

**Proyecto/Guía docente de la asignatura TERMODINÁMICA**

Asignatura	TERMODINÁMICA		
Materia	TERMOLOGÍA		
Módulo			
Titulación	Grado en Física / Plan de Estudios Conjunto Física y Matemáticas		
Plan	469 / 563	Código	45750
Periodo de impartición	Anual	Tipo/Carácter	Obligatoria
Nivel/Ciclo	Grado	Curso	2º / 3º
Créditos ECTS	12		
Lengua en que se imparte	Castellano		
Profesor/es responsable/s	Francisco Javier Carmona del Río Laura Palacio Martínez		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	Francisco Javier Carmona del Río. fcojavier.carmona@uva.es Fac. de Ciencias. Bloque B Física, Despacho B303, despacho virtual Laura Palacio Martínez. laura.palacio@uva.es Fac. de Ciencias. Bloque B Física, Despacho B306, despacho virtual		
Departamento	Física Aplicada		

1. Situación / Sentido de la Asignatura**1.1 Contextualización**

La materia "Termología", que estudia de la forma más general posible el intercambio de materia, energía e información (entropía) entre todos los sistemas que existen en la Naturaleza (sistemas físicos), es una de las partes más importantes que deben conocer en profundidad los estudiantes de Física.

Como se indica en la Memoria de verificación del Grado en Física (págs. 66 y 67), sus objetivos (los "resultados del aprendizaje") consisten en que, tras cursarla, los alumnos consigan:

- Saber describir el estado termodinámico de un sistema físico.
- Saber aplicar los Principios de la Termodinámica al estudio de las propiedades macroscópicas.
- Comprender la relación entre el formalismo termodinámico y los experimentos.
- Asimilar los niveles macroscópico y microscópico de descripción de estados de equilibrio.
- Comprender el sentido de las magnitudes termodinámicas y su origen estadístico.

Esta materia se subdivide en dos asignaturas: "Termodinámica" y "Física Estadística", ambas de carácter obligatorio, situadas en 2º y 3er curso del Grado en Física. Está relacionada, además, con la materia de "Fundamentos de Física" (conjunto de asignaturas de iniciación a la física del 1er curso), dentro de la cual están la asignatura "Fundamentos de Física Cuántica y Estadística".

1.2 Relación con otras materias

Consultar la información general (documento Verifica) del Grado en Física de la Universidad de Valladolid.



1.3 Prerrequisitos

Conocimientos básicos de Termodinámica (de la asignatura Fundamentos de Mecánica y Termodinámica)
Conocimientos de Teoría de Funciones de varias variables

2. Competencias

Se buscan las siguientes competencias generales y específicas:

2.1 Generales

- T1 - Capacidad de análisis y de síntesis.
- T2 - Capacidad de organización y planificación.
- T3 - Capacidad de comunicación oral y escrita.
- T4 - Capacidad de gestión de la información
- T5 - Capacidad de resolución de problemas.
- T6 - Capacidad de trabajar en equipo.
- T7 - Capacidad de trabajo y aprendizaje autónomo.
- T8 - Capacidad de adaptación a nuevas situaciones.
- T9 – Creatividad

2.2 Específicas

- E3 - Ser capaz de comparar nuevos datos experimentales con modelos disponibles para revisar su validez y sugerir cambios con el objeto de mejorar la concordancia de los modelos con los datos.
- E4 - Ser capaz de iniciarse en nuevos campos a través de estudios independientes.
- E5 - Ser capaz de evaluar claramente los órdenes de magnitud, de desarrollar una clara percepción de las situaciones que son físicamente diferentes, pero que muestran analogías y, por lo tanto, permiten el uso de soluciones conocidas a nuevos problemas.
- E6 - Ser capaz de realizar las aproximaciones requeridas con el objeto de reducir un problema hasta un nivel manejable.
- E7 - Ser capaz de desarrollar software propio y manejar herramientas informáticas convencionales.
- E8 - Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía en Física y otra bibliografía técnica, así como cualquier fuente de información relevante para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.
- E10 - Ser capaz de mantenerse informado de los nuevos desarrollos.
- E12 - Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes, de su estructura lógica y matemática y su soporte experimental.
- E13 - Ser capaz de integrar los conocimientos recibidos de las diferentes áreas de la Física para la resolución de un problema.
- E14 - Haberse familiarizado con los modelos experimentales más importantes, y ser capaz de realizar experimentos de forma independiente, así como describir, analizar y evaluar críticamente los datos experimentales.
- E15 - Comprender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Saber describir el estado termodinámico de un sistema físico, así como los intercambios energéticos, másicos y entrópicos que tiene con su entorno en los procesos que realiza.
- Saber aplicar los Principios de la Termodinámica al estudio de las propiedades macroscópicas y de la evolución de un sistema físico.
- Comprender la relación entre el formalismo termodinámico y los experimentos.
- Destreza en el empleo de razonamientos termodinámicos para resolver problemas particulares (cambios de fase, procesos de flujo, máquinas térmicas, transmisión del calor, etc.)

