

**Proyecto docente de la asignatura**

Asignatura	TERMODINÁMICA DE MATERIALES		
Materia			
Módulo (de especialización)	FÍSICA DE MATERIALES		
Titulación	MASTER EN FÍSICA		
Plan	617	Código	54403
Periodo de impartición	1ª mitad del 1er. semestre	Tipo/Carácter	Optativa
Nivel/Ciclo	Master	Curso	1º
Créditos ECTS	3		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesor/es responsable/s	Juan Antonio González López Isaías García de la Fuente José Carlos Cobos Hernández		
Departamento(s)	Física Aplicada		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	jagl@termo.uva.es 983.42.37.57 isaias@termo.uva.es 983.42.37.40 cobos@termo.uva.es 983.42.31.37 Despachos B324, B325 y B326 3er piso. Bloque central (B). Facultad de Ciencias		
Laboratorio	Laboratorio del GIR-UVa "GETEF" Laboratorio B007 Planta Baja. Bloque central (B). Facultad de Ciencias		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La “**Termodinámica de materiales**” es una **asignatura optativa** de la **primera mitad del primer semestre**, del único curso en que se imparte el “**Master en Física**”.

Cuenta con una **primera parte de Teoría y Problemas**, que se imparte en **Aula** al grupo completo de estudiantes matriculados, y otra **segunda parte de Prácticas de Laboratorio**, que se realizan en los Laboratorios de investigación de los profesores que imparten la asignatura, en subgrupos de 1 a 2 alumnos.

En concreto, los experimentos se realizan en el Laboratorio del “**GETEF**” (*Grupo de Investigación en Termodinámica de los Equilibrios entre Fases*), que es un GIR (Grupo de Investigación Reconocido) de la Universidad de Valladolid (UVa). Está situado en la planta principal (Laboratorio B007) de la Facultad de Ciencias, formando parte de los laboratorios de investigación del Departamento de Física Aplicada.

Como se indica en la memoria del Máster, el “**GETEF**” se dedica a investigar el:

“Comportamiento Termodinámico de los equilibrios entre fases fluidas y condensadas que aparecen en las mezclas de gases, líquidos y sólidos”

Pero situemos la asignatura dentro de la estructura de los estudios y organización de las enseñanzas.

Estructura de Contenidos

El Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, establece en su introducción que las universidades pueden contemplar en el diseño de sus títulos **especialidades** (en el caso de los títulos de máster), **alusivos a una concreta intensificación curricular**. El caso del **Máster de Física se contempla 3 especialidades, compuestas por asignaturas optativas**, pero dejando claro que el alumno en ningún momento estará obligado a elegir una especialidad, ya que puede diseñar a su gusto la elección de las optativas.

La estructura del Máster está esquematizada en dos niveles: Módulos y Asignaturas; no parece procedente considerar el nivel de Materias debido a la transversalidad del programa de contenidos con la que se ha diseñado el Máster; sin embargo sí parece adecuado introducir el nivel de Módulo para orientar así los posibles itinerarios de especialización accesibles a los alumnos.

El de **Máster en Física** contiene **5 módulos, dos obligatorios y tres optativos**, que son los siguientes:

Módulo común: que deben cursar todos los alumnos del Máster, formado por tres asignaturas de carácter obligatorio que establece las bases mínimas necesarias para los tres módulos de especialización.

Especialización en Física de la Atmósfera y Clima: módulo basado en el desarrollo de la física de la atmósfera y las técnicas de medida, tanto desde tierra como desde satélite, de sus componentes; todo ello con el objetivo de presentar las últimas investigaciones en el estudio del cambio climático.

Especialización en Física de Materiales: *módulo basado en el desarrollo de asignaturas cuyo contenido está relacionado con el estudio y caracterización física de los materiales.*

Especialización en Física Matemática: módulo de especialización basado en la profundización en técnicas matemáticas específicas aplicadas a problemas de la física teórica.

Trabajo Fin de Máster: obligatorio para todos los alumnos.



