

## GUÍA DOCENT

### **TÈCNIQUES EXPERIMENTALS EN TERMODINÀMICA**

**LLliciat en Física**

CURSO 2007-2008

M<sup>a</sup> Amparo Gilabert Navarro  
Alejandro Casanovas Vázquez  
Ernesto López Baeza  
Enric Valor i Micó

DEPARTAMENT DE FÍSICA DE LA TERRA I TERMODINÀMICA

## I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

<b>Nom de l'assignatura:</b>	TÉCNICAS EXPERIMENTALES EN TERMODINÁMICA
<b>Caràcter:</b>	Troncal
<b>Titulació:</b>	LICENCIADA/O EN FÍSICA
<b>Cicle:</b>	1º
<b>Departament:</b>	Física de la Terra i Termodinàmica
<b>Professor/a responsable:</b>	<p><b>Mª Amparo Gilabert Navarro</b>  <a href="mailto:M.Amparo.Gilabert@uv.es"><u>(M.Amparo.Gilabert@uv.es)</u></a></p> <p>Grupo BCL1, 6 ECTS laboratorio</p> <p><b>Alejandro Casanovas Vázquez</b>  <a href="mailto:Alejandro.Casanovas@uv.es"><u>(Alejandro.Casanovas@uv.es)</u></a></p> <p>Grupo AL2, 6 ECTS laboratorio</p> <p><b>Ernesto López Baeza</b>  <a href="mailto:Ernesto.Lopez@uv.es"><u>(Ernesto.Lopez@uv.es)</u></a></p> <p>Grupo B, 1.5 ECTS de teoría y Grupo BCL2, 6 ECTS laboratorio</p> <p><b>Enric Valor i Micó</b>  <a href="mailto:Enric.Value@uv.es"><u>(Enric.Value@uv.es)</u></a></p> <p>Grupo A, 1.5 ECTS de teoría</p>

## II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura de Técnicas Experimentales en Termodinámica es una materia troncal de segundo curso de la Licenciatura en Física, cuya duración es anual. En el Plan de Estudios en vigor (Plan 2000) se dispone de 1,5 créditos teóricos y 6 créditos de laboratorio. Es una asignatura que se complementa con la materia Termodinámica (también troncal de segundo curso de la licenciatura) y que, por tanto, ilustra de forma práctica los fenómenos descritos en ella y facilita la comprensión de los conceptos introducidos en dicha materia.

## III.- VOLUMEN DE TRABAJO

La asignatura es de 7.5 créditos ECTS, lo que va a suponer –considerando unas 25.7 h por ECTS- un volumen total de trabajo de 193 horas para el estudiante. El desglose se indica en la tabla siguiente.

<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>HORAS</b>
<b>PARTE DE TEORÍA</b>		
Asistencia a clases teóricas	Clases magistrales teórico-prácticas: 1 hora/semana x 15 semanas	15
Estudio de los contenidos de la clase teórica	Trabajo individual 1.5 horas/semana x 15 semanas	22.5
Asistencia a tutorías	Trabajo individual: para consultar dudas	10
Estudio/preparación de exámenes	Trabajo individual 10 horas	10
Realización de exámenes	Prueba escrita individual 2 horas/sesión x 2 sesiones	4
<b>PARTE LABORATORIO</b>		
Asistencia a la sesión "Introducción al Laboratorio de TET"	Clase magistral 4 horas/sesión x 1 sesión	4
Estudio de los contenidos de la clase introductoria y repaso de conceptos previos	Trabajo individual 4 horas/sesión x 1 sesiones	4
Preparación de la sesión de prácticas	Trabajo individual 0.5 horas/sesión x 13 sesiones	6,5
Asistencia a clases de laboratorio	Trabajo por parejas: Realización de experimentos en sesiones de laboratorio y anotación en el cuaderno de laboratorio. Trabajo tutorizado por el profesor/a. 4 h/ sesión x 13 sesiones	52
Asistencia a tutorías	Individualmente o por parejas para consultar dudas o solicitar ayuda en la preparación de informes	15
Realización de dos memorias	Trabajo por parejas 6 h/ memoria x 2 memorias	12
Preparación prueba sesión de presentación oral	Trabajo por parejas 8 h/ sesión x 1 sesión	8
Presentación oral	Sesión oral participativa de presentación de trabajos prácticos 4 h/ sesión x 1 sesión	4
Estudio/preparación prueba escrita	Trabajo individual 10 horas/prueba x 2 pruebas	20
Realización de exámenes	Prueba escrita individual 2 horas/sesión x 2 sesiones	4
Actividades complementarias	Conferencia del ciclo de la facultad de física (asistencia y resumen argumentado)	2
<b>TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO</b>		<b>193</b>

