Rendimientos isentrópicos. <i>STEADY-FLOW PROCESSES. Energy balance in steady-flow processes. The Euler-Bernoulli equation. Discharge processes in ducts. Work processes in fluid machines. Isentropic efficiencies.</i>

d. Métodos docentes**d. Teaching and Learning methods**

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.

Lectures, problem-solving classes, and laboratory sessions. Teaching materials are continuously provided through the virtual campus, including theoretical content, problem sets, and laboratory guides. Seminars may be held with guest speakers, such as professionals or university professors, covering advanced topics related to the course. Student support is offered through scheduled office hours, in-class questions, or informal discussions outside class time.

e. Plan de trabajo**e. Work plan**

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

Learning is based on the continuous assimilation of the teaching activities mentioned above, carried out interactively through a Socratic dialogue approach (teacher-student, student-teacher). Students are constantly encouraged to participate, and the course content is regularly connected to real-world industrial practice and current developments in research and innovation.

f. Evaluación**f. Assessment**

- Evaluación mediante examen.
- Evaluación de las prácticas.
- Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación.
- *Assessment through a final exam*
- *Assessment of laboratory work*
- *Continuous assessment through assigned exercises or evaluation tests*

g Material docente**g Teaching material**

La bibliografía recomendada para este curso está actualizada en la siguiente Lista de Lectura de la plataforma Leganto:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

The recommended bibliography for this course is available and up to date in the following Reading List on the Leganto platform:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

g.1 Bibliografía básica

Required Reading

- Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons.
- M. J. Moran y H. N. Shapiro (2004). "Fundamentos de Termodinámica Técnica", 2ª Edición, Reverté.

g.2 Bibliografía complementaria

Supplementary Reading

- M. W. Zemansky, M. M. Abbott and H. C. Van Ness (1989): "Basic Engineering Thermodynamics". McGraw-Hill.
- J. M. Smith, H. C. Van Nessy M. M. Abbott (1997). "Introducción a la Termodinámica de la Ingeniería Química", McGraw-Hill.
- J. Wark (1991). "Termodinámica", Mª Graw-Hill.
- Y. A. Cengel y M. A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, McGraw-Hill.
- M. M. Abbott y H. C. Van Ness (1991). "Termodinámica", Schaum, McGraw-Hill.
- M. C. Potter y C.W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, McGraw-Hill, Madrid.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Additional Online Resources (microlearning units, blogs, videos, digital journals, massive online courses (MOOC), etc.)

El profesor informará durante las horas presenciales de clase sobre posibles materiales adicionales que puntualmente puedan servir de apoyo a la comprensión de alguna parte específica de la materia impartida.

The professor will inform students during class hours about any additional materials that may occasionally be provided to support the understanding of specific parts of the course content.

h. Recursos necesarios

Required Resources

Los recursos necesarios para el seguimiento de la asignatura serán aquellos facilitados por el profesorado desarrollados expresamente para la asignatura. Estos serán puestos a disposición de los alumnos en el Campus Virtual.

Además se proporcionará refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: ecuación de estado térmica de una sustancia pura, transmisión de calor, máquina frigorífica y psicrometría.

Durante el desarrollo de las clases se utilizarán adicionalmente los siguientes recursos:

- Pizarra.
- Cañón de video en el aula.
- Tablas y gráficas para resolución de problemas.

Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el Campus Virtual a clase.

The resources required to follow the course will be those provided by the teaching staff, specifically developed for the subject. These materials will be made available to students on the Virtual Campus.



In addition, the theoretical content will be reinforced through laboratory sessions, covering topics such as: the thermal equation of state of a pure substance.

During class sessions, the following additional resources will be used:

- Chalkboard/whiteboard
- Classroom video projector
- Tables and graphs for problem-solving

Students are encouraged to bring the lecture notes provided via the Virtual Campus to class.

i. Temporalización

Course Schedule

CARGA ECTS ECTS LOAD	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO PLANNED TEACHING PERIOD
2	Semana 1 a Semana 5 Week 1 to Week 5

Bloque 2: APLICACIONES

Module 2: APPLICATIONS

Carga de trabajo en créditos ECTS:
Workload in ECTS credits:

2

a. Contextualización y justificación

a. Context and rationale

En este bloque converge lo estudiado en la parte de fundamentos, y estas aplicaciones son nombradas a nivel internacional comúnmente como "Termodinámica Técnica". Estos temas de justifican por que abren la vía a las dos aplicaciones de la Ingeniería Energética, la producción de potencia útil y la producción de calor y de frío.