Las competencias adquiridas en toda la titulación están sustentadas por las **competencias básicas del Título**:

- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones –y los conocimientos y razones últimas que las sustentan– a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

1.2 Relación con otras materias

A continuación desglosamos las asignaturas que aquí interesan, con su peso en créditos ECTS:

Asignaturas del Módulo común:

Computación en Física	3 ECTS
Metodología científica y transferencia del conocimiento	3 ECTS
Análisis de datos y técnicas Big Data en Física	3 ECTS

En estas asignaturas se considera **1 ECTS=25 horas de dedicación**, por parte del alumno. La asignatura “*Metodología científica y transferencia del conocimiento*” es puramente teórica, pero las otras dos tienen una parte práctica en laboratorio de informática.

Este módulo tiene el objetivo de establecer los conceptos básicos transversales necesitados por las asignaturas de los tres bloques de especialización que siguen.

Asignaturas del Módulo de especialización en “Física de Materiales”:

<u>Termodinámica de materiales</u>	3 ECTS
Caracterización estructural estática y dinámica de materiales:	
difractometría y espectroscopía vibracional	3 ECTS
Materiales semiconductores para optoelectrónica y circuitos integrados	3 ECTS
Polímeros	3 ECTS
Nanociencia y confinamiento cuántico en nanomateriales	3 ECTS
Materiales magnéticos	3 ECTS
Materiales porosos selectivos	3 ECTS
Biomateriales	3 ECTS
Materiales multifásicos y materiales celulares	3 ECTS



Técnicas experim. de caracterización de semiconductores y aislantes	3 ECTS
Experimentación en biomateriales	3 ECTS
Modelado computacional de semiconductores y procesos tecnológicos	3 ECTS
Simulaciones cuánticas de nanomateriales	3 ECTS
Propiedades y modelado computacional de metamateriales	3 ECTS

En estas asignaturas se considera **1 ECTS=25 horas de dedicación**, por parte del alumno. Casi todas estas asignaturas tienen carácter experimental y contienen prácticas de laboratorio, por lo que parte de los créditos serán impartidos con 15 horas presenciales por crédito, por la necesidad de supervisión en el laboratorio por parte del profesor.

Este módulo consiste en una especialización en “Física de Materiales”, una temática muy demandada actualmente en el mundo laboral al que acceden los titulados de Física, Ingeniería, Biotecnología y Química. Se profundiza en la caracterización a niveles eléctrico, óptico y mecánico de los materiales así como la profundización en diversos dispositivos electrónicos, nanomateriales, biomateriales y materiales celulares y porosos selectivos. Como puede apreciarse se trata de un módulo muy ponderado por la Electrónica, Electromagnetismo, Física Cuántica, Química y la Física del Estado Sólido, que presentan sus técnicas para la caracterización de materiales; este módulo también incluye asignaturas de simulación computacional específicas para modelizar esta parte de la Física.

Módulo TFM: Trabajo fin de Máster (Obligatorio) 18 ECTS

El alumno realizará un trabajo de iniciación a la investigación relacionado con alguno de los tópicos incluidos en las materias del Máster o con las líneas de investigación que desarrollan los grupos participantes.

Todo este plan de estudios supone una oferta total de 9 ECTS obligatorios, del módulo obligatorio, más 123 ECTS optativos (distribuidos como 33, 42 y 48 de las tres especialidades, respectivamente), de los que el alumno deberá cursar 33, más 18 ECTS del TFM, cuyo carácter es obligatorio.

MÓDULOS DEL MÁSTER EN FÍSICA	
COMÚN	9 ECTS
FÍSICA DE LA ATMÓSFERA Y CLIMA	33 ECTS
FÍSICA DE MATERIALES	42 ECTS
FÍSICA MATEMÁTICA	48 ECTS
TFM	18 ECTS

Para finalizar, destaquemos en particular, que la “**Termodinámica de materiales**” está presente en todos los títulos de postgrado que ofertan las Universidades e Institutos de Investigación que posee programas relacionados con materiales.

El **estudio termodinámico de un material** es **fundamental** para cualquier graduado en Física, Química, Biotecnología ó Ingeniería que quiera ampliar sus conocimientos en el campo de los materiales. Esta asignatura permitirá al alumno comprender los nuevos conceptos que irán apareciendo en las restantes asignaturas que conforman el módulo de materiales del máster.



