



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

**55000803 - Termodinamica Tecnica**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000803 - Termodinamica Tecnica
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo 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>	2022-23

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
M. Celina Gonzalez Fernandez (Coordinador/a)	despacho prof.	celina.gonzalez@upm.es	Sin horario. Con cita previa, en clase o por e-mail
Ignacio Lopez Paniagua	despacho prof.	ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. Con cita previa, en clase o por e-mail

Javier Rodriguez Martin	despacho prof.	javier.rodriguez.martin@upm .es	Sin horario. Con cita previa, en clase o por e-mail
-------------------------	----------------	------------------------------------	---

\* 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	Gonzalez Fernandez, M. Celina
Roncal Casano, Juan Jose	juanjose.roncal@upm.es	Gonzalez Fernandez, M. Celina

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

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

- Termodinamica I
- Termodinamica Ii

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

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

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE21H - Conocimientos de conceptos avanzados de termodinámica y su aplicación a la ingeniería de la energía.

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.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinarios.

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

RA423 - Determinar propiedades termoquímicas, composiciones de equilibrio y efectos caloríficos.

RA422 - Seleccionar las más adecuadas a cada caso, como marco previo para diseñar operaciones básicas de ingeniería química y de producción de energía o frío.

RA424 - Identificar y valorar destrucciones exergéticas en sistemas físicos y químicos.

RA421 - Determinar propiedades termodinámicas en sistemas multicomponentes y polifásicos, a partir de ecuaciones de estado y correlaciones tabulares.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura complementa los conocimientos de Termodinámica del alumno, profundizando en:

- El cálculo de propiedades en sistemas multicomponentes más complejos incluyendo equilibrios líquido-vapor y líquido-líquido.
- Los sistemas reactivos, en especial, las reacciones de combustión.
- La exergía química, fundamental en los sistemas con cambio de composición.
- Las soluciones iónicas y reacciones electroquímicas.

El objetivo es que el alumnos adquiera los conocimientos que permiten comprender los fundamentos de procesos y aplicaciones técnicas en el campo de la energía y la termoquímica.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Termodinámica Estadística.
  - 1.1. Función de partición canónica
  - 1.2. Partículas independientes. Gas ideal clásico.
  - 1.3. Partículas interactivas. Ecuación de estado térmica del virial
2. Sistemas multicomponentes homogéneos
  - 2.1. Diagrama h-x-T y calor de disolución
  - 2.2. Modelos ideales de mezcla. Modelo de Lewis Randall
  - 2.3. Propiedades en exceso
  - 2.4. Modelo de Henry
    - 2.4.1. Propiedades del modelo
    - 2.4.2. Estados hipotéticos del modelo
    - 2.4.3. Propiedades coligativas
  - 2.5. Soluciones iónicas. Producto de solubilidad
3. Cálculo de propiedades en sistemas multicomponentes
  - 3.1. Ecuaciones de estado y reglas de mezcla empíricas

- 3.2. Discrepancias generalizadas
- 3.3. Pseudofugacidad
- 3.4. Coeficientes de actividad y modelos de función de Gibbs en exceso
- 4. Sistemas multicomponentes heterogéneos
  - 4.1. Equilibrio líquido-vapor
  - 4.2. Equilibrio líquido-líquido y líquido-líquido-vapor
  - 4.3. Sistemas ternarios con varias fases líquidas y sólidas
- 5. Sistemas reactivos
  - 5.1. Tablas de la función de Planck y de entalpías desde el cero absoluto
  - 5.2. Temperatura de llama adiabática
  - 5.3. Sistemas reactivos heterogéneos
  - 5.4. Sistemas multirreactivos
  - 5.5. Pilas reversibles. Ley de Nernst
  - 5.6. Exergía química

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Termodinámica Estadística. Función de partición canónica</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tercer Principio. Partículas independientes</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Gas ideal clásico. Partículas interactivas: potenciales de interacción. Ecuación del virial</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Propiedades en sistemas homogéneos multicomponentes. Modelo ideal de Lewis-Randall.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Funciones en exceso. Diagrama h-x-T. Calor de disolución. Modelo de Henry.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Estados hipotéticos en el modelo de Henry. Propiedades coligativas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Reglas de mezcla. Discrepancias en mezclas.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicios</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>Evaluación Termodinámica Estadística , Sistemas homogéneos multicomponentes calculo de propiedades</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:45