This module brings together the fundamentals studied earlier, and focuses on their applications, which are internationally known as "Technical Thermodynamics." These topics are important because they lead to the two main applications of Energy Engineering: the production of useful power and the generation of heat and cooling.

b. Objetivos de aprendizaje

b. Learning objectives

Comprender y dominar:

1. El proceso de combustión como generador principal de energía térmica primaria.
2. Los motores térmicos, tanto de combustión externa como interna, como instalaciones transformadoras de energía térmica primaria en potencia útil.
3. Las máquinas frigoríficas y las bombas de calor, como instalaciones productoras de frío y de calor, respectivamente, a partir de potencia útil o de energía térmica primaria.
4. Estudio del aire húmedo y de los procesos psicrométricos a él ligados y de gran importancia en el diseño y cálculo de sistemas de climatización, de secado y de alimentación como comburente en los procesos de combustión.

To understand and master:

- 1.- The combustion process as the main source of primary thermal energy.

2.- Thermal engines, both external and internal combustion types, as systems that convert primary thermal energy into useful power.

3.- Refrigeration machines and heat pumps, as systems that produce cooling and heating, respectively, from useful power or primary thermal energy.

4.- The study of humid air and related psychrometric processes, which are very important in the design and calculation of HVAC systems, drying processes, and as an oxidizer in combustion processes.

c. Contenidos

c. Contents

APLICACIONES / APPLICATIONS	
2.1	COMBUSTIÓN. El proceso de combustión. Combustibles y sus tipos. Balances de materia y energía en una reacción de combustión: aire y humos. Diagramas de combustión. Rendimiento de la combustión. Poder calorífico y exergía de un combustible. Balances de exergía en sistemas de combustión. La pila de combustible. <i>COMBUSTION.</i> The combustion process. Fuels and their types. Mass and energy balances in a combustion reaction: air and flue gases. Combustion diagrams. Combustion efficiency. Heating value and exergy of a fuel. Exergy balances in combustion systems. Fuel cells.
2.2	MOTORES TÉRMICOS. Concepto de máquina térmica y de motor térmico. Clasificación de los motores térmicos. Elementos constructivos y análisis de los ciclos termodinámicos de referencia en el Motor Turbina de Vapor (MTV), en el Motor Turbina de Gas (MTG) y en los Motores de Combustión Interna Alternativos (MCIA). Mejoras de sus rendimientos. El ciclo combinado y la cogeneración. <i>THERMAL ENGINES.</i> Concept of a thermal machine and thermal engine. Classification of thermal engines. Construction elements and analysis of the reference thermodynamic cycles in the Steam Turbine Engine (STE), Gas Turbine Engine (GTE), and Internal Combustion Engines (ICE). Efficiency improvements. Combined cycle and cogeneration.
2.3	MÁQUINAS FRIGORÍFICAS y BOMBA DE CALOR. Planteamiento de base de las técnicas de producción de frío y de calor. Coeficientes de eficiencia energética (CEE). Producción de frío por compresión mecánica. Fluidos refrigerantes. Otros procesos de producción de frío: absorción, adsorción, eyección y termoelectrónico. <i>REFRIGERATION SYSTEMS AND HEAT PUMPS.</i> Basic principles of cold and heat production techniques. Energy efficiency coefficients (EER). Cooling production by mechanical compression. Refrigerants. Other cooling methods: absorption, adsorption, ejector, and thermoelectric.
2.4	AIRE HÚMEDO y PROCESOS PSICROMÉTRICOS. Características del aire húmedo. Diagramas psicrométricos. Análisis de los procesos psicrométricos básicos del aire húmedo <i>MOIST AIR AND PSYCHROMETRIC PROCESSES.</i> Characteristics of humid air. Psychrometric charts. Analysis of basic psychrometric processes of moist air.

d. Métodos docentes***d. Teaching and Learning methods***

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.