1.3 Prerrequisitos

Aunque, según la memoria que lo regula, el acceso al Máster no presenta complementos formativos específicos, a los alumnos procedentes de titulaciones diferentes del Grado en Física o del doble Grado en Física y Matemáticas (Matemáticas, Ingenierías, Biotecnología y Química) se les proporcionarán indicaciones relativas al itinerario adecuado a seguir, de acuerdo a su perfil, tal y como resumimos a continuación:

Perfil graduado en Física o en Física y Matemáticas: todos los itinerarios son recomendados.

Perfil de graduado en Matemáticas: recomendado el módulo “Física Matemática”

Perfil de graduado en Biotecnología y Química, graduado en Ingenierías Industriales, Informática o de Telecomunicación: se recomienda “Física de la Atmósfera y Clima” o “Física de Materiales”.

De la misma manera, en dicha memoria se indica que: «los baremos de valoración a tener en cuenta en la admisión de los alumnos serán, en el orden de prioridad que se muestran:

- Titulación de origen: prioridad a Física, Física+Matemáticas, Matemáticas, Biotecnología, ingeniería y Química; baja prioridad al resto de titulaciones.
- Valoración del expediente académico.
- Valoración de la Comisión Académica del Título, tras entrevista personal.»

Por tanto, como se infiere obviamente de lo indicado en los **apartados 1.1 y 1.2**, es muy conveniente que los alumnos hayan cursado los estudios de grado en Ciencias (Física, Química, Biología, Biotecnología, etc.) o en cualquier Ingeniería, habiendo superado alguna asignatura relacionada con la “Termodinámica”.

También, debe poder utilizar con destreza las herramientas “Matemáticas” necesarias. En todo caso esta necesidad previa debería ser tenida en cuenta por el alumno en pro de superar la asignatura de forma adecuada.



2. Competencias

Se indican a continuación las descritas en la Memoria de verificación del Máster en Física

2.1 Generales (transversales)

- G1. Capacidad de aplicación de conocimientos adquiridos.
- G2. Capacidad crítica, de análisis y síntesis.
- G3. Capacidad de Comunicación.
- G4. Capacidad de aprendizaje autónomo.
- G5. Capacidad de trabajo en equipo.

2.2 Específicas y del Módulo de “Física de materiales”

- C1. Comprensión de las bases científicas de la computación.
- C3. Capacidad para establecer órdenes de magnitud y para elegir el sistema de medida más adecuado en cada caso.
- C4. Capacidad para extraer información relevante de grandes conjuntos de datos experimentales utilizando tratamientos estadísticos adecuados.
- C5. Capacidad para establecer algoritmos para abordar problemas con soluciones múltiples.
- C6. Capacidad para optimizar recursos.
- C8. Conocimiento de los fundamentos físicos avanzados en los diferentes estados de la materia.
- C10. Conocimiento de las bases teóricas de estudio de la física.
- C11. Conocimiento de los sistemas físicos en la frontera del conocimiento

Otras competencias específicas adquiridas por los alumnos que siguen esta especialización:

- Conocimiento de nuevos materiales basados en tecnología
- Comprensión de las propiedades físicas conducentes a la caracterización de materiales
- Interpretación de las técnicas de computación específicas en la modelización de estructuras de materiales.
- Capacidad para poder participar en actividades científicas internacionales y en la toma de decisiones científicas a nivel internacional.



3. Objetivos (resultados del aprendizaje)

Según la memoria de verificación del Máster en Física, al cursar el módulo de “Física de materiales”:

«El alumno adquirirá una formación especializada en la caracterización de materiales desde el punto de vista mecánico, eléctrico y óptico. También recibirá unos conocimientos especializados de caracterización de diferentes tipos de materiales (semiconductores, biomateriales, nanomateriales). Aprenderá y desarrollará técnicas de simulación computacional específicas para el estudio de materiales. El alumno recibirá un aprendizaje adicional en técnicas de laboratorio relacionadas y desarrolladas en los laboratorios de investigación de los Departamentos.»