4. Contenidos y/o bloques temáticos

a. Contextualización y justificación

Se asume que el alumnado de ingreso en la Universidad no ha recibido formación en Termodinámica durante la Educación Secundaria y sí ha cursado la asignatura "Fundamentos de Mecánica y Termodinámica". En esta asignatura ha recibido una introducción de los conceptos y principios básicos de la Termodinámica: Los conceptos de temperatura y calor, el Primer y Segundo Principios de la Termodinámica.

Se reinician los contenidos a la situación de entrada con la siguiente justificación:

- Por aquellos que alumnos que no teniendo superada la asignatura "Fundamentos de Mecánica y Termodinámica" no verán esta parte del temario hasta bien entrado el curso.
- Para ampliar los contenidos de una asignatura introductoria como los las de "Fundamentos de la Física"
- Para extender los conceptos y homogeneizar notación dando completitud a la asignatura de Termodinámica.

b. Objetivos de aprendizaje

El objetivo es cubrir la Termodinámica del equilibrio e introducir la Termodinámica del no-equilibrio, cubriendo la estructura formal y aplicándola a diversos sistemas físicos. La orientación final de la asignatura se abre a la extensión trazada en las futuras asignaturas del plan de estudios ("Física Estadística") pero también a las que necesitan la Termodinámica como prerrequisito dentro de un "Máster en Física", por ejemplo: "Termodinámica de materiales" y "Termodinámica de la atmósfera".

Se intenta también cubrir con cierta antelación los conceptos necesitados en el Bloque: "Laboratorio de Experimentación de Termodinámica" de la asignatura "Técnicas Experimentales en Física II".

c. Contenidos

Bloque 1. CONCEPTOS INICIALES

1.- **Conceptos Iniciales:** Objeto de la Termodinámica.- Sistema termodinámico.- Paredes y ligaduras termodinámicas.- Clasificación de los sistemas termodinámicos.- Descripción del estado de equilibrio de un sistema termodinámico: variables termodinámicas. Clasificación. Estado de equilibrio.- Procesos termodinámicos.



Bloque 2. ESTRUCTURA FORMAL

2.- Postulados Iniciales: Primer Postulado (Principio general de la Termodinámica). Segundo Postulado (Principio Cero). Temperatura. Justificación matemática de la temperatura. Temperatura empírica. Termometría. Medida de la temperatura. Temperatura empírica y termodinámica. Distintos tipos de termómetros. Escalas de temperatura. Escala Internacional de Temperatura ITS-90. Provisional Low Temperature Scale of 2000 (PLTS-2000).

3.- Primer Principio: Primer Principio (Ley de Conservación de la Energía). Energía interna. Calor y trabajo. Balance de energía en un sistema termodinámico: formulación matemática del Primer Principio. Diversos enunciados del Primer Principio.

4.- Trabajo: Evaluación de la energía puesta en juego en forma de trabajo en diferentes sistemas termodinámicos. Expresión generalizada para el trabajo.

5.- Ecuación de estado: Ecuaciones de estado. Clasificación de las ecuaciones de estado. Información que pueden dispensar los coeficientes térmicos. Representación gráfica de las ecuaciones de estado.

6.- Ecuaciones de estado de los gases reales: Modelo de gas ideal. Ecuación de estado de Van der Waals. Otras ecuaciones de estado. Ecuación de estado en forma reducida: Ley de los estados correspondientes. Factor de compresibilidad.

7.- Calor: Evaluación de la energía puesta en juego en forma de calor: Coeficientes calorimétricos. Estudio de la función de estado energía interna. Procesos fundamentales en Termodinámica: Ecuaciones funcionales.

