



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**55000013 - Termodinamica I**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000013 - termodinamica i
<b>No de créditos</b>	4.5 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>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2020-21

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Angel Jimenez Alvaro	Termodinámica	a.jimenez@upm.es	Sin horario. Cita previa
M. Celina Gonzalez Fernandez	Termodinámica	celina.gonzalez@upm.es	Sin horario. Cita previa
Ignacio Lopez Paniagua	Termodinámica	ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. Cita previa

Fernando Herrero Acebes	Termodinámica	fernando.herrero@upm.es	Sin horario. Cita previa
Rafael Nieto Carlier	Termodinámica	rafael.nieto@upm.es	Sin horario. Cita previa
Susana Sanchez Orgaz (Coordinador/a)	Termodinámica	susana.sanchez.orgaz@upm .es	Sin horario. Cita previa
Jose Luis Rapun Jimenez	Termodinámica	jl.rapun@upm.es	Sin horario. Cita previa
Javier Rodriguez Martin	Termodinámica	javier.rodriguez.martin@upm .es	Sin horario. Cita previa

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Arnaiz Del Pozo, Carlos Rafael	cr.arnaiz@upm.es	Jimenez Alvaro, Angel

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Calculo I
- Fisica General I
- Fisica General II
- Calculo II

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

- Derivadas parciales de funciones de varias variables
- Cálculo diferencial e integral
- Desarrollo en serie de Taylor
- Método de los Multiplicadores de Lagrange (no imprescindible)

- Manejo de unidades
- Conceptos básicos de Mecánica y Física general (Leyes de Newton, teorema de las fuerzas vivas, campo gravitatorio, Ley de Hooke, ...)

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE8 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA499 - Determinar propiedades termodinámicas de componentes puros.

RA434 - Resolver problemas de equilibrio polifásicos en sistemas de un componente.

RA431 - Aplicar los Principios de la Termodinámica Clásica en sistemas cerrados.

RA432 - Formular relaciones diferenciales entre variables termodinámicas.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Desde el punto de vista de la formación de un Ingeniero, la Termodinámica tiene fundamentalmente el siguiente triple objetivo:

- Plantear y evaluar balances de energía en procesos físicos: Principio de conservación de la Energía (Primer Principio)
- Evaluar la calidad de los flujos de energía. Análisis exergético: Principio de degradación de la Energía (Segundo Principio)
- Calcular las propiedades termodinámicas en sistemas de diferente complejidad: Sustancias puras, mezclas, sistemas polifásicos, sistemas reactivos,...

Se utilizará el enfoque de la Termodinámica Clásica ó Fenomenológica.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Conceptos básicos
2. Principios de la Termodinámica en sistemas cerrados
3. Consecuencias de los Principios
4. Equilibrio y estabilidad Termodinámicos
5. Sistema polifásico de un componente
6. Ecuaciones de estado de las sustancias puras
7. Discrepancias y fugacidad

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Conceptos básicos. Principio Cero</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
2	<b>Trabajo. Primer Principio. Ejercicios sobre el Principio Cero.</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			
3	<b>Segundo Principio. Ejercicios sobre el Primer Principio.</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
4	<b>Balance de entropía en sistemas compuesto. Generación entrópica externa. Disipación. Exergía</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			
5	<b>Balance de exergía. Ecuaciones de Gibbs. Coeficientes térmicos y calóricos. Ejercicios sobre Segundo Principio.</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
6	<b>Modelo de gas ideal. Ejercicios con gas ideal</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			
7	<b>Problemas</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
8	<b>Ejercicios de relaciones entre derivadas parciales. Procesos politrópicos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>1ª Prueba de Evaluación Continua: Principios y gas ideal</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15
9	<b>Comportamiento de los gases reales en el límite de presión nula. Ejercicios de gases reales</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
10	<b>Equilibrio y estabilidad. Transiciones de fase</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			

