

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
TERMODINÁMICA Y FÍSICA ESTADÍSTICA	TERMODINÁMICA	2º	1º y 2º	12 ECT	Obligatoria
PROFESORES <sup>(1)</sup>			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<b>Grupo A</b> (Teoría) Roque Hidalgo Álvarez <b>Grupo B</b> (Teoría) Antonio I. López Lacomba <b>(Prácticas A y B)</b> Francisco Martínez López Daniel Pérez Ramírez Juan de Vicente Álvarez-Manzaneda			Facultad de Ciencias Dpto. de Física Aplicada: despachos nº 8, 11, 19 y SF1, teléf.: 958-243 213 ,- 240 073 ,-249 751, 245 148. <a href="mailto:rhidalgo@ugr.es">rhidalgo@ugr.es</a> , <a href="mailto:franciscomlop@ugr.es">franciscomlop@ugr.es</a> , <a href="mailto:dperez@ugr.es">dperez@ugr.es</a> , <a href="mailto:jvicente@ugr.es">jvicente@ugr.es</a> . Dpto. de Electromagnetismo y Física de la Materia: Planta baja ,despacho 5 , teléfono 958 243 210, <a href="mailto:ailopez@ugr.es">ailopez@ugr.es</a>		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS <sup>(1)</sup>		
			Roque Hidalgo Álvarez. Lunes, martes y miércoles : 12:00 -14:00 h. Francisco Martínez López. Martes y miércoles: 11:00-14:00 Daniel Pérez Ramírez. Viernes de 12:00 -14:00 Juan de Vicente: Martes y miércoles de 10:30 – 12:30. Antonio López Lacomba: Primer cuatrimestre. Lunes y jueves de 10:00 a 13:00. Segundo cuatrimestre: Lunes de 10:00 a 13:00 y jueves de 17:00 a 20:00		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		

<sup>1</sup> Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(∞) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" ([http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/!](http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/))

Grado en Física	Cumplimentar con el texto correspondiente, si procede
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)	
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)	
<p>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.</p>	
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS	
<p><b>Transversales o Generales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CT1 Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• CT2 Capacidad de organización y planificación.</li> <li>• CT3 Comunicación oral y/o escrita.</li> <li>• CT6 Resolución de problemas.</li> <li>• CT7 Trabajo en equipo.</li> <li>• CT8 Razonamiento crítico.</li> <li>• CT10 Creatividad.</li> </ul> <p><b>Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CE1: Conocer y comprender los fenómenos y las teorías físicas más importantes.</li> <li>• CE2: Estimar órdenes de magnitud para interpretar fenómenos diversos.</li> <li>• CE4: Medir, interpretar y diseñar experiencias en el laboratorio o en el entorno</li> <li>• CE5: Modelar fenómenos complejos, trasladando un problema físico al lenguaje matemático.</li> <li>• CE7: Transmitir conocimientos de forma clara tanto en ámbitos docentes como no docentes.</li> <li>• CE9: Aplicar los conocimientos matemáticos en el contexto general de la física.</li> </ul>	
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de los estados de equilibrio</li> <li>• Conocer los Principios de la Termodinámica y sus consecuencias</li> <li>• Conocer los potenciales termodinámicos como descripción completa de un sistema termodinámico</li> <li>• Comprender la relación directa entre el formalismo termodinámico y los experimentos</li> <li>• Utilizar el formalismo termodinámico, junto con información adicional (ecuaciones de estado, calores específicos), para la resolución de problemas particulares.</li> <li>• Conocer los principios, técnicas e instrumentos de medida y los fenómenos de interés en Termodinámica</li> </ul>	



## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

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

Termología: 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.

#### TEMARIO PRÁCTICO:

##### Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Determinación del coeficiente adiabático de un gas. Varios métodos.  
Práctica 2. Calor específico de líquidos.  
Práctica 3. Radiación del cuerpo negro: gases ideales cuánticos  
Práctica 4. Termometría: efectos termoeléctricos (Seebeck y Peltier), termistores, etc.  
Práctica 5. Transiciones de fase: calor latente de vaporización y punto crítico. Varios métodos  
Práctica 6. Conductividad térmica de sólidos.  
Práctica 7. Coeficiente de Joule-Kelvin.  
Práctica 8. Ondas térmicas.  
Práctica 9. Calor específico de sólidos.  
Práctica 10. Dilatación de sólidos.  
Práctica 11. Radiación del cuerpo negro.  
Práctica 12. Termodinámica de gases.  
Práctica 13. Termodinámica de pilas galvánicas y sistemas elásticos.  
Práctica 14. Medida de la tensión superficial de líquidos: varios métodos.  
Práctica 15. Bomba de calor.  
Práctica 16. Determinación de la temperatura de Curie.

#### 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.
- 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.
- 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,CU-MSM\\_HB-TD-Thermodynamics/Itemid,69](http://mediaplayer.group.cam.ac.uk/component/option,com_mediadb/task,view/idstr,CU-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/> páginaWeb 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

##### 1. Clases teóricas-expositivas:

Descripción: Presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos de mayor dificultad e importancia conceptual. Se propondrá al alumnado completar algunos desarrollos y la realización de estudios de casos particulares que se revisarán en clases de problemas y/o tutorías.

Propósito: Transmitir los contenidos de la asignatura motivando en el alumnado la reflexión y la iniciativa, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y contribuyendo al desarrollo de una mentalidad *física* crítica.

Duración: 75 horas presenciales.

##### 2. Clases prácticas de problemas:

Descripción: Al comienzo de cada tema de teoría se proporcionan relaciones de problemas con objeto de que puedan ir resolviéndolos conforme se avanza en el estudio. Con posterioridad podrán presentar algunos de ellos resueltos y se resolverán otros en clase por parte del profesor o de los estudiantes.

Propósito: Fomentar las habilidades analíticas de los estudiantes y el dominio de los conceptos teóricos.

Duración: 25 horas presenciales.

##### 3. Clases prácticas de laboratorio:

Descripción: Se propone la realización de 5 prácticas de laboratorio. Cada una de ellas consta de 1 hora de exposición teórica del fenómeno a estudiar y 3 horas para su realización práctica en el laboratorio



Propósito: Conocer los principios, técnicas e instrumentos de medida y fenómenos de interés en Termodinámica.  
Duración: 20 horas presenciales.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

- Exámenes parciales de teoría-problemas. Sólo se elimina materia si se aprueban ambos parciales. Examen final de teoría-problemas, 70% de la calificación.
- Resultados de los problemas propuestos durante el curso, 10% de la calificación.
- Resultados de las prácticas de laboratorio, 20% de la calificación.
- Se contempla una evaluación única final para aquellos estudiantes que acogiéndose a la normativa vigente en la UGR la soliciten a principio de curso. La prueba consistirá en un examen sobre los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA “NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA”

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

Cumplimentar con el texto correspondiente en cada caso

