

25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS (MÁSTER FÍSICA AVANZADA)

CÓDIGO 21580102

UNED

25-26

**FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS
DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS (MÁSTER
FÍSICA AVANZADA)
CÓDIGO 21580102**

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA
ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	FENÓMENOS DE TRANSPORTE: TÉCNICAS DE SIMULACIÓN EN FLUIDOS (MÁSTER FÍSICA AVANZADA)
Código	21580102
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN FÍSICA AVANZADA
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura de Fenómenos de Transporte es una asignatura optativa de la especialidad de Física de Fluidos que pretende proporcionar al estudiante las técnicas básicas de simulación numérica para estudiar fenómenos de dinámica microscópica de fluidos simples y complejos. Es una asignatura eminentemente práctica que requiere la elaboración y utilización de programas para la realización de simulaciones numéricas, por lo que puede ser también de interés para estudiantes de la especialidad de Física Computacional.

En esta asignatura se estudian los fundamentos de la dinámica molecular como herramienta para extraer propiedades macroscópicas a partir de detalles microscópicos. Para ello, se estudian (desde el punto de vista de la mecánica clásica) distintos integradores de las ecuaciones del movimiento, colectividades, potenciales de interacción, etc., tanto desde el punto de vista teórico como computacional. También se estudia la vinculación estadística entre propiedades microscópicas (como las fuerzas entre partículas) y observables macroscópicos (como la fricción) para obtener coeficientes de transporte. Por último, se estudian también ejemplos sencillos de dinámica browniana que se complementan con otras asignaturas del título.

Esta asignatura utiliza conceptos de las asignaturas del módulo obligatorio Métodos Numéricos Avanzados y Complementos de Métodos Matemáticos. También se asienta en la teoría que se desarrolla en la asignatura de Mecánica Estadística Fuera del Equilibrio, por lo que resulta interesante el aprovechamiento previo de todas estas materias.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Con carácter general, para abordar la asignatura con garantías de éxito son precisos conocimientos de matemáticas y de física adquiridos en una titulación de graduado en Física o Ingeniería.

- Matemáticas:** cálculo diferencial en varias variables, máximos de funciones condicionados, ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Física:** Mecánica analítica (ecuaciones de Hamilton). Facilita mucho el seguimiento del curso el haber cursado con anterioridad materias de Física de Fluidos y Mecánica Estadística en el grado.

- Además, es indispensable cierto conocimiento de programación en C/Fortran o lenguaje de programación equivalente para poder llevar a cabo simulaciones numéricas.

La bibliografía básica de la asignatura está escrita en inglés, por lo que es necesario un conocimiento del inglés que permita la lectura y comprensión fluida de textos científicos y técnicos.

Algunos de los elementos de evaluación requieren la exposición oral del trabajo realizado, por lo que es imprescindible disponer de los medios técnicos y la disponibilidad para realizar presentaciones online.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JAIME ARTURO DE LA TORRE RODRIGUEZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	jatorre@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7136
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL
Nombre y Apellidos	IGNACIO ZUÑIGA LOPEZ
Correo Electrónico	izuniga@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7132
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El curso virtual es el instrumento fundamental para la tutorización y seguimiento del aprendizaje. En general, los estudiantes podrán plantear las dudas de contenido en cualquiera de los foros habilitados. No obstante, también es posible realizar consultas al equipo docente a través del correo electrónico, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades, solicitando cita previa con suficiente antelación. Los datos de contacto del equipo docente son:

Dr. D. Jaime Arturo de la Torre (Coordinador de la asignatura)

e-mail: jatorre@fisfun.uned.es

Tel.: 91 398 71 36

Departamento de Física Fundamental. Despacho 2.01 Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

Horario de atención al estudiante: lunes lectivos, de 09:30 a 13:30

Dr. D. Ignacio Zúñiga López

e-mail: izuniga@fisfun.uned.es

Tel.: 91 398 71 32

Departamento de Física Fundamental. Despacho 2.01 Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)

Horario de atención al estudiante: martes lectivos, de 12:00 a 14:00 y de 16:00 a 18:00

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS

CM2 Adquirir los conocimientos necesarios en Física Avanzada para incorporarse a un grupo de investigación o a empresas.

