



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del  
Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145023005 - Termodinámica I**

### PLAN DE ESTUDIOS

14TS - Grado En Ingeniería En Tecnologías Aeroespaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145023005 - Termodinámica I
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14TS - Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
David Gonzalez Barcena		david.gonzalez@upm.es	Sin horario.
Antonio Barrero Gil (Coordinador/a)	A227	antonio.barrero@upm.es	Sin horario.
Javier Piqueras Carreño		javier.piqueras@upm.es	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física I
- Física II
- Cálculo II
- Cálculo I

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB2 - 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

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CFB2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la Mecánica, Termodinámica, Campos y Ondas y Electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CT 3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

CT 4 - Capacidad para integrarse y formar parte activa de equipos de trabajo. Trabajo en equipo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA118 - Habilidades: Aplicar principios termodinámicos a sistemas y análisis de mezclas ideales, y simplificar problemas de mecánica de fluidos, identificando la importancia relativa de los mecanismos físicos involucrados. Poder resolver ecuaciones de mecánica de fluidos y analizar sistemas de fluidos

RA107 - Conocimiento y comprensión de los dos primeros principios de la termodinámica y su aplicación a sistemas abiertos, tomando como ejemplos algunos sistemas aeroespaciales típicos. -Conocimiento, comprensión y aplicación de las relaciones termodinámicas generalizadas, del equilibrio y estabilidad de sistemas simples compresibles y de los cambios de fase.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En esta asignatura se introducen los conceptos básicos de la termodinámica. Inicialmente se introducen el primer y segundo principio aplicados a sistemas cerrados y a continuación se obtienen las ecuaciones para volúmenes de control. Se comienza aplicando dichos principios a gases perfectos y posteriormente a gases reales. El curso está centrado en sistemas monofásicos y monocomponentes, salvo el tema final en el que se estudia el equilibrio y el cambio de fase.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. ALGUNOS CONCEPTOS Y DEFINICIONES

- 1.1. Alcance y método de la termodinámica.
- 1.2. Sistema termodinámico.
- 1.3. Propiedad, estado, proceso.
- 1.4. Equilibrio: proceso cuasiestático.
- 1.5. Frontera adiabática y frontera diatérmica; equilibrio térmico. Principio cero de la termodinámica. Definición empírica de temperatura.
- 1.6. Densidad y presión.

#### 2. PRIMER PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. ENERGÍA.

- 2.1. Concepto de trabajo. Proceso adiabático. Evaluación del trabajo en una superficie.
- 2.2. Primer principio de la termodinámica. Energía. Principio de conservación de la energía para una masa de

control; calor.

2.3. Ecuación de la energía interna.

2.4. Trabajo en procesos reversibles.

2.5. Postulado de estado; sistema simple.

### 3. SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA. ENTROPÍA.

3.1. Enunciados de Kelvin-Planck y de Clausius del segundo principio: equivalencia de estos postulados.

3.2. Procesos reversibles e irreversibles.

3.3. Teoremas de Carnot.

3.4. Escala termodinámica de temperatura.

3.5. Teorema (desigualdad) de Clausius.

3.6. Entropía.

3.7. Procesos reales; producción de entropía.

3.8. Ecuación de Gibbs.

3.9. Entropía y energía no utilizable.

### 4. PRIMER Y SEGUNDO PRINCIPIOS APLICADOS A VOLÚMENES DE CONTROL.

4.1. Variación de una propiedad extensiva: teorema del transporte de Reynolds.

4.2. Primer principio aplicado a volúmenes de control.

4.3. Ecuación del segundo principio para volúmenes de control.

4.4. Procesos en régimen estacionario.

4.5. Ecuación de Bernoulli generalizada.

4.6. Magnitudes de remanso.

4.7. Análisis de turbinas, compresores, difusores y toberas; rendimiento adiabático de estos dispositivos.

4.8. Dispositivos de estrangulamiento.

### 5. POTENCIALES TERMODINÁMICOS. RELACIONES TERMODINÁMICAS GENERALIZADAS.

5.1. Potenciales termodinámicos, potencial termodinámico  $U$  (energía interna). Transformación de Legendre. Otros potenciales termodinámicos.

5.2. Relaciones de Maxwell.

5.3. Relaciones generalizadas para cambios de energía interna, entalpía y entropía.

5.4. Relaciones generalizadas para  $C_p$  y  $C_v$ . Diferencia  $C_p - C_v$ .

5.5. Coeficiente de Joule-Thomson.

5.6. Datos que necesita la Termodinámica.

## 6. EQUILIBRIO DE LOS SISTEMAS TERMODINÁMICOS. TRANSICIÓN DE FASE.

6.1. Potencial químico.

6.2. Criterios de equilibrio y estabilidad: Principio de máxima entropía; principio de mínima energía. Criterios de estabilidad para los otros potenciales termodinámicos.

