



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

55000029 - Termodinamica Ii

PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo 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.....	11
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	55000029 - Termodinamica II
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Cuarto semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Fernando Herrero Acebes	Termodinámica	fernando.herrero@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
M. Celina Gonzalez Fernandez	Termodinámica	celina.gonzalez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.

Ignacio Lopez Paniagua	Termodinámica	ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Angel Jimenez Alvaro (Coordinador/a)	Termodinámica	a.jimenez@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Javier Rodriguez Martin	Termodinámica	javier.rodriguez.martin@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Rafael Nieto Carlier	Termodinámica	rafael.nieto@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor.
Susana Sanchez Orgaz	Termodinámica	susana.sanchez.orgaz@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor

* 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

- Termodinamica I

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Cálculo diferencial e integral
- Derivadas parciales de funciones de varias variables
- 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

CE22C - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.

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

RA435 - Interpretar los diagramas termodinámicos más utilizados.

RA439 - Determinar efectos calóricos en sistemas reactivos.

RA438 - Resolver problemas de equilibrio físico en sistemas polifásicos.

RA440 - Resolver problemas de equilibrio químico en sistemas monorreactivos y monofásicos.

RA441 - Relacionar las propiedades macroscópicas con las microscópicas.

RA442 - Determinar las propiedades termodinámicas significativas y la eficiencia en ciclos directos e inversos.

RA436 - Aplicar los Principios de la Termodinámica Clásica en sistemas abiertos.

RA437 - Determinar propiedades termodinámicas de mezclas.

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,...

Mediante el enfoque de la Termodinámica Clásica ó Fenomenológica, se desarrollan los conceptos y herramientas necesarias para el cálculo de balances de energía y exergía (entropía) en procesos con sistemas abiertos, en los que pueden intervenir sustancias puras, mezclas, sistemas reactivos, etc. Además se desarrolla una aplicación de lo anterior para los elementos industriales básicos en las industrias química y de generación de energía.

La asignatura constituye "un todo" junto con Termodinámica I. Se amplía la metodología empleada previamente para plantear los balances del Primer y Segundo Principio en Sistemas Abiertos. Se desarrolla un formalismo para la descripción y caracterización de sistemas multicomponente así como la modelización de mezclas ideales y no ideales. Se plantean los criterios de equilibrio estable en sistemas multicomponente, polifásicos y reactivos, y se lleva a cabo un análisis en detalle de los sistemas con capacidad de reacción química. Se realiza también un breve recorrido por los principios básicos de la Termodinámica Estadísticas que permiten establecer los fundamentos del Tercer Principio. Por último, la asignatura se cierra con la descripción y análisis termodinámico de procesos y ciclos básicos con aplicación en la industria.

5.2. Temario de la asignatura

1. Diagramas termodinámicos.
2. Termodinámica estadística y Tercer Principio de la Termodinámica.
3. Ecuaciones generales en sistemas abiertos.
4. Sistemas abiertos: aplicaciones.
5. Sistemas homogéneos multicomponente.
6. Modelos de mezcla y mezclas reales.
7. Equilibrio y estabilidad en sistemas multicomponente, polifásicos y reactivos.
8. Sistemas con reacción química.
9. Ciclos de Rankine.
10. Otros ciclos: ciclo de Brayton, ciclos criogénicos.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Diagramas termodinámicos. Termodinámica estadística (1/2) Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Termodinámica estadística y Tercer Principio (2/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	Sistemas abiertos. Ecuaciones generales. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Sistemas abiertos. Aplicaciones (1/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Sistemas abiertos. Aplicaciones (2/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Sistemas abiertos. Aplicaciones (3/3) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Sistemas homogéneos multicomponentes (1/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Sistemas homogéneos multicomponentes (2/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Primera PEC: Temas 1 a 4 (Diagramas, Termodinámica Estadística, Sistemas Abiertos) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>
9	<p>Modelos ideales de mezcla. Mezclas reales. Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (1/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (2/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p>Sistemas con capacidad de reacción química (3/3) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p>Ciclos de Rankine. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15	<p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Segunda PEC: Temas 5 a 10 (Sistemas Multicomponente, Sistemas Reactivos y Ciclos) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p>