8.- Segundo Principio (Formulación de Carnot - Clausius - Kelvin): Necesidad del Segundo Principio (Ley de transformación de la energía). Conversión del calor en trabajo. Enunciados tradicionales del Segundo Principio. Procesos reversibles e irreversibles.

9.- Segundo Principio (Formalismo de Caratheodory): Formalismo de Caratheodory. Existencia de superficies adiabáticas reversibles. Entropía empírica. Carácter holonómico de la diferencial del calor. Información en torno al denominador integrante. Escala termodinámica de temperaturas. Entropía termodinámica.

10.- Segundo Principio (Formulaciones matemáticas): Formulación matemática del Segundo Principio para procesos reversibles. Formas entrópicas del Primer Principio. Relación entre las ecuaciones energética y térmica de estado. Formulación matemática del Segundo Principio para procesos irreversibles. Evaluación de variaciones de entropía. Significado físico de la entropía.

11.- Metodología para el análisis termodinámico de un sistema: El formalismo termodinámico. Análisis termodinámico de un sistema mediante la representación energética. Representación entrópica. Condiciones generales de equilibrio de un sistema termodinámico. Metodología general para su determinación. Aplicación a un sistema aislado (Representación entrópica). Condiciones de equilibrio térmico y mecánico. Estudio de las condiciones de equilibrio dentro del marco de la representación energética. Sistemas termodinámicos abiertos: Potencial químico. Relaciones formales para estos sistemas. Condición de equilibrio material.

12.- Otras representaciones termodinámicas: Transformada de Legendre. Representaciones termodinámicas en términos del potencial de Helmholtz, de la entalpía y del potencial de Gibbs. Relaciones entre representaciones termodinámicas: ecuaciones de Gibbs - Helmholtz. Transformadas de Legendre a partir de la representación entrópica: funciones de Massieu - Planck.

13.- Tercer Principio: Necesidad del Tercer Principio: Enunciados. Consecuencias deducidas del Tercer Principio: comportamientos térmicos y energéticos de un sistema en el cero absoluto; evaluación de entropías absolutas; inaccesibilidad del cero absoluto. Degeneración del gas ideal.

Bloque 3. ALGUNOS CAMPOS DE INTERÉS EN EL DOMINIO DE LA TERMODINÁMICA

14.- Cambios de fase: Condiciones generales de equilibrio de los sistemas heterogéneos multicomponentes: Teorema de Gibbs. Regla de las fases. Clasificación de los cambios de fase. Ecuaciones que gobiernan los cambios de fase de primer orden. Fórmula de Clapeyron y ecuación de Clausius. Superficies pVT. Ecuaciones que gobiernan los cambios de fase de segundo orden. Estudio particular de algunas transiciones de fase: orden - desorden, para - ferromagnético, para - ferroeléctrico, conductor - superconductor y He I - He II.

15.- Corrientes Fluidas: Ecuación energética del movimiento estacionario y no estacionario de un fluido. Ejemplos. Efecto Joule - Kelvin. La curva de inversión. Aplicaciones.

16.- Máquinas Térmicas: Aplicación de los principios termodinámicos al estudio de las máquinas térmicas. Máquina de Carnot. Teoremas de Carnot. Diagramas T-S y H-S.- Tablas de vapor de agua. Ciclos de vapor para producción de trabajo: Ciclo de Rankine. Sobrecalentamiento y recalentamiento. Cogeneración. Ciclos de potencia con gases: Ciclo de Otto de aire - estándar. Ciclo de Diesel de aire - estándar. Ciclo dual de aire - estándar. Ciclo de Carnot de refrigeración con vapor. Refrigeración por compresión de vapor. Bomba de calor.

Bloque 4. TERMODINÁMICA DE PROCESOS IRREVERSIBLES

17.- Introducción a la Termodinámica de Procesos Irreversibles: Antecedentes históricos. Criterio general de irreversibilidad. Creación de entropía en sistemas discontinuos. Relaciones fenomenológicas lineales (Termodinámica Lineal de Procesos Irreversibles): Coeficientes fenomenológicos. Relaciones de reciprocidad de Onsager. Acoplamiento entre procesos irreversibles: Principio de Curie-Prigogine. Fenómenos termoeléctricos.

d. Métodos docentes

Véase el apartado 5.

e. Plan de trabajo

En cada uno de los cuatro bloques se presentará la materia en clases magistrales participativas o de resolución de problemas. Es aconsejable que el alumno prepare la materia con antelación, para ello se le proporciona material elaborado por el propio profesorado de la asignatura, o bien la bibliografía necesaria (de fácil acceso en la red y/o en la biblioteca).

