

CENTRO: 180 - Escuela de Ingeniería Informática

TITULACIÓN: 4046 - Grado en Ingeniería Física y Matemática

ASIGNATURA: 49181 - TERMODINÁMICA

CÓDIGO UNESCO: 2213 **TIPO:** Obligatoria **CURSO:** 2 **SEMESTRE:** 1º semestre

CRÉDITOS ECTS: 6 **Especificar créditos de cada lengua:** **ESPAÑOL:** 6 **INGLÉS:**

Enlace a la MEMORIA DE VERIFICACIÓN

<https://www2.ulpgc.es/plan-estudio/4046/40/verificacion/4>

REQUISITOS PREVIOS RESPECTO A ASIGNATURAS DE LA TITULACIÓN

Fundamentos de Física I
Fundamentos de Física II
Física Experimental y Computacional I
Métodos Numéricos en Física

CONTENIDOS TEÓRICOS, PRÁCTICOS Y DE LABORATORIO

Según la memoria de verificación del título se deben impartir los siguientes contenidos:

- Conceptos previos: primer y segundo principio
- Entropía, teorema de Clausius entropía de un sistema cerrado, energía interna y entropía de un sistema abierto.
- Sistemas abiertos y condiciones generales de equilibrio
- Potenciales termodinámicos
- Sistemas expansivos pluricomponentes
- Transiciones de fase y puntos críticos
- Tercer principio
- Termodinámica de la radiación, conducción del calor y procesos irreversibles

Por lo tanto, se plantean 10 temas para impartir dichos contenidos y entre corchetes se recomienda la bibliografía para esos temas:

TEMA 1: REPASO CONCEPTOS PREVIOS. Definiciones básicas. Primer principio de la Termodinámica. Energía Interna. Calor. Temperatura empírica. Herramientas matemáticas. [2], [3],[4],[6]

TEMA 2: SEGUNDO PRINCIPIO. Máquinas térmicas. Enunciados del Segundo Principio de la Termodinámica. Procesos reversibles e irreversibles. Teorema de Carnot. Temperatura termodinámica.[2], [3],[4],[6]

TEMA 3: ENTROPÍA. Teorema de Clausius. Entropía de un sistema cerrado. Energía interna y entropía de un sistema

abierto. Variación de entropía en procesos adiabáticos y no adiabáticos. Expresión diferencial de la energía interna y la entropía para un sistema homogéneo.[2], [3],[4],[6]

TEMA 4: SISTEMAS ABIERTOS Y CONDICIONES GENERALES DE EQUILIBRIO.

Principio de entropía máxima:

Enunciado, aplicación al equilibrio térmico y al equilibrio térmico y mecánico. Principio de energía interna mínima:

Equivalencia con el principio de entropía máxima, aplicación al equilibrio térmico. Equilibrio térmico y mecánico. Equilibrio respecto del intercambio de materia.[1],[2],[4],[6]

TEMA 5: POTENCIALES TERMODINÁMICOS. Ecuación Fundamental. Transformadas de Legendre . Función de Helmholtz. Entalpía. Función de Gibbs. Principios de extremo de los potenciales termodinámicos. Relaciones de Maxwell. Relaciones entre los potenciales termodinámicos. Relaciones de Gibbs Helmholtz.[1],[2],[4],[6]

TEMA 6. SISTEMAS EXPANSIVOS PLURICOMPONENTES. Gases y Mezclas de gases. Ciclos de gas ideal.[1],[2],[4],[6]

TEMA 7: TRANSICIONES DE FASE Y PUNTOS CRITICOS. Diagrama de fases para una sustancia pura. Punto crítico.

Ecuación de Clapeyron. Diagrama de fases del helio. Superfluidez. Superconductividad. Ciclos de vapor y refrigeración. Equilibrio de fases en sistemas pluricomponentes.[1],[2],[4],[6]

TEMA 8: TERCER PRINCIPIO. Calor de reacción y afinidad química. Ley de Hess. Enunciado del Tercer principio.

Consecuencias del Tercer Principio. Principio de inaccesibilidad del cero absoluto.[1],[2],[4],[6]

TEMA 9 : TERMODINÁMICA DE LA RADIACIÓN, CONDUCCIÓN DEL CALOR Y PROCESOS IRREVERSIBLES.