En particular, tras cursar la asignatura “**Termodinámica de materiales**”, el alumno deberá ser capaz de:

- Presentar una visión amplia y unitaria de la Termodinámica de materiales en sus distintos campos (física, química, ingeniería, etc...), homogeneizando los diferentes niveles de formación con los que llegan los alumnos desde la Enseñanza del Grado.
- Lograr que el alumno adquiera una terminología básica en termodinámica, que sepa expresarse con la precisión requerida en el ámbito de la Ciencia, formulando ideas, conceptos y relaciones entre ellos, y siendo capaz de razonar en términos científicos.
- Dotar de la capacidad operativa para aplicar y relacionar leyes y conceptos, así como dominar los distintos procedimientos para la resolución de problemas de termodinámica de materiales, incluyendo las habilidades matemáticas necesarias. Se pretende que el alumno sepa interpretar los resultados y discutir sus resultados.
- Mostrar la interrelación de la asignatura con otras ciencias, en especial la Física, Química y Biotecnología.
- Ofrecer unos conocimientos necesarios para afrontar cualquier reto que se presente en su carrera profesional.
- Introducir al alumno en el campo de la Termodinámica de materiales, incluyendo la realización de montajes experimentales, la toma de medidas, su tratamiento matemático, su interpretación en términos de leyes físicas y su presentación en forma de artículo científico.
- Hacer que el alumno sea capaz de estudiar y planificar sus actividades de cara al aprendizaje, ya sea individualmente o en grupo, buscando, seleccionando y sintetizando información en las distintas fuentes bibliográficas.

Y más en particular aún (véase el apartado siguiente, contenidos), tras cursar la asignatura “Termodinámica de materiales”, el alumno deberá ser capaz de:

- Adquirir los conocimientos necesarios para poder abordar el estudio y caracterización termodinámica de cualquier material.
- Conocer la información que proporciona la técnica de análisis térmico diferencial (DSC) en la caracterización térmica de materiales.
- Conocer la información que proporciona la técnica de espectroscopia dieléctrica en la caracterización de materiales.



4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Fundamentos de termodinámica de materiales” (Parte teórica)

Carga de trabajo en créditos ECTS: **1,5**

a. Contextualización y justificación

Se comienza el curso impartiendo los conceptos básicos: ecuaciones térmica, energética y másica de estado, potenciales termodinámicos, diagramas termodinámicos, regla de las fases, teorema de Duhem, Equilibrio líquido-vapor (ELV).

Se continúa los conceptos de propiedades molares parciales, fugacidad y coeficiente de fugacidad, actividad, coeficiente de actividad, propiedades de exceso. Equilibrio líquido-líquido (ELL), equilibrio sólido-líquido (ESL), equilibrio sólido-vapor (ESV).

Se finaliza el bloque aplicando los conceptos anteriores al estudio de polímeros.

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno pueda abordar el estudio teórico de cualquier material, independientemente de su estado de agregación, aplicando los principios fundamentales de la termodinámica de materiales, que permite caracterizar todos los tipos de materiales, independientemente de su naturaleza.

c. Contenidos

“Fundamentos de termodinámica de materiales” (Parte teórica)

Tema 1 (3 horas)

Comportamiento PVT de sustancias puras. Ecuaciones térmicas de estado viriales y cúbicas. Correlaciones generalizadas para gases y líquidos.- Potenciales termodinámicos para la evaluación de las propiedades de fases homogéneas. Propiedades residuales.- Sistemas de dos fases. Diagramas termodinámicos.- Regla de las Fases. Teorema de Duhem. Equilibrio Líquido-Vapor (ELV): comportamiento cualitativo. Modelos simples para el cálculo de los ELV.

Tema 2 (5 horas)

Potencial químico y equilibrio de fases. Propiedades molares parciales. Mezclas de gases ideales. Fugacidad y coeficiente de fugacidad en sustancias puras y mezclas.- La disolución ideal. Actividad y coeficiente de actividad. Propiedades de exceso.- Propiedades de la fase líquida a partir de los datos ELV. Modelos de la función de Gibbs de exceso. Propiedades térmicas y energéticas en mezclas y disoluciones.

Tema 3 (4 horas)

Formulación γ/ϕ de los ELV.- ELV a partir de las ecuaciones térmicas de estado.- Equilibrio y estabilidad.- Equilibrio Líquido-líquido (ELL).- Equilibrio Sólido-líquido (ESL).- Equilibrio Sólido-Vapor (ESV). Adsorción.

Tema 4 (3 horas)

Propiedades de los polímeros. Modelos de red. Teoría de Flory-Huggins. Ecuaciones de estado para disoluciones de polímeros.