11	<b>Descripción de la superficie PVT.</b> <b>Ecuaciones de estado.</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
12	<b>Problemas de ecuaciones de estado y sistemas heterogéneos</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
13	<b>Discrepancias. Tablas. Ejercicios</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Visualización de vídeo</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	
14	<b>Fugacidad. Tablas. Ejercicios</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas			<b>2ª Prueba de Evaluación Continua: gases reales, relaciones entre derivadas parciales sistemas heterogéneos, discrepancias, fugacidad</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:45
15				
16				
17				<b>Examen problema: realización de un problema</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00  <b>Examen escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	1ª Prueba de Evaluación Continua: Principios y gas ideal	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	16.67%	0 / 10	CG2 CG4 CG5 CE8 CG1
14	2ª Prueba de Evaluación Continua: gases reales, relaciones entre derivadas parciales sistemas heterogéneos, discrepancias, fugacidad	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	23.33%	0 / 10	CG2 CG4 CG5 CE8 CG1
17	Examen problema: realización de un problema	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	60%	3 / 10	CE8 CG1 CG2 CG4 CG5

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG4 CE8 CG1 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

Examen escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE8 CG1 CG2 CG4 CG5
----------------	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	---------------------------------

## 7.2. Criterios de evaluación

En **todas las pruebas**, se recuerda que el alumno tiene obligación de acudir provisto del material necesario, incluyendo las tablas que se indican en el curso, y de un documento legal (DNI, carnet de la Escuela, etc) que permita identificarlo.

La **prueba de evaluación continua PEC1** constarán de 5 ejercicios de los temas indicados en la descripción de la prueba, tendrá una duración de 1 hora 15 minutos

La **prueba de evaluación continua PEC2** constarán de 7 ejercicios de los temas indicados en la descripción de la prueba, tendrá una duración de 1 hora 45 minutos

- El alumno deberá ir provisto de calculadora, lápiz blando o bolígrafo negro para escribir y goma o tipex para borrar. Se suministrará a los alumnos una hoja de examen y dos de borrador; solo deberá entregarse la hoja del examen.
- Los alumnos deberán entrar al aula cuando los profesores se lo indiquen y tomar lugar **sin volver las hojas de enunciado** hasta que se les diga.
- Una vez empezado el examen, lo primero que deberán hacer es rellenar el nombre y número de matrícula. No se admitirá ninguna reclamación sobre exámenes a los que les falten dichos datos.
- En las respuestas numéricas, cada fila es una cifra, con las opciones de 0 a 9. Deberán de rellenarse totalmente los cuadrados que corresponda, dejándolos lo más negro posible; siempre deberá rellenarse una y solo una casilla por cada fila, completando en su caso con ceros tanto a la izquierda (primeras filas) como a la derecha de la coma (últimas filas); si no está escrita explícitamente la coma decimal, la fila de más abajo será la de las unidades; si hay casilla para signo, deberá marcarse siempre la que corresponda (aunque sea +).
- Si se comete un error, se borrará procurando dejar lo más blanco posible el espacio erróneamente marcado (puede taparse el cuadrado impreso sin problema).
- Cuando los profesores avisen de que se ha acabado el tiempo del examen, los alumnos dejarán de escribir inmediatamente y entregarán enseguida su hoja de examen al personal del departamento que

pase a recogerlas. De no hacerlo así, no se recogerá su examen.

- La publicación de las notas de las pruebas de evaluación continua se hará en el plazo más breve posible, que será típicamente al día siguiente de la prueba. Igualmente, se comunicará el plazo y procedimiento para pedir revisiones.

Los alumnos que alcancen en las PECs una nota media ponderada y redondeada a un decimal mayor que 5,1 tendrán la **parte teórica liberada** teniendo que realizar sólo la parte de **examen problema** que constará de un ejercicio y contará un 60% de la nota final.

Aquellos alumnos que cumplan el criterio anterior y quieran subir nota realizarán los exámenes escritos finales que se explican a continuación y renunciarán a la evaluación continua.

El resto de alumnos que no superen la nota media de las PECs realizarán los exámenes escritos finales que se explican a continuación.