Introducción. Radiación en el interior de una cavidad. Calor transmitido por radiación. Ley de Stefan-Boltzmann. Estudio termodinámico de la radiación del cuerpo negro. Conducción del calor. Ley de Fourier. [1],[2],[4],[6]

TEMA 10: APLICACIONES DE LA TERMODINÁMICA A LA ATMÓSFERA. Composición de la atmósfera. Equilibrio radiativo. Balance de energía.Termodinámica del aire seco.Termodinámica del aire húmedo.[5]

Prácticas de laboratorio:

PL1 :Potenciales Termodinámicos: Se realizará ejercicios computacionales utilizando los principios de extremo de los potenciales termodinámicos, las relaciones de Maxwell y las relaciones entre los potenciales termodinámicos

PL2: La Ecuación de Estado del Agua del Mar: TEOS10. Utilizando datos observacionales de campañas oceanográficas y la ecuación TEOS10, se determinaran diferentes variables termodinámicas.

EVALUACIÓN:

Criterios y sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

Las fuentes de evaluación que se usarán son las que se detallan a continuación:

FE1. Realización de exámenes o pruebas escritas que incluirán tanto cuestiones teóricas como problemas prácticos. En la corrección de estas, por parte del profesor se considerará: (a) la capacidad del alumno para explicar el procedimiento seguido para la resolución de las cuestiones y los problemas planteados, así como las hipótesis necesarias para ello. (b) La capacidad de expresar correctamente el resultado final obtenido en los problemas y el uso de las unidades correctas. (c) La capacidad de exponer con orden y la claridad la resolución de las cuestiones y problemas.

(Competencias CB1, CB2, CB3, CB5, CG1, CG3, CE2, CE3)

FE2. Realización de ejercicios (problemas prácticos) no presenciales. En la corrección de estos, por parte del profesor se considerará: (a) la capacidad del estudiante para explicar el procedimiento seguido para la resolución los problemas planteados, así como las hipótesis necesarias para ello.(b) La capacidad de expresar correctamente el resultado final obtenido y el uso de las unidades correctas. (c) La capacidad de exponer con orden y la claridad su resolución.

(Competencias CB1, CB2, CB3, CB5, CG1, CG3, CE2, CE3. CE15)

FE3. Realización de trabajos no presenciales (serán realizados en grupos de dos o tres estudiantes) que consistirán en temas relacionados con las clases presenciales. En la corrección de estos, por parte del profesor se considerará la realización correcta del trabajo, así como la redacción apropiada del pequeño informe que se debe presentar, en donde se incluyan los objetivos que se pretenden alcanzar y las hipótesis realizadas en el desarrollo del trabajo.

(Competencias CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG3, CG5, CT1, CT2, CE2, CE3, CE4, CE15)

En la Convocatoria Ordinaria se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

(a) Exámenes parciales que liberan materia. Se realizarán dos exámenes parciales. El primero de ellos se corresponderá con los contenidos desde el tema 1 al tema 5. El segundo parcial se corresponderá con los contenidos desde el tema 6 al tema 10.

(b) Examen final de la convocatoria los estudiantes podrán presentarse sólo al examen parcial que no hayan superado o a toda la asignatura si fuera el caso.

(c) Sesiones académicas de interacción que consisten en la resolución de problemas de forma presencial con la guía del profesor para ir resolviendo sus dudas.

d) Prácticas de laboratorio con la entrega del informe correspondiente.

(e) Tareas que consisten en ejercicios no presenciales que se entregarán en la plataforma virtual durante el curso.

(f) Trabajos no presenciales, que se entregarán en la plataforma virtual de la asignatura a lo largo del curso.

En las Convocatorias Extraordinaria y Especial se emplearán los siguientes sistemas de evaluación:

(a) Examen de la convocatoria. Los estudiantes se examinarán de todos los contenidos de la asignatura, desde el tema 1 al tema 10.

(b) Sesiones Académicas de Interacción y prácticas de laboratorio. El estudiante debe entregar los informes correspondientes si no lo ha realizado durante el curso.

(c) Trabajos no presenciales, que se entregarán en la plataforma virtual de la asignatura a lo largo del curso.

Criterios de calificación

CALIFICACIÓN DE LAS TAREAS (NTA):

Se evaluarán las tareas entregadas durante el curso. Si alguna de las tareas no se entrega tendrá nota cero. Finalmente se realizará la media de las notas obtenidas en las tareas sobre 10.

CALIFICACIÓN DEL TRABAJO (NTR):

Se evaluará el trabajo entregado sobre 10.

CALIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO (NPL):

*La falta de asistencia a alguna práctica de laboratorio o la falta de participación durante alguna de las sesiones haría que el alumno obtuviese la calificación global de prácticas de laboratorio: NPL = 0, con el consiguiente No Apto en prácticas de Laboratorio.

