

GUÍA DOCENTE

TERMODINÁMICA

Grupo B

1^{er} cuatrimestre: Prof. José A. Manzanares

2^o cuatrimestre: Prof. Javier Garrido

I.- DATOS INICIALES DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la asignatura:	Termodinámica
Créditos:	10,5 (6,0 T + 4,5 P)
Carácter:	Troncal
Titulación:	Licenciado en Física
Ciclo:	1º
Departamento:	Física de la Tierra y Termodinámica
Profesores responsables (Grupo B):	José Antonio Manzanares, Javier Garrido

II.- INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA

La asignatura Termodinámica es una materia troncal de 10,5 ECTS que se imparte a lo largo de todo el segundo curso de la Licenciatura en Física. Dado que los conceptos y métodos de la termodinámica son de aplicación a todo tipo de sistemas físicos, la asignatura guarda una estrecha relación con muchas otras asignaturas de la titulación, si bien destaca su complementariedad con las Técnicas Experimentales de Termodinámica y con la Física Estadística.

III.- VOLUMEN DE TRABAJO

Tratándose de una materia troncal donde se presentan contenidos esenciales para otras asignaturas de la titulación, se considera que el volumen de trabajo por crédito debe ser algo superior a 25 h/crédito, sin superar el límite superior de 30 h/crédito.

Asistencia a clases teóricas:

De las 105 h de docencia presencial, 60 h se dedicarán al desarrollo del temario.

Asistencia a clases prácticas de problemas:

De las 105 h de docencia presencial, 30 h se dedicarán a la resolución de problemas para facilitar la asimilación de los conceptos teóricos.

Asistencia a tutorías:

De las 105 h de docencia presencial, 15 h corresponden a trabajo tutelado en grupos reducidos en las clases de tutorías. El sistema de evaluación propuesto fomenta la participación de los estudiantes durante todo el curso y su asistencia a tutorías. Este sistema permite una interacción más próxima con el profesor y una mejor identificación de las dificultades (tanto de tipo conceptual como de destrezas) que encuentra el estudiante, con lo que se puede programar el trabajo complementario a realizar por el estudiante para superar la asignatura.

Estudio-preparación clases de teoría:

Las clases teóricas se desarrollan utilizando tanto medios audiovisuales como la lección magistral. Inicialmente, el estudiante debe realizar un trabajo de descarga del material didáctico desde el servidor web Aula Virtual así como un trabajo de impresión/fotocopia (1 h/cuatrimestre). Además de la asistencia a clase, el trabajo de los estudiantes se centrará en un repaso semanal, en el que se deberán identificar los conceptos y ecuaciones más importantes, así como realizar aquellas demostraciones o cuestiones que hayan sido propuestas en clase (unas 29 h/cuatrimestre). Se aconseja la consulta de los libros de texto recomendados.

Preparación de clases de problemas:

Dado que las clases de problemas requieren, por lo general, una alta participación de los estudiantes y los problemas serán planteados y discutidos pero no siempre resueltos con todo detalle, se espera que los estudiantes dediquen al menos 1/2 h previa, preferentemente al hacer el repaso semanal teórico de la asignatura) y 1/2 h posterior a cada clase de problemas para completar la resolución de los problemas propuestos (unas 30 h en total). La colección de problemas propuestos es intencionadamente extensa e incluye algunos que no se plantearán en clase y que el estudiante debe trabajar por su cuenta, preferentemente discutiendo y planificando su resolución con otros compañeros (este labor requiere 15 h aprox.). Finalmente, se recomienda dedicar otras 15 h a la consulta y estudio de libros de problemas resueltos.

Asistencia a tutorías:

El sistema de evaluación propuesto fomenta la participación de los estudiantes durante todo el cuatrimestre y su asistencia a tutorías, fundamentalmente en relación con los problemas que se han explicado en clase o que el estudiante está estudiando por su cuenta. Se recomienda una asistencia semanal de 15 min, preferentemente en grupos de dos o tres estudiantes ($12 \text{ h} \times 1/4 = 3 \text{ h}$).

Asistencia a conferencias:

Se recomienda la asistencia a la conferencia de temática afín programada por la Facultad de Física para este curso académico.

Realización de trabajos tutelados:

En cada cuatrimestre el estudiante deberá acudir a siete clases de tutorías. Además de permitir una discusión más personalizada e informal de los conceptos y métodos de la asignatura, en cada una de ellas se le propondrán trabajos a realizar tanto en la misma clase de tutoría como en casa. En este último caso, los trabajos se realizarán de forma individual y se entregarán, y posiblemente se defenderán, en la siguiente clase de tutorías. Uno de dichos trabajos podrá ser la elaboración de un trabajo sobre la conferencia a la que han asistido.

