



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

55001013 - Termodinamica

PLAN DE ESTUDIOS

05IQ - Grado En Ingenieria Quimica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - 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.....	11
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	55001013 - Termodinamica
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05IQ - Grado en ingeniería química
Centro en el que se imparte	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
M. Celina Gonzalez Fernandez	T3	celina.gonzalez@upm.es	Sin horario. Cita previa
Jose Luis Rapun Jimenez	T4	jl.rapun@upm.es	Sin horario. Cita previa
Rafael Nieto Carlier (Coordinador/a)	T1	rafael.nieto@upm.es	Sin horario. Cita previa

Angel Jimenez Alvaro	T5	a.jimenez@upm.es	Sin horario. Cita previa
Ignacio Lopez Paniagua	T2	ignacio.lopez@upm.es	Sin horario. Cita previa
Fernando Herrero Acebes	T4	fernando.herrero@upm.es	Sin horario. Cita previa
Susana Sanchez Orgaz	T6	susana.sanchez.orgaz@upm .es	Sin horario. Cita previa
Javier Rodriguez Martin	T6	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.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Calculo I
- Fisica general I
- Calculo II

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Manejo de derivadas parciales

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 7 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería

CG 1 - Conocer y aplicar los conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industria

CG 2 - Poseer la capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas

CG 4 - Comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable

CG 5 - Comunicar conocimientos y conclusiones, tanto de forma oral como escrita, a públicos especializados y no especializados de modo claro y sin ambigüedades

4.2. Resultados del aprendizaje

RA129 - Determinar propiedades termodinámicas de componentes puros

RA127 - Aplicar los Principios de la Termodinámica Clásica en sistemas cerrados.

RA128 - Formular relaciones diferenciales entre variables termodinámicas.

RA130 - Resolver problemas de equilibrio polifásicos en sistemas de un componente

RA239 - Aplicación de los Principios Termodinámicos a sistemas abiertos

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura Termodinámica presenta los Principios Cero, Primero y Segundo y su aplicación en sistemas y procesos de utilidad en el ámbito industrial.

Hace uso para ello de las variables de estado introducidas por las Leyes ya citadas, como son la entalpía la entropía y la exergía.

Ademas se aborda la determinación de cualquier propiedad termodinámica de sustancias puras en sistemas homogéneos o heterogéneos.

5.2. Temario de la asignatura

1. Principios de la Termodinámica en sistemas cerrados
 - 1.1. Conceptos básicos
 - 1.2. Principios Cero, Primero y Segundo
 - 1.3. Exergía, potenciales, coeficientes y relaciones derivadas parciales
2. Propiedades termodinámicas de sustancias puras
 - 2.1. Equilibrio y estabilidad de sistemas termodinámicos
 - 2.2. Sistemas heterogéneos y ecuaciones de estado
 - 2.3. Discrepancias
 - 2.4. Fugacidad
3. Principios de la Termodinámica en sistemas abiertos
 - 3.1. Balances de masa, energía, entropía y exergía
 - 3.2. Procesos estacionarios
 - 3.3. Procesos no estacionarios

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Conceptos básico. Principio Cero. Temperatura Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Trabajo. Primer Principio en sistemas cerrados. Postulados del Segundo Principio. Ejercicios Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Balance de entropía en sistemas cerrados. Generación entrópica externa. Exergía Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Ecuaciones de Gibbs. Coeficientes térmicos y calóricos. Relaciones entre derivadas parciales Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Gas ideal. Problemas Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	Problemas de gases reales Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	Equilibrio y estabilidad Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Primera prueba de evaluación continua. Sistemas cerrados homogéneos. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15
9	Superficie PvT de una sustancia pura. Transiciones de fase. Ecuaciones de estado Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Sistemas heterogéneos. Discrepancias. Fugacidad Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Consolidación de conocimientos teóricos mediante actividades en el laboratorio. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

11	Problemas de sistemas heterogéneos, discrepancias y fugacidad Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	Balances en sistemas abiertos. Exergía de flujo. Procesos de derrame Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Segunda prueba de evaluación continua. Sistemas cerrados heterogéneos, discrepancias y fugacidad. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15
13	Procesos con trabajo. Procesos no-estacionarios Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Problemas de sistemas abiertos Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Tercera prueba de evaluación continua. Sistemas abiertos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:15
15				
16				
17				Prueba presencial final para alumnos de evaluación continua EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00 Prueba presencial final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