CM3 Adquirir la capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física teórica, computacional o de fluidos, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

CM4 Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

CM5 Analizar problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia.

CM6 Analizar críticamente resultados experimentales, analíticos y numéricos en el campo de la física avanzada.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

CONOCIMIENTOS O CONTENIDOS

CN1 Comprender conceptos avanzados de Física y demostrar, en un contexto de investigación científica altamente especializada, una relación detallada y fundamentada entre los aspectos teóricos y prácticos y la metodología empleada en este campo.

CN2 Conocer y comprender los elementos más relevantes de la física teórica, computacional y de fluidos actual. Profundizar en la comprensión de las teorías que se encuentran en la frontera de estos temas, incluyendo su estructura matemática, su confrontación con resultados experimentales, y la descripción de los fenómenos físicos que dichas teorías explican.

CN3 Conocer los sistemas operativos y lenguajes de programación y herramientas de computación relevantes en el campo de la física avanzada.

CN4 Comprender las propiedades cualitativas de las soluciones a las ecuaciones de la física (sus tipos, estabilidad, singularidades, etc.) y su dependencia de los parámetros que definen un sistema físico.

HABILIDADES O DESTREZAS

H1 Elaborar un trabajo escrito con datos bibliográficos, teóricos y/o experimentales, escribiendo un resumen o articulado en extenso (tal y como se realizan los artículos científicos), formulando hipótesis razonables, composiciones originales y conclusiones motivadas.

H2 Comunicar con claridad y rigor los resultados de un trabajo de investigación de forma oral o escrita.

H3 Utilizar bibliografía y fuentes de información especializada, propias del ámbito de conocimiento de la física, manejando las principales bases de datos de recursos científicos.

H5 Modelizar sistemas de alto grado de complejidad. Identificar variables y parámetros relevantes y realizar aproximaciones que simplifiquen el problema. Construir modelos físicos

que describan y expliquen situaciones en ámbitos diversos.

H7 Resolver problemas algebraicos, de resolución de ecuaciones y de optimización mediante métodos numéricos.

H8 Modelar y simular fenómenos físicos complejos por ordenador.

H9 Elaborar una memoria clara y concisa de los resultados de su trabajo y de las conclusiones obtenidas en el campo de la física avanzada.

COMPETENCIAS

CM2 Adquirir los conocimientos necesarios en Física Avanzada para incorporarse a un grupo de investigación o a empresas.

CM3 Adquirir la capacidad para abordar y resolver un problema avanzado en la física teórica, computacional o de fluidos, mediante la elección adecuada del contexto teórico, la identificación de los conceptos relevantes y el uso de las técnicas matemáticas que constituyen la mejor aproximación para así llegar a la solución.

CM4 Analizar una situación compleja extrayendo cuales son las cantidades físicas relevantes y ser capaz de reducirla a un modelo parametrizado.

CM5 Analizar problemas nuevos en sistemas poco conocidos y determinar similitudes y diferencias con modelos de referencia.

CM6 Analizar críticamente resultados experimentales, analíticos y numéricos en el campo de la física avanzada.

CONTENIDOS

Tema 1. Fundamentos de la dinámica molecular

1. Integradores numéricos
2. Potenciales de interacción
3. Simulaciones

Tema 2. Fenómenos de transporte

1. Colectividades de equilibrio
2. Promedios y fluctuaciones
3. Correlaciones temporales
4. Coeficientes de transporte

Tema 3. Métodos acelerados

1. Listas de Verlet
2. Suma de Ewald

3. Transformada rápida de Fourier

Tema 4. Dinámica browniana

1. Suspensiones coloidales y poliméricas

2. Soluciones numéricas a ecuaciones diferenciales estocásticas: algoritmos básicos

3. Aplicaciones a ejemplos sencillos

METODOLOGÍA

El curso se impartirá a través de la plataforma educativa virtual de la UNED, con la metodología propia de la educación a distancia. El trabajo autónomo del estudiante es esencial para la consecución de los objetivos propuestos en la asignatura. El material de estudio básico es la bibliografía que aparece en la guía de la asignatura. Los estudiantes son responsables de hacerse con el material de estudio, pudiendo adquirirlos en formato físico o electrónico, tanto adquiriéndolo como solicitando su préstamo a la red de bibliotecas de la UNED. Para orientar el estudio, en el curso virtual se referencian los capítulos y secciones más relevantes.