Una vez realizada la explicación de cada tema o bloque se trabajarán los problemas proporcionados. Una gran parte de estos problemas serán resueltos en clase, ilustrando los contenidos y desarrollando las técnicas de resolución propias de la asignatura. Se recomienda que el alumno amplíe la colección con la bibliografía propuesta.

Se utilizará el Campus Virtual de la UVa como plataforma virtual de apoyo en la que, aparte de proporcionar los materiales básicos de la asignatura, se incorporarán foros temáticos (resolución de dudas, consultas, etc.), pruebas de autoevaluación y resolución de tareas que formarán parte del esquema de evaluación continua, etc. Se proporcionará a través de esa plataforma virtual diverso material complementario y de ampliación del curso.



f. Evaluación

La evaluación de la asignatura contemplará un 20% de “evaluación continua” que se realizará mediante un conjunto de trabajos y ejercicios a lo largo del desarrollo de los distintos bloques. Serán actividades no recuperables. Sólo se considerará en su conjunto si favorece la calificación final.

Para el resto de detalles sobre la evaluación véase el apartado 7.

g Material docente

Bibliografía Las referencias suministradas en este curso están actualizadas en la plataforma Leganto de la Biblioteca de la Universidad de Valladolid en el siguiente enlace: [bibliografía de “Termodinámica”](#)

Las referencias que no se encuentran disponibles en el Catálogo de la UVa disponen de un enlace de ubicación (todos los links consultados el 15 de julio de 2021)

g.1 Bibliografía de teoría fundamental

- **Adkins C.J.** *Termodinámica del equilibrio*. Editorial Reverté (1977).
- **Aguilar Peris J.** *Curso de Termodinámica*. Editorial Alambra (1989).
- **Biel Gayé J.** *Formalismo y métodos de la Termodinámica (Vol. 1 y 2)*. Editorial Reverté (1998).
- **Callen H.B.** *Termodinámica*. Editorial AC (1981).
- **Callen H.B.** *Thermodynamics and introduction to Thermostatistics*. John Wiley & Sons Ltd. 2ª Edition (1985).
- **Çengel Y.A., Boles M.A. y Kanoglu K.** *Termodinámica*. McGraw-Hill. 9ª Edición (2019).
- **Fernández Pineda C. y Velasco Maíllo S.** *Termodinámica*. Editorial Universitaria Ramón Areces (2010).
- **Moran M.H. y Shapiro H.N.** *Fundamentos de Termodinámica Técnica*. Editorial Reverté. 2ª Ed. (2004).
- **Tejerina García F.** *Termodinámica (Volúmenes 1 y 2)*. Paraninfo (1976).
- **Zemansky M.W. y Dittman R.H.** *Calor y Termodinámica*. McGraw-Hill. 6ª Edición (1984).
- **Zemansky M.W. and Dittman R.H.** *Heat and Thermodynamics*. McGraw-Hill. 7th Edition (1997).

g.2 Bibliografía de problemas fundamental

- **Annequin. R. et Boutigny J.** *Curso de ciencias físicas. Ejercicios de Termodinámica*. Editorial Reverté (1979).
- **Barrio Casado, Mª del, Bravo Guil, E., Lana Pons, F. J., López Pérez, D. O., Salud Puig, J. y Tamarit Mur, J. L.** *Problemas Resueltos de Termodinámica*. Thomson–Paraninfo (2005).
- **Biel Gayé J.** *Formalismo y métodos de la Termodinámica (Vol. 2)*. Editorial Reverté (1998).
- **Calecki D., Diu B., Guthmann C., Lederer D. et Roulet B.** *Exercices et problèmes de thermodynamique*. Hermann (2010).
- **Cahn S.B., Mahan G.D. and Nadgorny, B.E.** *A guide to Physics problems. Part 2. Thermodynamics, Statistical Physics, and Quantum Mechanics*. Kluwer (2004).
- **Job, Georg; Ruffler, Regina Cham.** *Physical Chemistry from a Different Angle Workbook: Exercises and Solutions*. Springer International Publishing AG, 2019.
- **Kamal, Ahmad A.** *1000 Solved Problems in Classical Physics*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. 2010.
- **Kubo R.** *Thermodynamics. An Advanced Course with Problems and Solutions*. North-Holland (1968).
- **Landsberg P.T. (Editor).** *Problems in Thermodynamics and Statistical Mechanics*. Pion Limited (1971).