#### IV.- OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales de las Técnicas Experimentales en Termodinámica deben fomentar tanto el desarrollo del método experimental como la comprensión de los conceptos fundamentales de esta parte de la Física, complementando y sirviendo de apoyo a la asignatura de Termodinámica. Así, además de facilitar el aprendizaje de conceptos e ilustrar de forma práctica los fenómenos de la Termodinámica, se pretende que el estudiante conozca, reconozca y aplique diversas técnicas e instrumentos de medida relacionados con esta ciencia, familiarizándolo en su uso y permitiendo el desarrollo de habilidades en su manipulación, así como en la toma y tratamiento de datos. El alumno debe saber utilizar con propiedad el lenguaje científico, tanto de forma verbal como en informes escritos.

#### V.- CONTENIDOS MÍNIMOS

A continuación se establecen los contenidos mínimos de la parte teórica, así como la relación de las prácticas de laboratorio a llevar a cabo en la asignatura.

##### Contenido teórico:

##### 1.- Medida de la temperatura I. Generalidades.

- Introducción. Notas históricas
- Concepto de temperatura
- Concepto de termómetro y escala de temperatura
- Termómetro de gas
- Escala Internacional de Temperaturas (ITS 90)
- Consideraciones prácticas

##### 2.- Medida de la temperatura II. Termómetros.

- Termómetros de dilatación
  - De líquido en vidrio
  - Bimetálicos
- Termómetros de resistencia
  - Termómetros metálicos
  - Termistores
- Termopares
- Pirómetros de radiación
- Otros termómetros

##### 3.- Medida de la presión y la humedad.

- Concepto de presión y unidades
- Medida de la presión
- Barómetros de mercurio
- Concepto de humedad atmosférica. Índices de humedad
- Tipos de higrómetros
- Psicrómetro. Diagrama psicrométrico

#### 4.- Propiedades térmicas de la materia. Conducción del calor.

- Transmisión del calor. Mecanismos básicos: conducción, convección y radiación
- Conducción del calor: Ley de Fourier
- Propiedades de la conductividad
- Ecuación general. Difusividad térmica
- Medida de las propiedades térmicas: capacidad calorífica, conductividad y difusividad térmicas.

#### Prácticas de laboratorio:

<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Termómetro de gas</li><li>➤ Calibrado de un termopar</li><li>➤ Coeficiente de dilatación</li><li>➤ Coeficiente adiabático de gases</li><li>➤ Procesos adiabáticos en gases</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Termoelectricidad: Módulo Peltier</li><li>➤ Ley de enfriamiento de Newton</li><li>➤ Flujo de calor en barras metálicas</li><li>➤ Ondas térmicas</li><li>➤ Radiación térmica</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Crioscopía</li><li>➤ Curva de equilibrio líquido-vapor del agua</li><li>➤ Punto eutéctico</li><li>➤ Equilibrios líquido-vapor en mezclas binarias</li><li>➤ Diagrama de miscibilidad del sistema agua+fenol</li><li>➤ Equilibrio sólido-vapor del carbamato amónico</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Termodinámica de las pilas reversibles</li><li>➤ Efusión de gases</li><li>➤ Maquinas térmicas</li><li>➤ Interpretación microscópica de S y T</li><li>➤ Temperatura de Curie de la aleación monel</li><li>➤ Variación de la tensión superficial con la temperatura</li></ul>

*NOTA: Cada profesor escogerá las 13 prácticas a realizar por sus alumnos de entre las 22 propuestas, intentando realizar al menos 1 práctica de cada uno de los cuatro bloques temáticos propuestos.*

## **VI.- DESTREZAS A ADQUIRIR**

Se pretende que con este módulo se adquieran las siguientes destrezas:

- ✓ Conocer los procesos, técnicas e instrumentos de medida propios de la Termodinámica.
- ✓ Aplicar el método científico en la resolución de trabajos experimentales.
- ✓ Realizar medidas en el laboratorio siguiendo un protocolo preestablecido.
- ✓ Estimar los errores sistemáticos y aleatorios e identificar las estrategias para minimizarlos.
- ✓ Aplicar adecuadamente el ajuste por regresión lineal y estimar los parámetros de un modelo (magnitud física de interés) a partir del mismo.
- ✓ Desarrollar la intuición física, aprendiendo a realizar estimaciones para distinguir lo relevante de lo accesorio, así como para reconocer un resultado fallido (aunque esté dentro del margen de error permitido).
- ✓ Saber interpretar adecuadamente los resultados experimentales y extraer conclusiones de los mismos.
- ✓ Elaborar informes científicos de calidad (prestando atención no sólo al lenguaje científico sino también a la construcción de tablas y figuras).
- ✓ Aprender a utilizar aplicaciones y equipos informáticos para la adquisición, tratamiento y análisis de los datos.

## **VII.- HABILIDADES SOCIALES**

- ✓ Capacidad para trabajar de forma ordenada y habilidad para organizarse el tiempo, planificando las estrategias a seguir para la consecución de un objetivo.
- ✓ Capacidad para trabajar en equipo.
- ✓ Fomentar el espíritu crítico y la capacidad de superación frente a resultados erróneos, desarrollando actitudes y valores que garanticen un comportamiento ético en la actividad del estudiante tanto en la universidad como fuera de ella a lo largo de su vida profesional.
- ✓ Capacidad de elaborar textos científicos de rigor.
- ✓ Capacidad para la comunicación oral del trabajo realizado.
- ✓ Habilidad para argumentar y defender los resultados científicos.

## **VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL**

<b>TEMAS DE TEORÍA</b>		<b>Num. semanas</b>
1	Medida de la temperatura I. Generalidades.	3
2	Medida de la temperatura II. Termómetros.	4
3	Medida de la presión i la humedad.	4
4	Propiedades térmicas de la materia. Conducción del calor.	4
		<b>Total</b>
		<b>15</b>

<b>PRÁCTICAS DE LABORATORIO</b>		<b>Num. semanas</b>
1	"Introducción al Laboratorio de Técnicas Experimentales de Termodinámica"	1
2	Práctica 1	1
3	Práctica 2	1
4	Práctica 3	1
5	Práctica 4	1
6	Práctica 5	1
7	Práctica 6	1
8	Práctica 7	1
9	Práctica 8	1
10	Práctica 9	1
11	Práctica 10	1
12	Práctica 11	1
13	Práctica 12	1
14	Práctica 13	1
15	Sesión de presentación oral	1
		<b>Total</b>
		<b>15</b>

## IX.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

### Textos para la parte de teoría:

➤ **Básicos:**

- GRANGER, RA (eds.) (1998): *Experiments 'in' heat 'transfer' and Thermodynamics.* Cambridge University Press
- QUINN, T J. (1990): *Temperature.* Academic Press.
- SCHOOLEY, J F. (1986): *Thermometry.* CRC Press, Inc.

➤ **Complementarios:**

- SQUIRES, G L. (1994). *Practical Physics.* 3rd ed Cambridge University Press. (versió castellana en MacGraw-Hill, 1972)
- OMEGA Engineering (2007). Technical Reference Section  
[\(http://www.omega.com/temperature/Z/zsection.asp/\)](http://www.omega.com/temperature/Z/zsection.asp/)
- Omega Engineering (2007): Temperature Measurement  
[\(http://www.omega.com/prodinfo/temperaturemeasurement.html/\)](http://www.omega.com/prodinfo/temperaturemeasurement.html/)

## Textos para las prácticas de laboratorio:

### ➤ Básicos:

- AGUILAR PERIS, J. (1984). *Curso de Termodinámica*, Alhambra, Madrid, 704 pp.
- GUIONES DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE TERMODINÁMICA (<http://pizarra.uv.es>).
- J.A. MANZANARES, S. MAFÉ, M.A. GILABERT, J. PELLICER, J. GARRIDO (2002). Apuntes: "El lenguaje de la Física experimental o cómo expresar correctamente los resultados científicos, Departament de Física de la Terra y Termodinàmica.

### ➤ Complementarios:

- *Handbook of Chemistry and Physics*. 73rd. edition (1993) CRC Press, Inc. London
- RAZNJEVIC, K. (1976): *Handbook of Thermodynamics. Tables and Charts*. Hemisphere, Pub. Corp. Washington.
- SÁNCHEZ DEL RIO, C (1989): *Análisis de errores*. Eudema, Madrid 1989.
- TAYLOR, J R. (1997) *An Introduction to Error Analysis*. 2nd ed University Science Books, Sausalito, California.