En el curso virtual se dispondrá también de enlaces a material complementario (esencialmente artículos científicos en inglés) y otros elementos de ayuda (páginas con información, herramientas para el entrega de tareas, foros de discusión, tablón de noticias, etc.) para ayudar a cumplir los objetivos propuestos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen

No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad

No

Descripción

Esta asignatura no tiene prueba presencial.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si,PEC no presencial

Descripción

Durante el cuatrimestre lectivo se realizarán dos pruebas de evaluación continua.

La primera prueba (PEC1) consistirá en un test de respuesta múltiple sobre la teoría de los temas. La fecha de la prueba se anunciará en el curso virtual con suficiente antelación.

La segunda prueba (PEC2) consistirá en un caso práctico en el que se deberá desarrollar, modificar o explicar el contenido de un pequeño programa que aplique algunos de los conceptos estudiados en la parte de teoría. Los detalles concretos sobre las condiciones que debe cumplir el programa se darán en el curso virtual.

Criterios de evaluación

La corrección de la PEC1 será automática. De todas las respuestas posibles a cada pregunta solo una se considerará correcta. Las respuestas incorrectas penalizarán la calificación final.

La corrección de la PEC2 será manual. Se valorará, entre otros conceptos, la implementación de los requisitos planteados, la eficacia para alcanzar los resultados correctos, la eficiencia del código empleado y las explicaciones dadas. El código empleado deberá estar suficientemente documentado y ser legible en cualquier sistema operativo.

Ponderación de la PEC en la nota final	PEC1: 20% PEC2: 20%
Fecha aproximada de entrega	PEC1/antes de Semana Santa; PEC2/después de Semana Santa

Comentarios y observaciones

Será imprescindible cumplir con el calendario de entregas planteado al inicio del curso para poder ser evaluado en la convocatoria ordinaria.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si,no presencial

Descripción

La principal actividad de la asignatura consistirá en la elaboración, a partir del planteamiento de un problema físico, de **una memoria científica** y **una exposición oral**. A cada estudiante se le asignará el estudio de un fenómeno con unas condiciones dadas. El estudiante deberá implementar el fenómeno físico haciendo uso de las herramientas enseñadas durante el curso, extraer resultados y escribir una memoria donde se detalle todo el proceso. Por último, deberá realizar una breve presentación online con los principales métodos y resultados obtenidos y contestar las preguntas planteadas por el equipo docente.

Criterios de evaluación

Por lo que respecta a la memoria escrita, de forma no exhaustiva, a partir de las condiciones dadas por el equipo docente, se evaluará:

La correcta explicación del fenómeno físico subyacente al proceso.

La implementación numérica del fenómeno.

La extracción de resultados y la visualización correcta de los mismos.

La elaboración de conclusiones.

Por lo que respecta a la presentación oral, de forma no exhaustiva, se evaluará:

Los resultados obtenidos.

La capacidad de síntesis.

La capacidad de debate y defensa argumental.

La claridad expositiva.

La valoración del trabajo final será global, evaluando de forma conjunta la memoria y la presentación, teniendo en cuenta los criterios expuestos. Para poder superar la asignatura será requisito imprescindible tener una calificación mínima de 5 (sobre 10 puntos) en el trabajo final.

Ponderación en la nota final	60%
Fecha aproximada de entrega	Final de curso
Comentarios y observaciones	

Para que el trabajo pueda evaluarse, será imprescindible entregar una memoria científica que detalle los pasos seguidos, incorporar a la memoria los archivos de entrada o el código de programación utilizado, y que ambos archivos se envíen a través del curso virtual antes de la fecha límite que figure al inicio del curso. Será también imprescindible hacer la presentación oral en los plazos estipulados (entre una y dos semanas después de la fecha de entrega de la memoria).