* En la evaluación de las prácticas de laboratorio se considerará el trabajo realizado, así como el informe entregado al final de cada práctica. Se puntuará sobre 10 puntos.

* La nota de Prácticas de laboratorio, en aquellos alumnos que las han realizado todas, se obtiene de la nota media de las 2 Prácticas impartidas, que debe ser mayor o igual a 5 para considerar al alumno Apto en Prácticas de Laboratorio.

CALIFICACIÓN DE EJERCICIOS PRESENCIALES (NEP): En las sesiones académicas de interacción se realizarán ejercicios presenciales y se valorarán una vez se hayan subido al campus virtual. Estos ejercicios presenciales y su calificación se encuentran descritos en la memoria de verificación del título para la asignatura.

CRITERIOS EN LA CONVOCATORIA ORDINARIA:

*Sólo pueden hacer uso de esta convocatoria:

1) Los estudiantes con las prácticas de laboratorio aptas ($NPL \geq 5$).

2) Cualesquiera otros estudiantes a los que el Reglamento de Evaluación permita solicitar adaptaciones del proyecto docente ante la CAD (artículo 6), o cambio de fechas de pruebas o entregas (artículo 26) y hayan cumplido con las adaptaciones o nuevas fechas comunicadas.

*Calificación Final en la Convocatoria Ordinaria (CF-O)

- Alumnos presentados a Convocatoria con $NPL < 5$ CF-O = SUSPENSO (0)

- Alumnos presentados a Convocatoria Ordinaria con $NPL \geq 5$

La nota del examen (EX) se puede obtener a partir de la nota media de los parciales, siempre que obtenga una nota mínima de 4 sobre 10 en cada parcial. Si no se alcanzase esta nota mínima, la

nota del examen será la menor de la de los 2 parciales.

**Si la nota en el examen de convocatoria (EX) es mayor o igual a 4 sobre 10:

$$CF-O = EX*0.7+NPL*0.1+NTA*0.05+NPE*0.05+NTR*0.1;$$

**Si la nota en el examen de convocatoria (EX) es menor que 4 sobre 10:

$$CF-O = EX$$

** Se considera no presentado en esta convocatoria a aquellos estudiantes que no han realizado ningún parcial o no se presenten al examen de la convocatoria.

CRITERIOS EN LA CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA Y ESPECIAL, donde EX es el examen de convocatoria:

* Los alumnos con $NPL < 5$ que se hayan presentado a esta convocatoria deben realizar un Examen de Prácticas, válido únicamente para la convocatoria en cuestión. Este examen de prácticas y la nota conseguida en él será parte del porcentaje de la parte exámenes y ejercicios presenciales.

* La calificación Final de los alumnos presentados en la Convocatoria Extraordinaria o Especial (CF-X) será:

- Alumnos con $NPL < 5$ que suspenden o no realizan el examen de prácticas $CF-X = SUSPENSO (0)$
- Alumnos con $NPL < 5$ y que realizan el examen de prácticas de la convocatoria y el examen de la convocatoria:

$$CF-X = 0,8*EX + NPL*0,1 + NTR*0,1$$

- Alumnos con $NPL \geq 5$ (ya no se guardan los parciales)

$$CF-X = 0,8*EX + NPL*0,1 + NTR*0,1$$

** Se considera no presentado en esta convocatoria a aquellos estudiantes que no se presenten al examen de la convocatoria.

PLANIFICACIÓN SEMANAL

T: Clase Teoría y problemas (3 horas/semana de forma general hasta cumplir las horas del verifica)

PL: prácticas Laboratorio (2 sesiones de 2 horas)

SA: sesión académica de interacción (15 horas en 11 sesiones)

P1, P2: Exámenes Parciales (2 sesiones. 4 horas entre las dos)

TA, TR: tareas y trabajos

Semana 1: TEMA 1: REPASO CONCEPTOS PREVIOS. SA1

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 2: TEMA 2: SEGUNDO PRINCIPIO. SA2

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 3: TEMA 3: ENTROPÍA. TA1. SA3.

Actividades Teoría (h): 2

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 4: TEMA 4: SISTEMAS ABIERTOS Y CONDICIONES GENERALES DE EQUILIBRIO. SA4.

Actividades Teoría (h): 2

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 4

Semana 5: TEMA 4: SISTEMAS ABIERTOS Y CONDICIONES GENERALES DE EQUILIBRIO. SA5.