Cualquier otro tipo de material de interés que el profesor considere oportuno transmitir a los estudiantes será depositado en **el Aula Virtual** (<http://pizarra.uv.es>).

## X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los alumnos disponen de una serie de conocimientos previos adquiridos en el módulo de Técnicas Experimentales en Física General.

## XI.- METODOLOGÍA

La asignatura tiene dos partes con una metodología bien diferenciada: 1) Teoría y problemas (clases de pizarra) y 2) Laboratorio. El desarrollo de las clases es el siguiente:

### 1) Teoría y problemas

Los créditos teóricos de la asignatura se estructuran en sesiones de 1 hora semanales, a lo largo del primer cuatrimestre. La metodología de trabajo se puede clasificar en los siguientes apartados:

#### (i) Temas de teoría

Las lecciones o temas propiamente dichos serán explicados por el profesor según el modelo de **lección magistral dialogada**. Los estudiantes tienen acceso a las transparencias de los temas y los boletines de problemas a través del **Aula virtual**. Cada tema contiene los conceptos y explicaciones necesarias para la posterior resolución de problemas y para ser aplicados en la parte de laboratorio.

## (ii) Resolución de problemas

Esta parte tiene una doble vertiente, contempla el estudio individual y la participación de los estudiantes en clase. Los estudiantes disponen de una colección de problemas, estructurada en boletines por temas, que deberán resolver ellos mismos en el aula y/o individualmente. En el tiempo dedicado en cada sesión semanal a la resolución de problemas, los estudiantes resolverán en la pizarra los ejercicios más significativos de cada tema. Los alumnos podrán plantear ejercicios que consideren interesantes y que no formen parte de la colección.

Como regla general se irán alternando a lo largo de las clases la teoría y los problemas asociados a ella en cada momento, promoviendo la resolución de los problemas por parte de los alumnos en pequeños grupos durante un tiempo limitado durante el cual habrá interacción directa entre el profesor y los estudiantes. Tras este intervalo de tiempo, un estudiante de uno de los grupos saldrá a la pizarra a resolver el problema.

## 2) Prácticas de laboratorio

Los 6 créditos prácticos se han distribuido en 15 sesiones de 4h de duración.

- En la sesión 1 se realizará una clase de tipo lección magistral dialogada de INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO DE TÉCNICAS EXPERIMENTALES DE TERMODINÀMICA. Los contenidos de esta clase hacen referencia, por una parte, a las normas de funcionamiento propias de este laboratorio y, por otra, a la lección "El lenguaje de la física experimental (o como expresar correctamente los resultados científicos)".
- En la sesiones 2 a la 14 se realizarán prácticas de laboratorio (13 en total, escogidas por el profesor del grupo de entre un total de 22 disponibles). Las prácticas cuentan con un guión detallado con indicaciones del procedimiento experimental a seguir. El estudiante deberá haber leído el guión de la práctica con antelación, de modo que cuando el profesor encargado realice una pequeña explicación de la práctica al principio de la sesión sea capaz de preguntar dudas y de solicitar las aclaraciones necesarias para empezar a realizar la práctica.
  - A estas sesiones acuden 16 alumnos/profesor, que se distribuyen por parejas, de modo que cada profesor tutela la realización de 4 prácticas diferentes (porque están duplicadas).
  - Cada pareja debe llevar una **libreta de laboratorio** –que será supervisada por el profesor- y en la que debe registrar en cada sesión todos los detalles relativos a la realización de la práctica: esquemas de montajes e información de material empleado, adquisición de datos, tratamiento de los mismos (incluyendo tablas, gráficas, cálculo de errores, comentarios, etc.). En general, debe anotar en este cuaderno cualquier detalle que, a su criterio, le parezca relevante y que le ayude a la comprensión de la práctica. No hay que olvidar que esta libreta les servirá a los estudiantes a preparar la prueba escrita de laboratorio.
  - Los estudiantes deben realizar completamente la práctica (incluyendo tratamiento de los datos y comentario) durante la sesión de laboratorio. Antes de abandonar el laboratorio deben entregar al profesor la libreta del laboratorio para su supervisión, de modo que les será entregada al inicio de la sesión siguiente.
    - Excepción: los estudiantes no entregarán la libreta las dos sesiones en las que realizarán prácticas de las que deberán confeccionar una memoria.