8	<p><b>Soluciones regulares y atérmicas. Modelos para la g en exceso. Soluciones iónicas.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p><b>Equilibrio líquido-vapor. Equilibrio a presiones moderadas. Equilibrio a altas presiones. Equilibrio líquido-líquido.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p><b>Sistemas ternarios. Cálculos termoquímicos.</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Propiedades normales de reacción. Equilibrio químico. Tablas de la función de Planck y de entalpías desde 0 K.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Temperatura de llama adiabática. Sistemas heterogéneos. Sistemas multirreactivos.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Electroquímica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Exergía química</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicios</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>Evaluación Sistemas multicomponentes heterogéneos, sistemas reactivos</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:45</p>

15				
16				
17				<b>Examen final</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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Evaluación Termodinámica Estadística, Sistemas homogéneos multicomponentes calculo de propiedades	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	50%	4 / 10	CG1 CG2 CG3 CG5 CE21H
14	Evaluación Sistemas multicomponentes heterogéneos, sistemas reactivos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	50%	4 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE21H

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG3 CE21H CG1 CG4 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG2 CG3 CE21H CG1 CG4 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

### Evaluación de la asignatura

#### Evaluación por examen final

La evaluación de la asignatura se efectuará mediante **un examen final (EF)** presencial y escrito que constará de dos Ejercicios, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.

Los dos ejercicios pueden estar formados por un conjunto de cuestiones y/o un problema más extenso de aplicación. La puntuación de cada ejercicio puede ser diferente y se indicará en el enunciado.

La nota obtenida en el examen final (NEF) será la suma de los dos ejercicios con un decimal sobre 10 puntos.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una NEF mayor igual de 5 puntos sobre 10.

#### Evaluación por evaluación distribuida

Con el objeto de afianzar los conocimientos y facilitar el aprendizaje del alumno, se programan dos **Pruebas de Evaluación Distribuida (PED1 y PED2)** cuyas fechas figurarán en el Proyecto de Organización Docente (POD).

Las PED serán pruebas presenciales y escritas. Estarán formadas por varias cuestiones de las que se indicará su valoración. La Nota de la Prueba de Evaluación Distribuida (NPED1 y NPED2) estará calificada sobre 10 puntos.

Estarán exentos de realizar el examen final de la asignatura los alumnos que cumplan simultáneamente las dos condiciones siguientes:

1. La calificación de las dos Pruebas de Evaluación Distribuida debe ser igual o mayor que 4 sobre 10 puntos.
2. La media aritmética de las dos Pruebas de Evaluación Distribuida (NMED) debe ser igual o mayor que 5/10

Los alumnos que cumplan simultáneamente las dos condiciones anteriores y opten por no presentarse al examen final figurará en Actas de la asignatura con NMED.

Los alumnos que cumplan simultáneamente las dos condiciones anteriores y opten por presentarse al examen final, figurará en Actas de la asignatura con la mejor de las dos notas NMED o NEF.

Para la Convocatoria Extraordinaria la única prueba que se programa es el examen final (EF) por lo que la nota que figurará en Acta será la obtenida en el examen final (NEF).

#### **Normas generales**

Según la Normativa de Evaluación de la UPM, todos los alumnos que hayan realizado alguna prueba, de evaluación distribuida (PED) o examen final (EF) figurarán como presentados en el Acta en la convocatoria correspondiente. Solo los alumnos que no hayan realizado ninguna prueba en la convocatoria figurarán en Actas como ?No Presentados?.

El caso concreto de los alumnos que no hayan obtenido los requisitos para aprobar la asignatura mediante las PED programadas y que no se presentan al examen final, en Actas de la Convocatoria Ordinaria figurarán ?0.0?.

Los alumnos deberán llevar al examen el material necesario incluidas las tablas que se indiquen para la asignatura y un documento oficial identificativo (DNI, Carnet UPM, etc.)

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Tablas complementarias - Aulaweb	Recursos web	Tablas necesarias para la asignatura
Apuntes complementarios - Aulaweb	Recursos web	Temas complementarios al libro de texto

## 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.

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 adicionales, 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:

Celina González Fernández

Rafael Nieto Carlier

Javier Rodríguez Martín