Estudio para preparación de exámenes:

La preparación de un examen consiste fundamentalmente en el repaso de los conceptos que serán objeto de las cuestiones (unas 15 h) y en el repaso de los problemas trabajados durante el curso (unas 15 h).

Realización de exámenes:

Se prevé la ejecución de dos convocatorias de exámenes parciales, cada una de los cuales constante de una parte de teoría y otra de problemas y requiere un total de 3 h. Los exámenes finales (julio y septiembre) están a su vez subdivididos en primer y segundo parcial y requieren un total de 5h.

En síntesis:

Actividad	Descripción	Horas
Asistencia a clases teóricas	30 semanas $\times$ 2h/semana	60
Preparación de clases teóricas	Compresión de conceptos y métodos	75
Asistencia a clases prácticas	30 semanas $\times$ 1h/semana	30
Preparación de clases prácticas	Resolución de problemas	60
Asistencia a tutorías	14 semanas alternas $\times$ 1h/semana	7
Realización de trabajos tutelados	Resolución de ejercicios y tareas propuestas	28
Asistencia a conferencia	Conferencia afín a la asignatura dentro del Ciclo de Conferencias de la Facultat	1
Realización de trabajo sobre conferencia	Memoria sobre la conferencia afín	8
Estudio preparación exámenes	Exámenes parciales y/o final	30
Realización de exámenes	3 exámenes $\times$ 3h/examen	9
TOTAL VOLUMEN DE TRABAJO		308

IV.- OBJETIVOS GENERALES

Formación fundamental sobre la influencia de la energía térmica en la evolución de los sistemas físicos (postulados de la termodinámica). Comprensión de conceptos termodinámicos tales como energía interna, entropía, temperatura, potenciales termodinámicos, relación termodinámica fundamental, reversibilidad, etc. Métodos de la termodinámica: deducción de relaciones termodinámicas, uso de distintas representaciones (entrópica, Gibbs, Helmholtz, ...), diagramas termodinámicos, etc. Desarrollo de la capacidad de aplicación de estos conceptos y métodos a una gran diversidad de sistemas físicos. Se pretende asimismo dar a conocer las técnicas experimentales con las que se observan las distintas magnitudes termodinámicas.

V.- CONTENIDOS MÍNIMOS

Los contenidos básicos de esta asignatura corresponden a su perfil B.O.E., es decir, estados de equilibrio, primer y segundo principios de la termodinámica, potenciales termodinámicos, transiciones de fase y procesos irreversibles.

VI.- DESTREZAS A ADQUIRIR

- Capacidad de identificar los aspectos esenciales de los fenómenos físicos observados y describirlos cuantitativamente empleando el formalismo teórico adecuado.
- Capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos a todo tipo de sistemas físicos para su posterior aprovechamiento en diversas asignaturas del grado.
- Conocimiento de órdenes de magnitud de los valores numéricos de las magnitudes termodinámicas.
- Conversión de unidades.
- Interpretación y presentación de información en forma de gráficas.

VII.- HABILIDADES SOCIALES

- Autoconfianza.
- Capacidad de trabajo en pequeños grupos.
- Capacidad de argumentación y exposición lógica.
- Comunicación oral y escrita en ámbito científico.

VIII.- TEMARIO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Tema	Título y contenido	Horas
1	Naturaleza de la Termodinámica ¿Qué es la Termodinámica? Fenómenos de carácter termodinámico. Descripción termodinámica de sistemas físicos.	2
2	Postulados de la Termodinámica Energía interna. Estados de equilibrio termodinámico. El problema básico de la Termodinámica. Postulados sobre la entropía. Representaciones entrópica y energética. Ecuación de Gibbs. Matemáticas de la Termodinámica (relaciones entre derivadas parciales evaluadas bajo distintas ligaduras).	3
3	Condiciones de equilibrio termodinámico Tipos de paredes. Principio cero de la termodinámica. Variables intensivas en representación entrópica. Equilibrio térmico. Equilibrio mecánico. Equilibrio de distribución. Potencial químico. Principio de mínima energía.	3
4	Relaciones formales Ecuación de Euler. Ecuación de Gibbs-Duhem. Aplicación al gas ideal monoatómico. Capacidades calorífica y otras derivadas. Aplicación a otros sistemas (gas de van der Waals, hilo elástico, radiación térmica,...).	5