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 prueba de evaluación continua. Sistemas cerrados homogéneos.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:15	20%	/ 10	CG 1 CG 2 CG 4
12	Segunda prueba de evaluación continua. Sistemas cerrados heterogéneos, discrepancias y fugacidad.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	20%	/ 10	CG 5 CE 7
14	Tercera prueba de evaluación continua. Sistemas abiertos	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:15	20%	/ 10	CG 1 CG 2 CG 4 CG 5 CE 7
17	Prueba presencial final para alumnos de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	4 / 10	CG 1 CG 2 CG 4 CG 5 CE 7

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba presencial final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 1 CG 2 CG 4 CG 5 CE 7

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	CG 1 CG 2 CG 4 CG 5 CE 7

7.2. Criterios de evaluación

Práctica de laboratorio: la realización de la práctica es obligatoria; cualquier alumno que no la tenga hecha figurará en las actas y preactas como "No presentado", aunque haya realizado los exámenes.

- Cuando se disponga de la lista de alumnos matriculados, los profesores decidirán el número y horario de grupos de práctica de la asignatura y establecerán el calendario para que la realización de la misma concuerde adecuadamente con la marcha de la explicación de la asignatura en la medida de lo posible. Cada grupo tendrá un número máximo de 18 alumnos; dado que los grupos de práctica se compartirán con otras asignaturas similares de otras titulaciones, se indicará el número de plazas disponibles en cada grupo.
- Los alumnos que ya hayan realizado la práctica en cursos anteriores no necesitan repetirla.
- Se comunicará a los alumnos por Moodle y Aulaweb los grupos, horarios y forma de apuntarse. Si durante el periodo para apuntarse se completaran todos los grupos, se abriría cupo en algún grupo adicional. Finalizado el plazo, se publicará la lista de asignación de alumnos a grupos de práctica.
- No se admitirá a ningún alumno en un grupo en el que no esté apuntado.
- Se exigirá puntualidad absoluta en la práctica.
- No es necesario ningún material especial para la realización; solo hace falta bolígrafo y calculadora.
- La duración de la práctica es de 2 horas aproximadamente. Finalizada la práctica, se entregará un justificante al alumno que deberá guardar hasta aprobar la asignatura, por si fuera necesario.
- Los alumnos que, por no haberse apuntado a ningún grupo o por no haber acudido a tiempo al que estaban apuntados, no tengan la práctica hecha y quieran presentarse a la convocatoria ordinaria, tendrán un examen de práctica el mismo día del examen final por la mañana. Análogamente, habrá otro examen para la convocatoria extraordinaria. Dichos exámenes podrán consistir en la realización de la práctica y/o

en algún tipo de prueba, a criterio de los profesores.

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 el diagrama de Mollier en su caso, y de un documento legal (DNI, carnet de la Escuela, etc) que permita identificarlo.

- Todas las **pruebas de evaluación continua** constarán de cuatro ejercicios aleatoriamente escogidos de la base de datos de ejercicios, del tema indicado en la descripción de la prueba, tendrán la misma duración (1 hora 15 minutos) y se realizarán en las aulas indicadas en el POD.
- 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 escritas 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 **exámenes escritos finales** (tanto en convocatoria ordinaria como en extraordinaria) constarán de dos ejercicios.

- El primero tendrá cuatro cuestiones de temas diferentes para englobar la mayor parte de la asignatura. El segundo ejercicio constará de un problema de aplicación. 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 deberá hacerse 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:

Si la nota del examen final es igual o superior a 4 y la media de las pruebas es estrictamente superior a 5, se elegirá como nota final la mayor de:

- el 40% de la nota del examen final + 60% de la nota media obtenida en la evaluación continua
- el 100% de la nota del examen final.

Tanto en el sistema de Evaluación por Evaluación Continua como por Examen final, para obtener el aprobado en la asignatura los alumnos deberán haber realizado y superado la Práctica de Laboratorio.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Cuestiones autoevaluación.	Recursos web	Base de datos de cuestiones autoevaluables en la plataforma Aulaweb de la ETSII-UPM
Cuestiones de Termodinámica. Ed Síntesis	Bibliografía	Colección de cuestiones que ayudan a la comprensión de la asignatura
Problemas de Termodinámica. ISBN 84-7484-081-3	Bibliografía	Colección de problemas de la asignatura
Termodinámica para Ingenieros Químicos. ISBN:978-84-16397-16-7	Bibliografía	Libro con todos los contenidos teóricos de la asignatura
Exámenes de Termodinámica. ISBN 978-84-15302-37-7	Bibliografía	Exámenes comentados de la asignatura

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 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:

Rafael Nieto Carlier

Celina González Fernández

Javier Rodríguez Martín