Lectures, problem-solving classes, and laboratory sessions. Teaching materials are continuously provided through the virtual campus, including theoretical content, problem sets, and laboratory guides. Seminars may be held with guest speakers, such as professionals or university professors, covering advanced topics related to the course. Student support is offered through scheduled office hours, in-class questions, or informal discussions outside class time.

e. Plan de trabajo***e. Work plan***

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

Learning is based on the continuous assimilation of the teaching activities mentioned above, carried out interactively through a Socratic dialogue approach (teacher-student, student-teacher). Students are constantly encouraged to participate, and the course content is regularly connected to real-world industrial practice and current developments in research and innovation.

f. Evaluación***f. Assessment***

- Evaluación mediante examen.
- Evaluación de las prácticas.
- Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación.
- *Assessment through a final exam*
- *Assessment of laboratory work*
- *Continuous assessment through assigned exercises or evaluation tests*

g Material docente***g Teaching material***

La bibliografía recomendada para este curso está actualizada en la siguiente Lista de Lectura de la plataforma Leganto:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

The recommended bibliography for this course is available and up to date in the following Reading List on the Leganto platform:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

g.1 Bibliografía básica**Required Reading**

- Moran, Shapiro, Munson, Dewitt (2003). "Introduction to Thermal Systems Engineering". John Wiley & Sons.
- M. J. Moran y H. N. Shapiro (2004). "Fundamentos de Termodinámica Técnica", 2ª Edición, Reverté.

g.2 Bibliografía complementaria**Supplementary Reading**

- M. W. Zemansky, M. M. Abbott and H. C. Van Ness (1989): "Basic Engineering Thermodynamics". McGraw-Hill.
- J. M. Smith, H. C. Van Nessy M. M. Abbott (1997). "Introducción a la Termodinámica de la Ingeniería Química", McGraw-Hill.
- J. Wark (1991). "Termodinámica", Mª Graw-Hill.
- Y. A. Cengel y M. A. Boles (1996). "Termodinámica", Tomos 1 y 2, McGraw-Hill.
- M. M. Abbott y H. C. Van Ness (1991). "Termodinámica", Schaum, McGraw-Hill.
- M. C. Potter y C.W. Somerton (2004). "Termodinámica para Ingenieros", Schaum, McGraw-Hill, Madrid.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**Additional Online Resources (microlearning units, blogs, videos, digital journals, massive online courses (MOOC), etc.)**

El profesor informará durante las horas presenciales de clase sobre posibles materiales adicionales que puntualmente puedan servir de apoyo a la comprensión de alguna parte específica de la materia impartida.

The professor will inform students during class hours about any additional materials that may occasionally be provided to support the understanding of specific parts of the course content.

h. Recursos necesarios**Required Resources**

Se proporcionará refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: máquina frigorífica y psicrometría.

Durante el desarrollo de las clases se utilizarán adicionalmente los siguientes recursos:

- Pizarra.
- Cañón de video en el aula.
- Tablas y gráficas para resolución de problemas.

Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el Campus Virtual a clase.

The theoretical content will be reinforced through laboratory sessions, covering topics such as: refrigeration cycles and psychrometry.

During class sessions, the following additional resources will be used:

- Chalkboard/whiteboard
- Classroom video projector
- Tables and graphs for problem-solving

Students are encouraged to bring the lecture notes provided via the Virtual Campus to class.

i. Temporalización

Course Schedule

CARGA ECTS ECTS LOAD	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO PLANNED TEACHING PERIOD
2	Semana 5 a Semana 10 Week 5 to Week 10

Bloque 3: FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Module 3: FUNDAMENTALS OF HEAT TRANSFER

Carga de trabajo en créditos ECTS:
Workload in ECTS credits:

2

a. Contextualización y justificación

a. Context and rationale

Este bloque temático introduce los fundamentos de otra nueva ciencia de la Ingeniería Energética, la Transmisión de Calor. Se centra en las tres formas con que la energía en forma de calor se transfiere entre dos sistemas y será una herramienta imprescindible para el cálculo, construcción y diseño de dispositivos que reciban o cedan calor.

This module introduces the fundamentals of another key area in Energy Engineering: Heat Transfer. It focuses on the three main ways in which energy in the form of heat is transferred between two systems. Understanding these mechanisms is essential for the calculation, construction, and design of devices that either absorb or release heat.

b. Objetivos de aprendizaje

b. Learning objectives

Comprender y dominar:

1. La transmisión de calor por conducción.
2. La transmisión de calor por convección.
3. La transmisión de calor por radiación.

To understand and master the three mechanisms of heat transfer:

- 1.- Heat transfer by conduction (Heat conduction)
- 2.- Heat transfer by convection (Heat convection)
- 3.- Heat transfer by radiation (Thermal radiation)

c. Contenidos

c. Contents

FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR / FUNDAMENTALS OF HEAT TRANSFER	
3.1	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN. Ecuación general de la conducción. Conducción en régimen estacionario, unidimensional y sin generación. Resistencia térmica. <i>HEAT CONDUCTION.</i> General Equation for heat conduction. 1-D steady-state heat conduction without heat generation. Thermal resistance.

