

Guía docente de la asignatura

## Termodinámica (2951127)

Fecha de aprobación:

Departamento de Física Aplicada: 19/06/2023

Departamento de Electromagnetismo y Física de la

Materia: 21/06/2023

<b>Grado</b>	Grado en Matemáticas y Física	<b>Rama</b>	Ciencias				
<b>Módulo</b>	Termodinámica y Física Estadística	<b>Materia</b>	Termodinámica				
<b>Curso</b>	2º	<b>Semestre</b>	1 y 2º	<b>Créditos</b>	12	<b>Tipo</b>	Obligatoria

### PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Sería deseable tener cursadas las asignaturas básicas del primer curso del Grado, en particular Física General I y II, Análisis Matemático I y II y Álgebra lineal y Geometría.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Formalismo de la Termodinámica: Primer y Segundo Principio y potenciales termodinámicos. Condiciones de equilibrio y estabilidad. Transiciones de fase. Tercer Principio de la Termodinámica. Introducción a los procesos irreversibles. Técnicas experimentales en Termodinámica.

### COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

#### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG02 - Capacidad de organización y planificación
- CG03 - Comunicación oral y/o escrita
- CG06 - Resolución de problemas
- CG07 - Trabajo en equipo
- CG08 - Razonamiento crítico
- CG10 - Creatividad
- CG11 - Iniciativa y espíritu emprendedor

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.
- CE02 - Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.



- CE04 - Medir, interpretar y diseñar experiencias en el laboratorio o en el entorno
- CE05 - Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.
- CE07 - Trasmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.
- CE09 - Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio
- Conocer los Principios de la Termodinámica y sus consecuencias
- Conocer los potenciales termodinámicos como descripción completa de un sistema termodinámico
- Comprender la relación directa entre el formalismo termodinámico y los experimentos
- Utilizar el formalismo termodinámico, junto con información adicional (ecuaciones de estado, calores específicos), para la resolución de problemas particulares.
- Conocer los principios, técnicas e instrumentos de medida y los fenómenos de interés en Termodinámica

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Tema 1. Introducción a la Termodinámica.

Terminología: Termodinámica y ciencias afines. Sistemas termodinámicos. Carácter de la Termodinámica. Diferentes enfoques.

#### ENFOQUE TRADICIONAL.

#### Tema 2. Conceptos previos.

Sistemas termodinámicos: contorno, medio, interacciones entre sistemas: paredes, ligaduras internas. Equilibrio termodinámico: variables y estados termodinámicos, parámetros de estado. Sistemas simples y compuestos. Proceso de un sistema, procesos de sistemas simples. Trabajo realizado sobre un sistema simple.

#### Tema 3. Principios de la Termodinámica.

Principio cero: Temperatura empírica.

Primer Principio: Calor. Conservación de la energía. Máquinas termodinámicas.

Segundo Principio: Temperatura termodinámica. Entropía. Accesibilidad adiabática.

#### ENFOQUE POSTULACIONAL.

#### Tema 4. Formalismo Termodinámico.

Sistemas simples cerrados y abiertos.

Postulados de la Termodinámica (para sistemas monocomponentes)

Transformadas de Legendre.

Potenciales Termodinámicos. Homogeneidad y Formas de Euler.

Derivadas primeras de los potenciales.

Derivadas segundas.

Interpretación física de las derivadas.

Funciones de Massieu.

#### Tema 5. Condiciones de equilibrio y estabilidad.

Problema básico de la Termodinámica.

Variaciones virtuales.



Principios de máxima entropía y mínima energía.

Condiciones de equilibrio mutuo.

Desigualdades de Clausius y Gibbs.

Principios de mínimo de los potenciales.

Condiciones de estabilidad.

**Tema 6. Fases en equilibrio.**

Fases de sistemas simples monocomponentes.

Coexistencia de fases.

Discontinuidades en el volumen y la entropía molares.

Estados metaestables.

Cambios de fase de segundo orden.

Punto crítico.

**Tema 7. Tercer Principio.**

Funciones de estado en el cero absoluto.