6.3. Propiedades termodinámicas en el equilibrio de los sistemas.

6.4. Condiciones de estabilidad de los sistemas simples compresibles.

6.5. Cambio de fase: regla de Gibbs de las fases para un sistema no reactivo.

6.6. Ecuación de Clapeyron.

6.7. Propiedades termodinámicas del agua.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Clase de teoría</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prácticas de laboratorio. Semana a asignar según turno</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prácticas de laboratorio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Examen de teoría y problemas de los temas 1 a 4</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>Examen de teoría y problemas de los temas 1 a 4</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00</p>
12	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

15	<p><b>Clase de teoría</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Resolución de problemas en aula</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Informe de práctica de laboratorio.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>
16				<p><b>Examen final.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:30</p> <p><b>Examen de teoría y problemas de los temas 5 y 6</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
17				

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
11	Examen de teoría y problemas de los temas 1 a 4	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	54%	5 / 10	CT 3 CT 4 CFB2
15	Informe de práctica de laboratorio.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	%	0 / 10	CT 3
16	Examen de teoría y problemas de los temas 5 y 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	46%	0 / 10	CT 3 CB2 CT 4 CFB2 CB5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Informe de práctica de laboratorio.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	%	0 / 10	CT 3
16	Examen final.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	100%	5 / 10	CT 3 CB2 CT 4 CFB2 CB5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de la asignatura completa	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	100%	5 / 10	CB2 CT 4 CFB2 CB5 CT 3

## 7.2. Criterios de evaluación

En la evaluación la teoría tiene un peso del 40% y los problemas un peso del 60%. El proceso de evaluación que se plantea en esta asignatura es el siguiente.

Evaluación progresiva:

\*C1: Control de teoría y problemas (semana 11 aproximadamente). Incluye contenidos de teoría y problemas de los temas 1 a 4.

-Teoría del tema 4. Calificación NT

-Problema 1. Calificación NP1.

-Problema 2. Calificación NP2.

Calificación del control:  $NC = 0,4 NT + 0,3 NP1 + 0,3 NP2,$

Aquellos alumnos que superen el control C1 podrán continuar con la evaluación progresiva.

\* C2: Control de teoría y problemas (simultáneamente al examen final). Incluye contenidos de teoría y problemas de los temas 5 y 6.

Contenido del examen:

-Teoría de los temas 5 y 6. Calificación NT2.

-Problema 1. Calificación NP2\_L.

Nota final de la asignatura por sistema de evaluación progresiva:

$$NF = 0,4 (0,6 NT1 + 0,4 NT2) + 0,3 NP2\_L + 0,3 (0,5 NP1 + 0,5 NP2)$$

Para aprobar el examen, deberá obtenerse una nota final superior o igual 5.

A esta nota se sumará la nota de prácticas de laboratorio.

Examen final. Prueba que incluye teoría y problemas de los temas 1 a 6.

Contenido del examen:

-Teoría de los temas 1 a 6. Calificación NTF.

-Problema 1. Calificación NPF1.

-Problema 2. Calificación NPF2.

Nota final de la asignatura:

$$NF = 0,4 NTF + 0,3 NPF1 + 0,3 NPF2$$

Para aprobar el examen, deberá obtenerse una nota final superior o igual 5.

A esta nota se sumará la nota de prácticas de laboratorio.

-Prácticas de laboratorio.

Las prácticas de laboratorio se realizarán en 3 sesiones de 2 horas. Para los alumnos que realicen prácticas, la actividad se valorará con un máximo de 1,0 puntos que se sumará a la nota final obtenida, siempre que la nota del examen final (o de la evaluación continua) sea mayor que 5 sobre 10.

El alumno tendrá que entregar un informe de cada una de las prácticas realizadas. El informe debe contener como mínimo el método utilizado, resultados y conclusiones.

La evaluación de la actividad de prácticas se realizará a partir del informe.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de Termodinámica. Teoría	Bibliografía	
Apuntes de Termodinámica. Enunciados de problemas.	Bibliografía	
Apuntes de Termodinámica. Problemas resueltos.	Bibliografía	
MORAN, M.J. Y SHAPIRO, H.N., Fundamentos de la Termodinámica técnica. Ed. Reverté, 2ª Edición (traducción de la 4ª ed. Inglesa) Barcelona, 2004.	Bibliografía	
WARK, K Y RICHARDS, D.E, Termodinámica, McGraw-Hill, 6ª ed. (traducción de la 6ª ed. Inglesa) Madrid, 2000.	Bibliografía	
<a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes de la asignatura. Se utiliza también como medio de comunicación de avisos.
Laboratorio	Equipamiento	En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura.

A. Barrero Gil, D. González Bárcena, Termodinámica Aplicada, ed. Garceta	Bibliografía	
--	--------------	--

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

El contenido de la asignatura se relaciona con el ODS7 y el ODS 12.