3.2	TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN. Fundamentos de la convección de calor: concepto de capa límite térmica. Convección forzada. Convección natural. Cálculo del Coeficiente de convección. <i>HEAT CONVECTION. Fundamentals of heat convection: concept of thermal boundary layer. Forced convection. Natural (free) convection. Calculation of heat convection coefficients.</i>
3.3	TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN. Fundamentos de la radiación. Intercambio de calor entre superficies en medios no participativos. Conceptos de radiación solar. Transmisión de calor combinada. <i>THERMAL RADIATION. Fundamentals of thermal radiation. Radiative heat exchange between surfaces in non-participating media. Basic concepts of solar radiation. Combined modes of heat transfer.</i>

d. Métodos docentes***d. Teaching and Learning methods***

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura. Atención a la resolución de dudas mediante las tutorías reglamentadas, preguntas en clase o informales fuera de clase.

Lectures, problem-solving classes, and laboratory sessions. Teaching materials are continuously provided through the virtual campus, including theoretical content, problem sets, and laboratory guides. Seminars may be held with guest speakers, such as professionals or university professors, covering advanced topics related to the course. Student support is offered through scheduled office hours, in-class questions, or informal discussions outside class time.

e. Plan de trabajo***e. Work plan***

Se basa en la asimilación de forma continua de las actividades metodológicas indicadas más arriba, de forma interactiva a través del esquema dialógico socrático (profesor-alumno, alumno-profesor), estimulando continuamente a los alumnos y proyectando la temática del día a día con la realidad industrial y con las actividades de desarrollo e innovación en el momento actual.

Learning is based on the continuous assimilation of the teaching activities mentioned above, carried out interactively through a Socratic dialogue approach (teacher-student, student-teacher). Students are constantly encouraged to participate, and the course content is regularly connected to real-world industrial practice and current developments in research and innovation.

f. Evaluación***f. Assessment***

- Evaluación mediante examen.
- Evaluación de las prácticas.
- Evaluación continua con ejercicios propuestos o prueba de evaluación.



- Assessment through a final exam
- Assessment of laboratory work
- Continuous assessment through assigned exercises or evaluation tests

g Material docente

g Teaching material

La bibliografía recomendada para este curso está actualizada en la siguiente Lista de Lectura de la plataforma Leganto:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

The recommended bibliography for this course is available and up to date in the following Reading List on the Leganto platform:

https://buc-uva.alma.exlibrisgroup.com/leganto/public/34BUC_UVA/lists?courseCode=46450&auth=SAML

g.1 Bibliografía básica

Required Reading

- Cengel, Y. A., & Ghajar, A. J. "Heat and Mass Transfer: Fundamentals and applications". 5ª Ed. McGraw-Hill Education. 2015. New York
- Incropera F.P. & DeWitt D. P. "Fundamentos de Transferencia de Calor"
- Fco. Javier Rey Martínez, Julio Fco. San José Alonso. "Ecuaciones, gráficas y tablas de calor y frío industrial". Universidad de Valladolid, 1992. Valladolid

g.2 Bibliografía complementaria

Supplementary Reading

- Chapman A J 1990. "Transmisión de Calor". Tercera edición. Editorial Bellisco.
- P Holman. 1998. "Transferencia de calor". Mac Graw-Hill
- F. Kreith, W Z Negro, 1980. "La Transmisión de Calor. Principios fundamentales". Editorial Alhambra.
- S A M N Özisik de 1985 "Transferencia de Calor" Me Graw-Hill.
- Juan A. de Andrés y Rodríguez-Pomatta, Santiago Aroca Lastra. Calor y frío industrial I. Volúmenes 1 y 2. Universidad Nacional de Educación a Distancia, 1990. Madrid.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Additional Online Resources (microlearning units, blogs, videos, digital journals, massive online courses (MOOC), etc.)

El profesor informará durante las horas presenciales de clase sobre posibles materiales adicionales que puntualmente puedan servir de apoyo a la comprensión de alguna parte específica de la materia impartida.