Postulados de Nernst y Planck.

**Tema 8. Introducción a los procesos Irreversibles.**

Hipótesis del equilibrio local.

Ecuaciones de balance.

Producción de entropía.

Ecuaciones fenomenológicas.

Aplicaciones sencillas.

**POSIBLES SEMINARIOS**

**Algunas aplicaciones de la Termodinámica Clásica: gases reales, mezclas y reacciones químicas.**

Gases ideales y gases reales.

El potencial químico. Mezclas.

Termodinámica de reacciones químicas.

## PRÁCTICO

**Prácticas de Laboratorio (Se realizarán 6 sesiones de prácticas de laboratorio)**

1. Radiación del cuerpo negro.
2. Transición ferromagnética-paramagnética: temperatura de Curie.
3. Determinación del calor específico de sólidos.
4. Efecto Seebeck: estudio del termopar Fe-Cu.
5. Efecto Peltier.
6. Bomba de calor.
7. Determinación del coeficiente adiabático del aire: método acústico.
8. Termodinámica de pilas galvánicas: pila de Clark.
9. Medida del coeficiente de Joule-Kelvin
10. Efusión de gases: masa y diámetro molecular.
11. Determinación del coeficiente adiabático de gases: método de Clement-Desormes.
12. Termodinámica de una banda de caucho.
13. Dilatación de sólidos.
14. Calibrado de termistores.
15. Distribución de Maxwell-Boltzmann.
16. Colector solar.
17. Conductividad térmica de sólidos.
18. Ondas térmicas en una barra metálica.
19. Medida de la tensión superficial: método de Jaeger.
20. Variación de la presión de vapor con la temperatura: calor latente de evaporación.
21. Expansión térmica de líquidos y sólidos.



22. Capacidad calorífica de gases (Ley de Boyle).
23. Transición de fase L-V: punto crítico.
24. Capacidad calorífica de gases.
25. Tensión superficial: ley de Tate.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Biel Gayé, J. Formalismo y métodos de la Termodinámica, Vol. 1 Y 2 , Reverté, Barcelona, 1998.
- Callen, H.B. Termodinámica, Editorial AC, Madrid, 1981.
- Zemansky, M.W. y Dittman, R.H., Calor y Termodinámica, McGraw-Hill, Madrid, 1984.
- Adkins, C.J., Termodinámica del Equilibrio, Reverté, Barcelona, 1997.
- de Groot, S. R. and Mazur, P. Non-equilibrium Thermodynamics, North-Holland Pub, Amsterdam, 1962.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Andrews, F. C., Thermodynamics, Pergamon Press, London, 1964.
- Forland, K. S., Forland, T., y Ralkje, S. K., Irreversible Thermodynamics. Theory and Applications, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- Guggenheim, E. A., Thermodynamics, North-Holland Pub. Co. Amsterdam, 1967.
- ter Haar, D. and Wergeland, H. N. S., Thermodynamics, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, 1966.
- Hsieh, J. S., Principles of Thermodynamics, Mc Graw-Hill, New York, 1975
- Kestin, J., A Course in Thermodynamics, Blaisdell Pub. Co., Amsterdam, 1968.
- Kondepudi, D. y Prigogine, I., Modern Thermodynamics. John Wiley & Sons, New York, 2006.
- Kubo, R., Thermodynamics, North-Holland Pub. Co., Amsterdam, 1968.
- Landsberg, P. T., Thermodynamics, Interscience Pub., New York, 1961.
- Münster, A., Classical Thermodynamics, Wiley-Interscience, London, 1970.
- Pellicer, J., y Mafé, S., Cuestiones de Termodinámica, Alhambra, Madrid, 1989.
- Pérez Cruz, J.R., Problemas Razonados de Termodinámica, Ed. García-Maroto, 2021.
- Stanley, M. E., Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Oxford Univ. Press, Oxford, 1971.
- Tejerina, A. F., Termodinámica, Paraninfo, Madrid, 1976.