Los **exámenes escritos finales** (tanto en convocatoria ordinaria como en extraordinaria) constarán de dos ejercicios.

- El primer ejercicio constará de un problema de aplicación y el segundo ejercicio tendrá cuatro cuestiones de temas diferentes para englobar la mayor parte de la asignatura. La puntuación y tiempo de cada ejercicio se indicarán en la hoja del enunciado.
- Igualmente, en la hoja del enunciado del segundo ejercicio se indicarán las fechas previstas de publicación de notas y de revisión del examen. En la medida de lo posible, se intentará respetar dichas fechas.
- Durante la realización del examen no se podrá tener encima de la mesa más material que el que se indique, que será habitualmente: bolígrafo(s); calculadora; tablas; carnet; hoja de examen. Tampoco se podrán tener móviles encendidos, ni siquiera guardados. No está permitido comunicarse con nadie durante el examen salvo con los profesores y personal de apoyo. El incumplimiento de cualquiera de estas normas implicará la expulsión del examen y la puntuación de 0 en el mismo.
- El alumno no podrá irse del examen sin entregar los dos ejercicios, aunque sea en blanco. Si algún alumno quiere abandonar el examen antes de que haya empezado el segundo ejercicio, deberá indicarlo a los profesores para que tomen nota de que abandona el examen.
- Cualquier pregunta sobre los enunciados se hará por escrito. Si es de interés, se contestará en voz alta para todos los alumnos, y si no, no se contestará.
- Finalizado el tiempo de cada ejercicio, se avisará. El alumno deberá entregar inmediatamente su examen cuando se le solicite.

### Calificación de la asignatura en el sistema de Evaluación Continua:

1. Las personas que van por evaluación continua: La nota media de Evaluación Continua (NMEC) se obtendrá de:  $NMEC = (NEC1 * 5 + NEC2 * 7) / 12$ , redondeando el resultado a un decimal. El valor de NMEC tiene que siempre mayor que 5,1. NEC1, NEC2 representan las notas sobre 10 de cada una de las dos pruebas de Evaluación Continua.

La nota final se obtendría de  $NFEC = 0.4 * NMEC + 0.6 * EXPRO$ , siendo EXPRO la nota obtenida en el examen del problema.

2. Las personas que no van por evaluación continua, será la nota del examen final.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Termodinámica (Edición de 2013)	Bibliografía	Libro de texto
Tablas de Termodinámica	Otros	Tablas
Cuestiones de Termodinámica	Bibliografía	Libro de problemas y ejercicios cortos
Problemas de Termodinámica	Bibliografía	Libro de problemas largos
Exámenes explicados de Termodinámica I	Otros	Colección de exámenes resueltos

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Debe tenerse en cuenta que las fechas de los ejercicios de evaluación continua son meramente orientativas; las fechas reales serán las que se publiquen en el Proyecto de Organización Docente de la ETSII.

Se recuerda a los alumnos la conveniencia de haberse leído los temas que se van a explicar ANTES de la clase; pueden encontrarse con bastante aproximación en el cronograma. El cronograma también es meramente orientativo. Cada profesor adaptará el ritmo y el momento de realizar los problemas según las necesidades de su grupo.

El alumno no debe estudiar para los exámenes o pruebas de evaluación, sino para entender los conceptos a medida que se exponen durante el curso. Por tanto, las actividades de evaluación no deberían generar ninguna punta de trabajo para el alumno, salvo por las dos horas dedicadas al examen, en esta asignatura. Se estima que por cada hora de clase el alumno debería dedicar aproximadamente hora y media al estudio personal, que tendría el mismo reparto temporal prácticamente que las clases, es decir una carga de unas 8 horas semanales de trabajo durante todo el semestre, de forma uniforme.

Tribunal de evaluación: se propone que esté formado, para todas las pruebas de evaluación de este curso, por los profesores:

Rafael Nieto Carlier  
Celina González Fernández  
Susana Sánchez Orgaz