5	Interpretación estadística de la entropía Ecuación de Boltzmann. Aplicación a diversos sistemas: gas ideal, hilo elástico, sólido de Einstein, disolución ideal,...	3
6	Procesos termodinámicos Tipos de procesos. Calor y trabajo. Procesos politrópicos. Teorema de trabajo máximo. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Formulaciones alternativas del segundo principio. Matemáticas de la Termodinámica (formas diferenciales inexactas).	5
7	Potenciales termodinámicos Formulaciones del segundo principio para distintas ligaduras. Representaciones termodinámicas. Relaciones de Maxwell. Ecuaciones de Gibbs-Helmholtz. Significado físico de los potenciales termodinámicos. Sistemas magnéticos y eléctricos. Matemáticas de la Termodinámica (transformadas de Legendre).	6
8	Irreversibilidad termodinámica Entropía “no compensada” de Clausius. Afinidad. Producción de entropía. Relajación hacia el equilibrio.	3
9	Propiedades de las sustancias puras Diagrama de fases. Datos experimentales básicos para el estudio de los sistemas. Ecuaciones de estado de los gases. Coeficientes de dilatación y de compresibilidad. Calor molar a presión constante. Potencial químico; fugacidad.	3
10	Transiciones de fase Transiciones de fase de primer orden: calor latente y ecuación de Clapeyron. Variación del calor latente con la temperatura. Transiciones de fase de orden superior.	3
11	Sistemas multicomponentes. Diagramas de fase Conjunto de variables independientes. Propiedades molares parciales. Volúmenes molares parciales. Entalpías molares parciales. Potencial químico y actividad. Funciones de mezcla y de exceso. Diagramas de fase en mezclas binarias. Ecuaciones diferenciales de las superficies de saturación. Líneas de saturación a presión constante. Crioscopia. Ebulloscopia. Líneas de saturación a temperatura constante. Leyes de Raoult y de Henry. Regla de las fases. Reparto proporcional entre dos fases líquidas: ley de Nernst. Presión osmótica.	8
12	Equilibrio químico Equilibrio químico en fase gaseosa. Equilibrio químico en una disolución. Sistemas electroquímicos. Pilas electroquímicas. Acumulador de plomo. Pila de Daniell. Relación entre la fem de la pila y el calor de reacción.	7
13	Fenómenos superficiales Necesidad de una interfase líquido-vapor. Ecuación fundamental de la interfase líquido-vapor. Propiedades en el equilibrio termodinámico: ecuación de Laplace. Ecuación de estado. Influencia de la curvatura en la presión de vapor: ecuación de Kelvin.	2
14	Termodinámica técnica Máquinas térmicas. Máquina de vapor: ciclo de Rankine. Máquinas frigoríficas y bombas de calor. Licuación de gases.	3
15	Procesos irreversibles Variables de los estado fuera del equilibrio. Ecuaciones fenomenológicas. Conducción del calor. Procesos termoeléctricos. Electrodifusión.	4

IX.- BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

Bibliografía básica: (Descargable a través de Aula Virtual, salvo 5)

- 1) Manzanares, J.A. *Apuntes de Termodinámica. 1^{er} cuatrimestre. Curso 2007-2008*, Univ. Valencia.
- 2) Manzanares, J.A. *Problemas de Termodinámica. 1^{er} cuatrimestre. Curso 2007-2008*, Univ. Valencia.
- 3) Garrido, J. *Apuntes de Termodinámica. 2^o cuatrimestre. Curso 2007-2008*, Univ. Valencia.
- 4) Garrido, J. *Problemas de Termodinámica. 2^o cuatrimestre. Curso 2007-2008*, Univ. Valencia.
- 5) Aguilar, J. *Curso de Termodinámica*, Pearson Education (Alhambra Universidad), 1998.

Bibliografía complementaria:

- 6) Carrington, G. *Basic Thermodynamics*, Oxford U.P., Oxford, 1996.
- 7) Callen, H.B. *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, John Wiley & Sons, New York, 1985.
- 8) Aguilera, V.M.; Pellicer, J. *Termodinámica Aplicada*, Universitat Jaume I, Castellón, 1998.
- 9) Pellicer, J.; Manzanares, J.A. *100 Problemas de Termodinámica*, Alianza Editorial, Madrid, 1996.
- 10) Pellicer, J.; Mafé, S. *Cuestiones de Termodinámica*, Alhambra Universidad, Madrid, 1989.
- 11) Pellicer, J.; Tejerina, F. *Problemas de Termodinámica con soluciones programadas*, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1997.
- 12) Gandía, V. *Problemas de Termología para físicos, químicos e ingenieros*, Valencia, 1977.

X.- CONOCIMIENTOS PREVIOS

Cálculo diferencial de varias variables. Cálculo integral de una variable. Unidades físicas y órdenes de magnitud de cantidad de materia, densidad, energía, temperatura, ... Concepto de energía. Conceptos básicos sobre elasticidad en sistemas unidimensionales. Conocimientos básicos de electromagnetismo en medios materiales (definiciones de polarización eléctrica, magnetización volúmica, permitividad eléctrica, susceptibilidad magnética).