16	<p>Otros ciclos: ciclo Brayton, ciclos criogénicos: Linde y Claude. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Problemas Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
17				<p>Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00</p>

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	Primera PEC: Tems 1 a 4 (Diagramas, Termodinámica Estadística, Sistemas Abiertos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	3 / 10	CE22C CG2 CG5 CG1 CG4
15	Segunda PEC: Tems 5 a 10 (Sistemas Multicomponente, Sistemas Reactivos y Ciclos)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	3 / 10	CE22C CG2 CG5 CG1 CG4

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

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	CE22C CG2 CG5 CG1 CG4

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CE22C CG2 CG5 CG1 CG4

7.2. Criterios de evaluación

Se recuerda que el alumno tiene obligación de acudir a todas las pruebas provisto del material necesario, incluyendo las tablas y diagrama de Mollier (indicados en el curso) y calculadora, así como de un documento legal (DNI, carnet de la Escuela, etc.) que permita su correcta identificación.

Pruebas de evaluación continua

Cada una de las **Pruebas de Evaluación Continua (PEC)** consistirá en seis ejercicios, aleatoriamente escogidos de la base de datos, acerca de los temas indicados en la descripción de la prueba. Cada PEC tendrá una duración de entre 45 min. y 1 h 30 min.

Alcanzarán el aprobado en la asignatura sin necesidad de realizar el examen final los alumnos que satisfagan simultáneamente las dos condiciones siguientes:

- La calificación de ambas PECs sea superior a 3/10.
- La media aritmética de las notas de las dos PECs sea igual o superior a 5/10

Nótese que la no concurrencia a alguna de las dos pruebas implica un resultado nulo en la misma y por tanto es incompatible con la obtención del aprobado por Evaluación Continua (incluso aunque se haya obtenido un 10 en la otra PEC).

Los alumnos que no satisfagan los requisitos anteriores, serán evaluados por el Examen Final exclusivamente.

El alumno que, habiendo obtenido aprobado por evaluación continua, desee presentarse al Examen Final, podrá hacerlo, en cuyo caso habrá renunciado automáticamente a la evaluación continua y se le evaluará exclusivamente por el Examen Final.

Calificación de la asignatura en el sistema de Evaluación Continua

La calificación de los alumnos que aprueben la asignatura por el procedimiento de Evaluación Continua será la media aritmética de las calificaciones de ambas PECs:

$$NEC = (NPEC1 + NPEC2) / 2$$

donde NPEC1 y NPEC2 representan las notas sobre 10 de la primera y segunda Pruebas de Evaluación Continua respectivamente.

Calificación de la asignatura en el sistema de Evaluación Final

Los exámenes escritos finales (tanto en convocatoria ordinaria como en extraordinaria) constarán de dos ejercicios. La calificación será la nota del examen final, con la ponderación que se establezca en función de su naturaleza, dificultad o cualquier otro criterio a determinar. En cualquier caso, los pesos de cada ejercicio constarán en el enunciado del examen.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Termodinámica (Edición de 2013)	Bibliografía	Libro de texto
Tablas de Termodinámica (Edición de 2019)	Otros	Tablas de uso en la asignatura
Diagrama de Mollier	Otros	Diagrama h-s del agua
Cuestiones de Termodinámica	Bibliografía	Libro de problemas y ejercicios cortos
Problemas de Termodinámica	Bibliografía	Libro de problemas largos

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, en esta asignatura las actividades de evaluación no deberían generar ninguna punta de trabajo para el alumno, salvo por las dos horas adicionales dedicadas al examen. 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
- Ángel Jiménez Álvaro