Bloque 2: "Caracterización termodinámica de materiales" (Parte práctica)

Carga de trabajo en créditos ECTS: **1,5**

a. Contextualización y justificación

Determinación experimental del Equilibrio Sólido-Líquido (ESL), conductividad térmica, Análisis Térmico Diferencial (ATD) y viscosidades de materiales fluidos. Se pretende conocer algunas de las principales técnicas experimentales utilizadas para la caracterización termodinámica de materiales.

b. Objetivos de aprendizaje

Se pretende que el alumno pueda abordar el estudio experimental de cualquier material.

c. Contenidos

"Caracterización termodinámica de materiales" (Parte práctica)

Tema 5 (10 horas)

Análisis térmico diferencial (ATD y DSC). Estudio de las transiciones endotérmicas y exotérmicas en función de la temperatura. Transición Vítreas, fusión, cristalización, curado, cinética de curado, procesos de oxidación y capacidades caloríficas. Aplicación a distintos materiales

Tema 6 (5 horas)

Caracterización del comportamiento reológico de materiales fluidos.

d. Plan de trabajo

Parte teórica: Tema 1: 3h -- Tema 2: 5 h -- Tema 3: 4 h -- Tema 4: 3 h

Parte práctica (de Laboratorio): Tema 5: 10 h -- Tema 6: 5 h.

e. Bibliografía

- * J.P. O'Connell y J.M. Haile. "Thermodynamics: Fundamentals for Applications". Cambridge University Press (2005)
- * B.E. Poling, J.M. Prausnitz y J.P. O'Connell. "The Properties of Gases and Liquids". 5th. Ed. McGraw-Hill (2000).
- * J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler y E. Gomes de Azevedo. "Termodinámica molecular de los equilibrios entre fases". 3ª Ed., Editorial Prentice-Hall. Madrid (2000).
- * D.V. Ragone. MIT series in materials science and engineering. "Thermodynamics of Materials". Volume 1 and 2. John Wiley & Sons (1995).
- * J.S. Rowlinson y F.L. Swinton. "Liquids and Liquid Mixtures". 3rd. Ed. Butterworths Sci. Pub. London (1982).
- * J.M. Smith, H.C. Van Ness y M. M. Abbott. "Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química". 6a Ed. McGraw-Hill. México (2003).
- * H.C. Van Ness y M.M. Abbott. "Classical Thermodynamics of Nonelectrolyte Solutions, with Applications to Phase Equilibria". McGraw-Hill. New York (1982).



f. Recursos necesarios

Clases teóricas

Pizarra, material informático para presentaciones en Power-Point, libros y otro tipo de material bibliográfico.

Clases prácticas (de Laboratorio)

Material de laboratorio diverso: dispositivos experimentales y material complementario (fungible, etc.), así como computadores donde realizar el tratamiento de los datos experimentales obtenidos.

j. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Fundamentos de termodinámica de materiales (1,5 ECTS)	15 septiembre – 22 octubre
Caracterización termodinámica de materiales (1,5 ECTS)	25 octubre – 8 noviembre





5. Métodos docentes y principios metodológicos

Como se ha explicado anteriormente, la asignatura tiene dos partes complementarias: una primera parte de Teoría y Problemas, que se imparte en Aula al grupo completo de estudiantes matriculados, y otra segunda parte de Prácticas de Laboratorio, que se realiza en los Laboratorios de investigación del "GETEF", en subgrupos de 1 a 2 alumnos.

Por tanto, los métodos docentes y principios metodológicos utilizados en cada parte, deben ser claramente diferentes: NO es igual dar clase de (1) Teoría y problemas (en Aula), que enseñar a trabajar en (2) (un Laboratorio de investigación), donde las precauciones de seguridad deben primero enseñarse y luego cumplirse rigurosamente, etc.

Para alcanzar los objetivos buscados, se procederá como sigue:

(1) **Teoría y Problemas.**- 8 clases de pizarra, 10 horas de teoría y 5 horas de problemas distribuidas en dos semanas.

En las clases de teoría el profesor imparte los contenidos teóricos basándose en materiales (transparencias, apuntes, figuras y diagramas) que se facilitarán a los alumnos, así como referencias bibliográficas.