XI.- METODOLOGÍA

En las clases teóricas se desarrolla íntegramente el temario planificado empleando tanto la pizarra como el videoprojector. La materia se presenta en forma deductiva, con un desarrollo lógico, riguroso y bien estructurado que se transmite al estudiante para que éste acabe por hacerlo propio y alcance así un dominio de la materia con el que poder afrontar con seguridad el estudio de los aspectos termodinámicos de la fenomenología física.

Los estudiantes dispondrán de apuntes de clase facilitados por el profesor, a partir de los cuales deberán prepararse para obtener un máximo aprovechamiento de las clases teóricas. No obstante, se recomienda la lectura de la bibliografía complementaria. En estas clases se realizarán, cuando resulte conveniente, preguntas encaminadas a fomentar la interacción profesor-estudiantes y facilitar que éstos identifiquen y aclaren los conceptos de mayor dificultad.

En las clases destinadas a la realización de problemas los estudiantes deberán adoptar una actitud participativa. Tras una orientación inicial del profesor, deberán resolverlos a nivel individual, pudiendo solicitar en cualquier momento la ayuda del profesor.

Además de los problemas trabajados en clase, los libros recomendados recogen una amplia colección de problemas que se recomienda trabajar.

En las tutorías se podrán aclarar dudas sobre los conceptos explicados en clase y solicitar ayuda para la resolución de problemas.

XII.- EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

El aprendizaje se evaluará mediante la realización de exámenes y de diversas tareas programadas a lo largo del curso que deben entregarse en las clases de tutorías.

La calificación final de la asignatura F ($0 \leq F \leq 10$) se obtiene como media aritmética de las calificaciones $F1$ y $F2$ de los dos cuatrimestres, siempre y cuando cada una de éstas sea igual o superior a 3 (sobre 10); en otro caso $F = \min(F1, F2)$. El requisito para superar la asignatura es que $F \geq 5$.

La calificación $F1$ ($0 \leq F1 \leq 10$) del primer cuatrimestre se obtiene, a partir de la calificación $E1$ ($0 \leq E1 \leq 10$) obtenida en el examen del primer cuatrimestre y la calificación $T1$ ($0 \leq T1 \leq 2$) obtenida en los trabajos propuestos en las clases de tutorías, utilizando la fórmula $F1 = E1 + T1[1 - (E1/10)^3]$. Por examen del primer cuatrimestre se

entiende tanto el primer examen parcial, como la parte del primer cuatrimestre en los exámenes finales de julio o septiembre.

La calificación F2 ($0 \leq F2 \leq 10$) del segundo cuatrimestre se obtiene de manera completamente análoga.

Cada examen está formado por una parte de teoría y otra de problemas. En el examen no se pueden emplear apuntes ni libros (tanto de teoría como de problemas). No obstante, para la parte de problemas se puede emplear un formulario grapado, de unas 10 páginas aprox., de uso personal e intransferible. La parte de teoría consta de cuatro cuestiones, que podrán ser tanto de carácter teórico (concisa explicación de conceptos fundamentales), numérico (operaciones algebraicas de magnitudes termodinámicas que requieren el conocimiento de la conversión de unidades y los órdenes de magnitud típicos) o práctico (resolución de algún ejercicio). La parte de problemas consta de dos problemas. La calificación del examen (E1 y E2) se obtiene promediando las obtenidas en las partes de teoría y problemas con un peso relativo de 2/3 teoría y 1/3 problemas.

Los exámenes finales de julio y septiembre constarán de dos partes, primer y segundo cuatrimestre (tanto en la parte de teoría como de problemas), las cuales se evaluarán por separado. El estudiante puede elegir realizar alguna de dichas partes o ambas, del mismo modo que puede elegir realizar o no los exámenes parciales. Las calificaciones E1 y E2 empleadas para evaluar F1 y F2 serán las del último examen al que el estudiante se ha presentado.

La calificación de tutorías (T1 y T2) se obtiene como suma de los puntos obtenidos en diversas tareas voluntarias que se proponen y entregan, por lo general, en las clases de tutorías. Se trata de tareas que forman parte de las *pruebas de evaluación del estudiante* y que, por tanto, *se deben realizar a nivel individual* y están sometidas al Art. 61 de la Carta de Derechos y Deberes de los Estudiantes de la UV:

Deure de ser lleials.

61. Sometre's a les proves d'avaluació en condicions de lleialtat i respecte escrupolós al principi d'igualtat d'oportunitats.

Dichas tareas pueden ser tanto cuestiones a realizar en la misma clase de tutoría como problemas a realizar en casa. En este último caso, el profesor puede solicitar al estudiante la exposición durante las clases de tutorías del trabajo entregado.