The professor will inform students during class hours about any additional materials that may occasionally be provided to support the understanding of specific parts of the course content.

h. Recursos necesarios

Required Resources

Los recursos necesarios para el seguimiento de la asignatura serán aquellos facilitados por el profesorado desarrollados expresamente para la asignatura. Estos serán puestos a disposición de los alumnos en el Campus Virtual.

Además se proporcionará refuerzo de los contenidos teóricos con las prácticas de laboratorio: determinación de la conductividad térmica de distintos materiales a partir del análisis de transferencia de calor por convección y conducción en una 'caja térmica'. Durante el desarrollo de las clases se utilizarán adicionalmente los siguientes recursos:

- Pizarra.
- Cañón de video en el aula.
- Tablas y gráficas para resolución de problemas.

Se recomienda que los alumnos lleven los apuntes proporcionados mediante el Campus Virtual a clase.

The resources required to follow the course will be those provided by the teaching staff, specifically developed for the subject. These materials will be made available to students on the Virtual Campus.

In addition, the theoretical content will be reinforced through laboratory sessions, covering topics such as: determining the thermal conductivity of different materials by analyzing heat transfer through convection and conduction in a "thermal box." During class sessions, the following additional resources will be used:

- Chalkboard/whiteboard
- Classroom video projector
- Tables and graphs for problem-solving

Students are encouraged to bring the lecture notes provided via the Virtual Campus to class.

i. Temporalización

Course Schedule

CARGA ECTS ECTS LOAD	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO PLANNED TEACHING PERIOD
2	Semana 11 a Semana 15 Week 11 to Week 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Instructional Methods and guiding methodological principles

Clases teóricas, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Entrega de material didáctico a través del campus virtual de forma continua con los contenidos teóricos, de problemas y de laboratorio. Seminarios con invitación de profesionales o profesores universitarios sobre temas punteros en la asignatura.

Theoretical lectures, problem-solving classes, and laboratory sessions. Teaching materials (theory, exercises, and lab content) will be continuously provided through the virtual campus. Seminars may be held with invited professionals or university professors on advanced or current topics related to the course.

6. Tabla de dedicación del estudiantado a la asignatura

Student Workload Table

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES o A DISTANCIA ⁽¹⁾ FACE-TO-FACE/ ON-SITE or ONLINE ACTIVITIES ⁽¹⁾	HORAS HOURS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES INDEPENDENT / OFF-CAMPUS WORK	HORAS HOURS
Clases de teoría <i>Lectures</i>	35	Trabajo personal autónomo <i>Individual independent work</i>	60
Clases de aula para problemas <i>Problem-solving sessions</i>	15	Trabajo en grupo <i>Group work</i>	30
Prácticas de laboratorio <i>Laboratory sessions</i>	5		
Seminarios <i>Seminars</i>	5		
Total presencial <i>Total face-to-face</i>	60	Total no presencial. <i>Total non-face-to-face</i>	90
TOTAL presencial + no presencial <i>Total</i>			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sentado en un aula del campus sigue una clase por videoconferencia de forma síncrona, impartida por el profesor. *Distance face-to-face activity refers to a situation in which a group of students, seated in a classroom on campus, attends a class via live videoconference delivered by the instructor in real time.*

7. Sistema y características de la evaluación

Assessment system and criteria

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO ASSESSMENT METHOD/PROCEDURE	PESO EN LA NOTA FINAL WEIGHT IN FINAL GRADE	OBSERVACIONES REMARKS
Memoria final y desarrollo de las prácticas de laboratorio <i>Final report and completion of laboratory sessions</i>	10%	
Evaluación continua mediante pruebas cortas escritas y/o ejercicios propuestos individualizados <i>Continuous assessment through short written tests and/or individual assignments</i>	10%	
Examen Final <i>Final Exam</i>	80%	La nota mínima para aprobar la asignatura será de 4 puntos sobre 10 en el examen final (3.2 sobre 8 de la nota final) <i>The minimum grade required to pass the course is 4 out of 10 on the final exam (equivalent to 3.2 out of 8 points on the final course grade).</i>

(*) La PARTICIPACIÓN en clase y posibles actividades propuestas fuera del horario oficial, de carácter voluntario, computan hasta un 10% de nota adicional. Para la adición de esta nota es requisito indispensable aprobar la asignatura sobre los criterios anteriores.