- **Lim Y-K. (Editor).** *Problems and Solutions on Thermodynamics and Statistical Mechanics*. World Scientific (1990).
- **Lumbroso H.** *Termodinámica: 100 ejercicios y problemas resueltos*. Editorial Reverté (1979).
- **Fernández Pineda C. y Velasco Maíllo S.** *Problemas de Termodinámica*. Editorial Universitaria Ramón Areces (2010).
- **Pellicer J. y Manzanares J.A.** *100 Problemas de Termodinámica*. Alianza Editorial (1996).
- **Pellicer García J. y Tejerina García F.** *Problemas de Termodinámica con soluciones programadas*. Universidad de Valladolid (1997).

g.3 Bibliografía de teoría básica

- **Bazarov I.** *Thermodynamique (traduit du russe par V. Koliméev)*. Editorial Mir. 2ª Ed. (1989).
- **Goodstein D.L.** *Thermal Physics*. Cambridge University Press (2015).
- **Guggenheim E. A.** *Termodinámica para químicos y físicos*. Editorial Tecnos (1970)
- **Guggenheim E. A.** *Thermodynamics : an advanced treatment for chemists and physicists*. North-Holland, Amsterdam, 1988 (5th rev. ed., 3rd reprint)].
- **Kondepudi D. and Prigogine I.** *Modern Thermodynamics: From Heat Engines to Dissipative Structures*. John Wiley & Sons Ltd. (1998).
- **Kondepudi D.** *Introduction to Modern Thermodynamics*. John Wiley & Sons Ltd. (2008).
- **Mendoza Zélis L.** *Termodinámica – Notas de clase*. Editorial de la Universidad de La Plata (2018). [enlace](#)
- **Rumer Y.B. and Ryvkin M.Sh.** *Thermodynamics, Statistical Physics and Kinetics*. Editorial Mir (1980).
- **Sears F.W. y Salinger G.L.** *Termodinámica, Teoría Cinética y Mecánica Estadística*. Editorial Reverté. 2ª Edición (1978).

g.4 Handbooks, Bibliografía de referencia, etc.

- **Cohen, E.R. et al.** *Quantities, Units, and Symbols in Physical Chemistry, IUPAC Green Book, 3rd edition*, RSC Publishing, 2007 [\[enlace\]](#)
- **Newell, D. and Tiesinga, E.** *The International System of Units (SI), 2019 Edition, Special Publication (NIST SP)*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, (2019) [\[enlace\]](#)
- Real Decreto 493/2020, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. [\[enlace\]](#)
- Real Decreto 2032/2009, de 30 de diciembre, por el que se establecen las unidades legales de medida. [\[enlace\]](#).
- Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología. Boletín Oficial del Estado (23/12/2014), Nº 309, 104386–104408. [\[enlace\]](#).
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la Ley 32/2014, de 22 de diciembre, de Metrología. Boletín Oficial del Estado (07/06/2016), Nº 137, 37689–37858. [\[enlace\]](#).
- **Kreith, Frank, ed.** *The CRC handbook of thermal engineering*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2000.
- **Lide, David R.; Kehiaian, Henry V.,** *CRC Handbook of thermophysical and thermochemical data*. CRC, Boca Ratón, Florida, 1994
- **Lide, David R.** *CRC handbook of chemistry and physics : A Ready-Reference Book of Chemical and Physical Data, 85th ed.* CRC Press, Boca Ratón, Florida, 2004.



- **Kretzschmar, H.-J.; Wagner, W.** *International Steam Tables: Properties of Water and Steam Based on the Industrial Formulation IAPWS-IF97*. Springer Berlin / Heidelberg 2019.
- **Wagner, W.; Kretzschmar, H.-J.** *International Steam Tables - Properties of Water and Steam Based on the Industrial Formulation IAPWS-IF97: Tables, Algorithms, Diagrams, and CD-ROM Electronic Steam Tables - All of the Equations of IAPWS-IF97 Including a Complete Set of Supplementary Backward Equations for Fast Calculations of Heat Cycles, Boilers, and Steam Turbines*. Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
- **Sara Anwar, John J. Carroll.** *Carbon Dioxide Thermodynamic Properties Handbook: Covering Temperatures from -20° to 250°C and Pressures up to 1000 Bar*, Second Edition. Wiley 2008. [\[enlace\]](#)

