ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145003003 - Termodinamica

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

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

Nombre de la asignatura	145003003 - Termodinamica
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Alejandro Jose Fernandez Soler	A238	alejandrojose.fernandez@upm.es	Sin horario.
Ignacio Cabrera Revuelta		ignacio.cabrera@upm.es	Sin horario.
Antonio Barrero Gil		antonio.barrero@upm.es	Sin horario.
Ignacio Torralbo Gimeno (Coordinador/a)	A237	ignacio.torralbo@upm.es	Sin horario.

Javier Piqueras Carreño	A239	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 Ii

- Matematicas Ii

- Fisica I

- Matematicas I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

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

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE08 - Comprender los ciclos termodinámicos generadores de potencia mecánica y empuje.

CE16 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los conceptos y las leyes que gobiernan los procesos de transferencia de energía, el movimiento de los fluidos, los mecanismos de transmisión de calor y el cambio de materia y su papel en el análisis de los principales sistemas de propulsión aeroespaciales.

CE19 - Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

4.2. Resultados del aprendizaje

RA174 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los principios y métodos de la Termodinámica.

RA175 - 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 diatérmana; 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-Plank 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 Bernouilli 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 Cp y Cv. Diferencia Cp - Cv.

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	**Clase de teoría** Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	**Prácticas de laboratorio. Semana a asignar según turno** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

8	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	**Prácticas de laboratorio** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	**Prácticas de laboratorio** Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
11	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas **Examen de teoría y problemas de los temas 1 a 4** Duración: 03:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			**Examen de teoría y problemas de los temas 1 a 4** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:30
12	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
14	**Clase de teoría** Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral **Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas **Evaluación de prácicas de laboratorio** Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			**Evaluación de prácticas de laboratorio** TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00 **Evaluación de prácticas de laboratorio** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00

15	**Resolución de problemas en aula** Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16	**Examen temas 5 y 6. Examen final** Duración: 03:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			**Examen de teoría y problemas de los temas 5 y 6** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 **Examen final.** EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:30
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	03:30	54%	5 / 10	CE08 CE16 CE19 CG3
14	Evaluación de prácticas de laboratorio	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	0%	5 / 10	CE16 CE19
14	Evaluación de prácticas de laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	0%	5 / 10	CE16 CE19
16	Examen de teoría y problemas de los temas 5 y 6	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	46%	/ 10	CE08 CE16 CE19 CG3

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:30	100%	5 / 10	CE08 CE16 CE19 CG3

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	CE08 CE16 CE19 CG3

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 2 sesiones de 2 horas. Para los alumnos que realicen prácticas, la actividad se valorará con un máximo de 1,5 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.

La nota de práctica no se guarda de un año para otro.

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 y de un examen sobre los contenidos de las prácticas. El peso de cada parte es del 50%, estableciéndose una nota mínima de 5 en el examen para poder sumar puntos por prácticas. Es decir, el informe no puntuará a no ser que se haya superado el examen de prácticas.

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	
http://moodle.upm.es/	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.
BEJAN, Adrian. Advanced engineering thermodynamics. John Wiley & Sons, 2016.	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.