- De dos prácticas (según criterio dictaminado por el profesor de cada grupo) los estudiantes realizarán una **memoria** escrita. Esta memoria debe ser entregada al profesor para su evaluación al inicio de la sesión siguiente. Necesariamente debe contar con los apartados:
  - Objetivos
  - Fundamentos teóricos
  - Procedimiento experimental
  - Resultados
  - Discusión
  - Bibliografía
- En la sesión 15 se realizará una SESIÓN DE PRESENTACIÓN ORAL de resultados. El profesor de cada grupo especificará a sus alumnos las características de esta sesión (incluyendo el material de la prácticas a presentar) que se pretende que sea una clase altamente interactiva y participativa. Es una sesión evaluable, no sólo de las destrezas adquiridas, sino de las habilidades de tipo social o transversales.

## XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Los pesos de la parte de teoría y de laboratorio en la nota final son de un 20% y 80%, respectivamente, de acuerdo con la proporción de créditos asignados a las dos partes. Para poder “sumar” las notas obtenidas en las dos partes hará falta obtener como mínimo 3 puntos sobre 10 en la parte de teoría y 4 sobre 10 en la parte de laboratorio. La calificación final ponderada tendrá que ser como mínimo de 5 sobre 10 para poder superar la asignatura.

- La parte de teoría se evaluará mediante una prueba escrita compuesta por 20 cuestiones cortas teórico/prácticas. Los alumnos que hayan asistido a la conferencia organizada por el centro sólo responderán a 15 de las 20 cuestiones (el profesor indicará cuáles).
- La parte de laboratorio se evaluará en base a tres contribuciones:
  - El 20% se evaluará a través de una prueba escrita compuesta por 20 cuestiones cortas y/o cuestiones de tipo test teórico/prácticas.
  - El 10% se evaluará en base al cuaderno de laboratorio, que deben entregar al final de cada sesión de laboratorio.
  - El 50% restante tendrá en cuenta la nota obtenida por cada una de las dos memorias entregadas y la nota obtenida por la presentación oral del trabajo.

Se observa, que dado que los alumnos deben trabajar en parejas, el 40% de la nota total (procedente de las dos pruebas escritas) será de carácter individual y el 60% de la nota será común a los dos miembros de la pareja.

La parte correspondiente a la prueba escrita, tanto de teoría como de laboratorio, es perfectamente objetivable al tratarse de cuestiones cortas y/o de tipo test. En la calificación de las memorias se valorarán los siguientes aspectos: ¿está bien presentada la memoria?\*, ¿es un trabajo de equipo o dos partes que se han unido para presentarse como memoria?, ¿se ha revisado la memoria antes de entregarla?, ¿se presentan los conceptos físicos de forma **clara y concisa**?, ¿se ha realizado bien la práctica?, ¿es correcto el análisis físico y estadístico de los resultados?, ¿las gráficas y tablas están bien presentadas y corresponden a los resultados más importantes?, ¿se corresponde el resumen de

\* *Bien presentada no significa elaborada con ordenador, sino que sea de fácil lectura, que esté bien organizada, etc.*

la práctica con los objetivos?, ¿la comparación con los datos disponibles en libros y manuales de tablas es apropiada?, ¿son específicas las recomendaciones presentadas?, etc.

En relación a la valoración de la presentación oral el profesor deberá tener en cuenta fundamentalmente la claridad en la presentación y la defensa del trabajo frente a las cuestiones que surjan tanto por parte de sus compañeros como del profesor.

La siguiente tabla especifica el desglose de la calificación por conceptos:

<b>CONCEPTO</b>	<b>NOTA (puntos sobre 10)</b>
Prueba escrita teoría	Alumnos que hayan asistido a la conferencia: 15 cuestiones (la conferencia en este caso se valora con el 5% del total)
	Alumnos que no hayan asistido a la conferencia: 20 cuestiones
Prueba escrita laboratorio (20 cuestiones)	2.0
Libreta de laboratorio	1.0
Realización de 2 memorias y presentación oral de una práctica	5.0
<b>TOTAL</b>	<b>10.0</b>

*La nota de las casillas sombreadas es común a los dos miembros de la pareja. Los cuatro puntos restantes (casillas no sombreadas) los pueden obtener de forma individual.*