## ENLACES RECOMENDADOS

- <http://ergodic.ugr.es/termo/> curso de Termodinámica del Prof. Garrido Galera, Catedrático de Física de la Materia Condensada de la Universidad de Granada. No sigue el enfoque de la asignatura pero se pueden encontrar temas interesantes, enlaces, problemas...
- [http://mediaplayer.group.cam.ac.uk/component/option,com\\_mediadb/task/view/idstr,U-MSM\\_HB-TD-Thermodynamics/Itemid,69](http://mediaplayer.group.cam.ac.uk/component/option,com_mediadb/task/view/idstr,U-MSM_HB-TD-Thermodynamics/Itemid,69) página web sobre Termodinámica de la Univ. de Cambridge, hay vídeos, etc...
- <http://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/thermodynamics/> página web del profesor Spakovszky del M. I. T. que incluye un curso de Termodinámica más orientado a la



ingeniería que el que proponemos aquí.

- <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/index.htm> Lugar (del M. I.T.) donde encontrar cursos de pregrado y de postgrado de distintas materias de Física. Incluye cursos, notas de clase, problemas resueltos y una lista de los exámenes realizados durante los últimos años con sus soluciones.
- <http://www.youtube.com/watch?v=dHTSbgjJUCM>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - Lección magistral/expositiva

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

- Al finalizar el primer cuatrimestre, se realizará una prueba parcial de los contenidos vistos en clase hasta esa fecha (teoría y problemas), que computará a la nota final de la asignatura con un peso total del 40%.
- Examen final de teoría-problemas de la asignatura que supondrá otro 30% de la nota final.
- La realización y entrega de los informes de prácticas de laboratorio supondrá un 20% de la calificación final.
- El 10% restante provendrá de la realización de pruebas y/o ejercicios en clase. Posiblemente se haga un pequeño control en el primer cuatrimestre (5%) y otro en el segundo cuatrimestre (5%).

Tras recibir la calificación del examen correspondiente al primer cuatrimestre, el alumno podría optar, comunicándolo al profesor en las fechas señaladas por éste, por realizar en la convocatoria ordinaria un examen final ampliado en lugar del normal lo que supondría, en su caso, el 70 % de la calificación final.

Para promediar como se indica en los apartados anteriores, es necesario obtener al menos 4.5 puntos sobre 10, tanto el bloque de las prácticas de la asignatura como en la prueba parcial y examen final (o examen final ampliado si es el caso).

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Examen final con preguntas de teoría y problemas de la materia impartida en el curso (80%) y, para quien haya suspendido las prácticas, un examen de prácticas (20%). Para aprobar la asignatura se deberá obtener al menos 4.5 puntos en cada examen. Aquellos estudiantes que, habiendo superado la parte de prácticas, deseen mejorar su calificación en esta parte, podrán optar por renunciar a dicha calificación y realizar un examen de prácticas, previa solicitud al profesor en el tiempo y forma que éste indique.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Según se contempla en la “Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada” aquellos estudiantes que, en los supuestos contemplados en dicha normativa, no puedan cumplir con el método de evaluación continua, podrán solicitar al Director del Departamento de acuerdo con dicha normativa, acogerse a la evaluación única final. En tal



caso, la nota final se obtendrá mediante dos pruebas:

- La primera, que se realizará en la misma fecha que la convocatoria ordinaria y que representará un 80 % de la calificación final, consistirá en un examen en la que se evaluarán los contenidos teóricos y la resolución de problemas de la asignatura.
- La segunda, que supondrá el 20% de la calificación final consistirá en un examen de prácticas.

Para aprobar la asignatura se deberá obtener al menos 4.5 puntos en cada prueba.

Adicionalmente y siguiendo las recomendaciones de la CRUE y del Secretariado de Inclusión y Diversidad de la UGR, los sistemas de adquisición y de evaluación de competencias recogidos en esta guía docente se aplicarán conforme al principio de diseño para todas las personas, facilitando el aprendizaje y la demostración de conocimientos de acuerdo a las necesidades y la diversidad funcional del alumnado.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Queda terminantemente prohibido el uso de teléfonos móviles durante las clases presenciales de teoría y problemas.