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

<https://www.aenor.com/>
<http://www.aemet.es/es/portada>
<https://www.bipm.org/en/about-us/>
<https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
<https://www.cem.es/>
<http://www.ciemat.es/>
<https://www.csic.es/>
<https://www.iso.org/home.html>
<https://iupac.org/>
<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>
<https://www.nist.gov/topics/metrology>
<https://www.nist.gov/pml/periodic-table-elements>
<https://webbook.nist.gov/chemistry/>
<https://www.npl.co.uk/>
<https://www.oiml.org/en/publications/other-language-translations/other-languagetranslations>
<https://www.ptb.de/cms/en.html>
<https://www.une.org/>
<https://cccbdb.nist.gov/>
<https://srdata.nist.gov/its90/main/>

h. Recursos necesarios

- **Qualitative Reasoning Group.** CyclePad software, Northwestern University, Department of Computer Science. Evanston, IL, USA. [descarga](#)

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,4-0,5 ECTS/semana	Del 13 de septiembre de 2021 al 11 de febrero de 2022 y del 14 de febrero de 2022 al 5 de julio de 2022

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Actividades presenciales.

Clases de teoría.- Lección magistral y debate subsiguiente.

Seminarios y Prácticas de Aula.- Aprendizaje basado en problemas.

Tutorías individuales y grupales.- Con la posibilidad "online", invitando a participar a todos los alumnos.

Evaluación continua.- Resolución de ejercicios y problemas de control.

Actividades no presenciales.-

Tutorías individuales.- Mejor por email que presenciales.

Trabajo individual del alumno.- Estudio/trabajo personal.

Trabajo en grupo de alumnos.- Aprendizaje cooperativo.

El trabajo individual del alumno deberá comenzar con estudiar los Apuntes de la asignatura (teoría y problemas resueltos), que se pondrán a su disposición en el Campus Virtual de la UVa (plataforma virtual de apoyo basada en Moodle), que deberá completar estudiando a continuación algunos de los libros que aparecen en la bibliografía recomendada, así como revisando los materiales de trabajo que aparecen en los enlaces web y otros recursos telemáticos recomendados.

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases de teoría en el aula	57	Estudio autónomo y resolución de problemas	110
Clases de problemas en el aula	57	Preparación y redacción de trabajos y ejercicios	25
Tutorías, ejercicios de control, seminarios y presentación de trabajos	2	Búsquedas bibliográficas	15
Sesiones de evaluación	4		
Total presencial	120	Total no presencial	180
TOTAL presencial + no presencial			300

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

7.a. Instrumentos de evaluación

Para poder evaluar la consecución de los objetivos de aprendizaje de esta asignatura, se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación:



Evaluación continua, mediante trabajos y un ejercicio de control cuatrimestral

- **Trabajos:** Consistirán en la entrega de ejercicios, análisis de artículos, preguntas sobre material audiovisual, etc. propuestos a lo largo de cada cuatrimestre. Su calificación (TC1 y TC2) será el promedio de las calificaciones de todas las propuestas en cada cuatrimestre.
- **Ejercicio de control cuatrimestral:** Consistirá en un problema corto o varias cuestiones, a resolver en el transcurso de una sesión de clase (50 minutos). Su calificación (EJ1 y EJ2).

Exámenes.

- **Examen cuatrimestral** (EC1 y EC2), formado por una prueba de problemas (PC1 y PC2) y otra de cuestiones (CC1 y CC2).
- **Examen global** (E) formado por una prueba de problemas (P) y otra de cuestiones (C).

Las fechas y horas de cada examen cuatrimestral y del global serán los oficialmente publicados por el Centro.

7.b. Procedimiento de evaluación

La evaluación en cada curso se realizará en dos convocatorias: ordinaria y extraordinaria.

a) Convocatoria Ordinaria.