Para cada tema de teoría, se dará una colección de problemas, de los cuales el profesor resolverá en la pizarra los problemas tipo, proponiendo el resto a los alumnos, los cuales deberán resolver y entregar para su corrección y evaluación.

Asimismo, el profesor propondrá trabajos de aplicación para entregar y ser evaluados.

Directamente relacionadas con estas clases presenciales están las tutorías obligatorias (1 hora), donde el profesor debe hacer un seguimiento activo del trabajo y progresos de los estudiantes, además de resolver las dudas planteadas.

(2) **Sesiones de laboratorio.**- 4 sesiones, de aproximadamente 3 horas de duración, y a ser posible 2 sesiones por semana.

Estas se imparten en grupos reducidos, con un profesor asignado a cada subgrupo.



6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	9	Estudio autónomo y resolución de problemas	25
Clases prácticas de aula (A)	6	Preparación y redacción de trabajos y ejercicios	5
Trabajo en Laboratorio (L)	12	Redacción de informes de laboratorio	5
Prácticas externas, clínicas o de campo		Búsquedas bibliográficas	
Tutorías (T)	1		
Sesiones de Evaluación	2	Preparación de exámenes	10
Total presencial	30	Total no presencial	45
Total			75

Las tareas a realizar se distribuyen como sigue:

Presenciales

Asistencia a clases de teoría:	
3 hora/semana x 3 semanas	9 horas
Asistencia a clases de problemas:	
2 hora/semana x 3 semanas	6 horas
Trabajo en el de laboratorio:	
3 horas/sesión x 4 sesiones	12 horas
Asistencia a tutorías	
1 hora/sesión x 1 sesiones	1 hora
Realización de exámenes	
2 horas x 1 examen	2 horas
Total Presencial	30 horas/curso

No Presenciales

Estudio-preparación de clases de teoría	
2 horas/semana x 7 semanas	15 horas
Estudio-preparación y realización de problemas	
2 horas/semana x 7 semanas	15 horas
Realización de trabajos prácticos de laboratorio	
2 horas/sesión x 2 sesiones	5 horas
Estudio preparación exámenes	
10 horas x 1 exámenes	10 horas
Total No Presencial	45 horas/curso
Total	75 horas/curso



7. Sistema y características de la evaluación

La evaluación de la asignatura se hará teniendo en cuenta las dos partes diferenciadas de la misma: (1) **Teoría y problemas** y (2) **Laboratorio**, con una combinación ponderada de evaluación continua y examen final.

La evaluación de ambas partes se hace por separado, con los siguientes **criterios**:

(1) Evaluación de teoría y problemas

La evaluación de esta parte de la asignatura se hará mediante un **examen escrito** (40%), a lo que habrá de sumarse la calificación de los problemas propuestos (fase de **evaluación continua**) durante el curso (20%).

Los problemas realizados por los alumnos durante el curso serán evaluados y puntuados de 0 a 10 por el profesor. La calificación total será la suma de las calificaciones de los problemas entregados, dividida por el número de problemas propuestos durante el curso.

(2) Evaluación del laboratorio

El trabajo de laboratorio se evalúa en base a las memorias o informes realizados por los alumnos, para cada uno de los trabajos realizados (fase de **evaluación continua**). La evaluación será el 40% de la calificación final.

La Nota final de la asignatura será: 40 % (Examen de teoría y problemas) + 20% (Evaluación de problemas propuestos) + 40 % (Evaluación del Laboratorio).

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen final escrito	40%	Constará de un examen escrito de cuestiones y problemas
Ejercicios y Problemas propuestos a los alumnos durante las clases	20%	La calificación total será la suma de las calificaciones de los problemas entregados, dividida por el número de problemas propuestos durante el curso.
Evaluación del trabajo en el Laboratorio	40%	El trabajo de laboratorio se evalúa basándose en las memorias o informes realizados por los alumnos para cada uno de los trabajos realizados.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - El alumno deberá demostrar su **conocimiento de la asignatura** al resolver problemas y cuestiones y trabajar en el laboratorio.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - El alumno deberá demostrar su **conocimiento de la materia** al resolver problemas y cuestiones y trabajar en el laboratorio.



8. Consideraciones finales