Class PARTICIPATION and any optional activities proposed outside official class hours can contribute up to 10% of an additional grade. To receive this extra credit, it is essential to have passed the course based on the main evaluation criteria.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN ASSESSMENT CRITERIA

- **Convocatoria ordinaria.**
 - La nota final se calculará según los pesos aplicados a cada una de las partes de acuerdo con la tabla anterior. El Examen Final consistirá en una combinación de cuestiones de test (opcionalmente), cuestiones de teoría y problemas con un peso 50%-50% entre teoría y problemas.
 - El Examen Final se evalúa sobre 10 puntos y se pondera sobre 8 (80% de la nota final).
 - No hay nota mínima en cada parte (teoría y problemas). La nota mínima en el global del Examen Final es de 4 puntos sobre 10 para poder optar a compensar la nota final con las prácticas y la evaluación continua.
- **Convocatoria extraordinaria(*)**
 - Se mantienen los criterios de la convocatoria ordinaria, incluyendo las notas obtenidas en las prácticas, si bien podrá accederse a la máxima calificación sin resultar obligatoria la asistencia a clase o la participación en pruebas de evaluación continua anteriores.

• First Exam Session (Ordinary)

- The final grade will be calculated according to the weights assigned to each part as shown in the table above. The Final Exam will consist of a combination of multiple-choice questions (optional), theoretical short questions, and problems, with a 50%-50% weighting between theory and problems.
- The Final Exam is graded out of 10 points and weighted as 8 points (80% of the final grade).
- There is no minimum grade required in each part (theory and problems). A minimum overall grade of 4 out of 10 on the Final Exam is required to be eligible to compensate the final grade with laboratory work and continuous assessment.

• Second Exam Session (Extraordinary / Resit) (*)

- The criteria from the First Exam Session are maintained, including the grades obtained in laboratory work. However, it is possible to achieve the maximum grade without mandatory attendance to classes or participation in previous continuous assessment activities.

(*) Se entiende por convocatoria extraordinaria la segunda convocatoria.

RECORDATORIO El estudiante debe poder puntuar sobre 10 en la convocatoria extraordinaria salvo en los casos especiales indicados en el Art 35.4 del ROA 35.4. "La participación en la convocatoria extraordinaria no quedará sujeta a la asistencia a clase ni a la presencia en pruebas anteriores, salvo en los casos de prácticas externas, laboratorios u otras actividades cuya evaluación no fuera posible sin la previa realización de las mencionadas pruebas."

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

(*)The term "second exam session (extraordinary/resit" refers to the second official examination opportunity.

REMINDER Students must be assessed on a scale of 0 to 10 in the extraordinary session, except in the special cases indicated in Article 35.4 of the ROA: "Participation in the extraordinary exam session shall not be subject to class attendance or participation in previous assessments, except in cases involving external internships, laboratory work, or other activities for which evaluation would not be possible without prior completion of the aforementioned components."

<https://secretariageneral.uva.es/wp-content/uploads/VII.2.-Reglamento-de-Ordenacion-Academica.pdf>

8. Consideraciones finales

Final remarks

Es importante la asistencia regular a clase de los alumnos. De todas las actividades que pueda tener la asignatura es la actividad esencial y nuclear de la misma, como en cualquier universidad presencial de prestigio a nivel



internacional. Se explican conceptos nuevos y abstractos, se matiza, se enfatiza en lo importante, se tratan con especial cuidado las partes más escabrosas y delicadas, se alerta sobre los errores de comprensión más frecuentes y se comenta sobre las aplicaciones en ingeniería de forma espontánea y continua.

Desde el punto de vista práctico, le ahorra al alumno muchas horas de estudio en su actividad no presencial y si se correlaciona estadísticamente con las calificaciones es un importante factor no solo para la superación de la asignatura sino también para obtención de diferentes niveles de excelencia en la misma.

Finalmente, la clase proporciona el foro adecuado de convivencia para conocer, compartir y participar con los otros compañeros en la tarea formativa de forma activa y creativa a lo largo de la carrera.

Regular class attendance is very important for students. Among all course activities, attending class is the most essential and central one, just as it is in any prestigious on-campus university around the world. In class, new and abstract concepts are introduced, key ideas are highlighted, complex topics are carefully explained, common misunderstandings are addressed, and real engineering applications are discussed spontaneously and continuously. From a practical point of view, attending class can save students many hours of independent study. Statistically, it is a strong factor not only in passing the course but also in achieving high levels of academic performance.

Finally, the classroom provides a valuable space for students to connect, collaborate, and participate actively and creatively in their learning journey alongside their peers throughout their degree.