Su evaluación se llevará a cabo a lo largo de ambos cuatrimestres.

a.1.) Primer cuatrimestre

La nota del primer cuatrimestre (C1) se obtendrá según la expresión siguiente

$$C1 = \max \{ [0,2 CT1 + 0,8 EC1], EC1 \}$$

donde CT1 = 0,5 TC1 + 0,5 EJ1 (evaluación continua) y EC1 = 0,5 PC1 + 0,5 CC1 (examen cuatrimestral)

a.2.) Segundo cuatrimestre

i) Los alumnos que tengan en el primer cuatrimestre $C1 \geq 4,5$ realizarán en la fecha de la convocatoria ordinaria el segundo examen escrito cuatrimestral. Con ello:

$$C2 = \max \{ [0,2 CT2 + 0,8 EC2], EC2 \}.$$

donde CT2 = 0,5 TC2 + 0,5 EJ2 (evaluación continua) y EC2 = 0,5 PC2 + 0,5 CC2 (examen cuatrimestral)

Si $C2 \geq 4,5$ la calificación final será: $C = 0,5 C1 + 0,5 C2$

Si $C2 < 4,5$ la calificación final será: $C = \min \{ [0,5 C1 + 0,5 C2], 4,5 \}$.

ii) El resto de alumnos, aquellos que tienen $C1 < 4,5$, realizarán en la fecha de la convocatoria ordinaria el examen ordinario global (de todo el temario)

b) Convocatoria extraordinaria

Quién no haya aprobado la asignatura en la convocatoria ordinaria realizará en la fecha de la convocatoria extraordinaria el examen global (de todo el temario)

Realizado el examen global en las convocatoria ordinaria o extraordinaria, la calificación será:

$$C = \max \{ [0,2 CT + 0,8 E], E \}$$

donde CT = 0,5 CT1 + 0,5 CT2 (evaluación continua) y E = 0,5 P + 0,5 C (examen global)

Se considerará como "NO PRESENTADO" a aquellos alumnos que no asistan al examen oficial en cada convocatoria (ya sea segundo cuatrimestre o examen global)



INSTRUMENTO / PROCEDIMIENTO, PESO y OBSERVACIONES									
"Por parciales"									
Trabajos primer cuatrimestre	TC1	50%	CT1	0% si $CT1 < EC1$ 20% si $CT1 > EC1$	C1	si $C1 < 4,5$	a global en conv. ordinaria	C	si $C \geq 5$ aprobado por parciales
Ejercicio de control cuatrimestral	EJ1	50%							
Ex. cuestiones cuatrimestre 1	CC1	50%	EC1	100% si $CT1 < EC1$ 80% si $CT1 > EC1$	C1	50% C1	a global en conv. extraordinaria	C	si $C \geq 5 \rightarrow C=4,5$ a global en conv. extraordinaria
Ex. problemas cuatrimestre 1	PC1	50%							
Trabajos segundo cuatrimestre	TC2	50%	CT2	0% si $CT2 < EC2$ 20% si $CT2 > EC2$	C2	si $C1 \geq 4,5$ 50% C2 si $C2 \geq 4,5$	a global en conv. extraordinaria	C	si $C \geq 5 \rightarrow C=4,5$ a global en conv. extraordinaria
Ejercicio de control cuatrimestral	EJ2	50%							
Ex. cuestiones cuatrimestre 1	CC2	50%	EC2	100% si $CT2 < EC2$ 80% si $CT2 > EC2$	C2	si $C2 < 4,5$ 50% C2	a global en conv. extraordinaria	C	si $C \geq 5 \rightarrow C=4,5$ a global en conv. extraordinaria
Ex. problemas cuatrimestre 1	PC2	50%							
"En examen global"									
Ex. Problemas	P	50%	E		CT	si $CT < E$ 100% si $CT > E$ 80%	a global en conv. extraordinaria	C	si $C \geq 5$ aprobado
Ex. Cuestiones	C	50%							
Continua Trabajos y ejercicios cuatrimestrales	TC1	50%	CT1	50%	CT	si $CT < E$ 0% si $CT > E$ 20%	a global en conv. extraordinaria	C	si $C < 5$ suspense
	EJ1	50%							
	TC2	50%	CT2	50%					
	EJ2	50%							

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> Convocatoria ordinaria: <ul style="list-style-type: none"> La calificación máxima en los exámenes se alcanzará cuando las cuestiones y los problemas estén bien planteados, argumentados y explicados; bien resueltos (ecuaciones y cálculos numéricos); y bien expresada la solución final (signo, valor de la magnitud, unidades, etc.) o la explicación razonada en el caso de cuestiones. Cuando se permita usar material de apoyo (apuntes proporcionados en formato impreso), deberá citar la fuente y/o ubicación donde se encuentren las expresiones utilizadas. Convocatoria extraordinaria: <ul style="list-style-type: none"> Idem 	

8. Consideraciones finales