Actividades Teoría (h): 2

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 6: TEMA 5: POTENCIALES TERMODINÁMICOS. SA6.

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 7: TEMA 5: POTENCIALES TERMODINÁMICOS. TA2. SA7.

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 8: TEMA 6. SISTEMAS EXPANSIVOS PLURICOMPONENTES. SA8.

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 9: Examen Parcial P1. TEMA 6. SISTEMAS EXPANSIVOS PLURICOMPONENTES. SA9.

Actividades Teoría (h): 3 (2 h para el examen parcial P1)

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 10: TEMA 7: TRANSICIONES DE FASE Y PUNTOS CRITICOS. SA10. TA3

Actividades Teoría (h): 3

Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 1

Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0

Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 11: TEMA 8: TERCER PRINCIPIO. SA11

Actividades Teoría (h): 2
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 2
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 12: TEMA 9 : TERMODINÁMICA DE LA RADIACIÓN, CONDUCCIÓN DEL CALOR Y PROCESOS IRREVERSIBLES.

Actividades Teoría (h): 3
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 0
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 13: TEMA 9 : TERMODINÁMICA DE LA RADIACIÓN, CONDUCCIÓN DEL CALOR Y PROCESOS IRREVERSIBLES.

Actividades Teoría (h): 3
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
Actividades Prácticas de Laboratorio (h):
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 14: TEMA 10: APLICACIÓN DE LA TERMODINÁMICA A LA ATMÓSFERA. PL1.

Actividades Teoría (h): 3
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2 (2 horas cada grupo)
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semana 15: TEMA 10: APLICACIÓN DE LA TERMODINÁMICA A LA ATMÓSFERA. PL2.TA4. Examen P2.

Actividades Teoría (h): 3 (2 horas para el examen parcial).
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 0
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 2 (2 horas cada grupo).
Actividades y trabajo no presencial (h): 6

Semanas 16-20: Estudio autónomo (preparación de evaluaciones). Actividades y trabajo no presencial (h): 8

Es importante tener horas no presenciales entre las semanas 16 y semana 20 para que el estudiante pueda estudiar para prepararse la convocatoria y se han dejado 8 horas una vez terminado las 15 semanas.

Resumen de horas totales:

Actividades Teoría (h)+ Exámenes parciales: 41
Actividades Sesiones Académicas de Interacción (h): 15
Actividades Prácticas de Laboratorio (h): 4
Actividades y trabajo no presencial (h): 90

PROFESORADO

Dr./Dra. Ángel Rodríguez Santana (COORDINADOR)
Departamento: 257 - FÍSICA
Ámbito: 398 - Física de la Tierra
Área: 398 - Física de la Tierra
Despacho: FÍSICA
Teléfono: 928454517 **Correo Electrónico:** angel.santana@ulpgc.es

Dr./Dra. María de los Ángeles Marrero Díaz
Departamento: 257 - FÍSICA
Ámbito: 385 - Física Aplicada
Área: 385 - Física Aplicada
Despacho: FÍSICA
Teléfono: **Correo Electrónico:** angeles.marrero@ulpgc.es

Dr./Dra. Luis Cesáreo Cana Cascallar
Departamento: 257 - FÍSICA
Ámbito: 385 - Física Aplicada
Área: 385 - Física Aplicada
Despacho: FÍSICA
Teléfono: 928454523 **Correo Electrónico:** luis.cana@ulpgc.es

BIBLIOGRAFÍA

[1 Básico] Termodinámica: Introducción a las teorías físicas de la termostática del equilibrio y de la termodinámica irreversible /

*Herbert B. Callen... ; [traducción del inglés, Manuel Zamora Carranza...].
Edit. AC., Madrid : (1985)
8472880427*

[2 Básico] Curso de termodinámica /

*J. Aguilar Peris.
Alhambra,, Madrid : (1981)
842050842X*

[3 Básico] Thermal physics of the atmosphere /

*Maarten H.P. Ambaum.
Wiley,, Hoboken, NJ : (2010)
978-0-470-74515-1*

[4 Básico] Calor y termodinámica /

*Mark W. Zemansky ; traducción del inglés por Albino Yusta Almarza.
Aguilar,, Madrid : (1973)
840320163X*

[5 Básico] Calor y termodinámica /

*Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman.
McGraw-Hill,, México : (1985) - (6ª ed.)
8485240855*

[6 Recomendado] Termodinámica de los procesos irreversibles /

S. R. de Groot ; traducido por Aguilar Peris.

Alhambra,, Madrid : (1968)

8420501417