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Para superar la asignatura será imprescindible tener una calificación mínima de 5 (sobre 10 puntos) en el trabajo fin de curso La calificación final es la suma de las tres actividades evaluables, ponderadas del siguiente modo:

NOTA FINAL = 0,2 PEC1 + 0,2 PEC2 + 0,6 TRABAJO

Convocatoria extraordinaria de septiembre

Aquellos estudiantes que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria de junio podrán presentarse a la convocatoria extraordinaria de septiembre. Las calificaciones parciales obtenidas se guardan para la convocatoria de septiembre.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780122673511

Título: UNDERSTANDING MOLECULAR SIMULATION: FROM ALGORITHMS TO APPLICATIONS
2002 edición

Autor/es: Smit, Berend; Frenkel, Daan

Editorial: ELSEVIER

ISBN(13): 9780198803195

Título: COMPUTER SIMULATION OF LIQUIDS: SECOND EDITION 2017 edición

Autor/es: Tildesley, D.J.; Allen, M. P.

Editorial: OXFORD UNIVERSITY PRESS

El material de estudio básico de la asignatura son los dos libros de texto referenciados.

El libro de Frenkel y Smit, **Understanding Molecular Simulation**, es un excelente volumen con numerosos detalles sobre dinámica molecular que son relevantes para este curso. Con un lenguaje sencillo y ejemplos desarrollados en FORTRAN, es un buen complemento que cubre, además, conceptos que van más allá del temario de la asignatura. Este libro puede adquirirse a través de librerías científicas habituales y está también disponible para su lectura online desde el repositorio de la Biblioteca Central de la UNED, previa autenticación del estudiante.

El volumen de Allen y Tildesley, **Computer Simulation of Liquids**, es también un libro muy completo que cubre todo el temario, incluyendo información importante sobre los coeficientes de transporte y los métodos acelerados. Tanto la edición de 2017 como la primera edición (de 1987 con múltiples reimpresiones) son válidas para seguir la asignatura. Este libro puede adquirirse a través de librerías científicas habituales o en servicio de préstamos de la Red de Bibliotecas Universitarias y Científicas.

Además del uso de estos libros, en la asignatura se fomentará la búsqueda de artículos científicos relevantes para los distintos temas. También se proporcionará material complementario sobre aspectos técnicos (como el software de dinámica molecular). Se recuerda que la bibliografía básica de la asignatura está escrita en inglés, por lo que es necesario un conocimiento del inglés que permita la lectura y comprensión fluida de textos científicos y técnicos.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788436245721

Título: MECÁNICA ESTADÍSTICA 3ª reimpresión edición

Autor/es: Brey Abalo, José Javier; Rubia Pacheco, Juan De La; Rubia Sánchez, Javier De La

Editorial: U.N.E.D.

El libro de Brey, de la Rubia, de la Rubia, **Mecánica Estadística**, es un buen material complementario para entender, entre otros conceptos, los fundamentos de la teoría de colectividades de equilibrio. Este volumen está especialmente recomendado para aquellos estudiantes que necesiten refrescar conocimientos de los cursos de grado.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

DINÁMICA MOLECULAR

LAMMPS es uno de los paquetes de software de dinámica molecular más extendidos en la comunidad científica. Altamente paralelizable, utiliza una sintaxis propia que se ejecuta secuencialmente. Posee una documentación muy extensa y dispone de versiones para Linux, MacOS y Windows.

COMPILADORES

Existen compiladores de C, C++ y FORTRAN gratuitos para Linux (gcc), MacOS (Xcode) y Windows (Visual Studio). Algunas librerías como GSL o Armadillo hacen más sencillo el trabajo con álgebra matricial. Librerías como LAPACK pueden ayudar a operar eficientemente con los datos que genere el código de dinámica molecular.

Es posible también usar python o alguna de sus suites de programación e IDE más usuales como anaconda o spyder. Librerías como matplotlib, numpy, scipy o pandas pueden facilitar también el trabajo de programación.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

VMD es el software por excelencia para la visualización de datos obtenidos mediante dinámica molecular. También tiene algunas herramientas de análisis interesantes y dispone de un entorno interpretado con sintaxis de TCL.

gnuplot es un programa muy versátil para la representación de datos en bruto. Python, maxima y octave permiten también la representación usando funciones o librerías auxiliares. En última instancia, pueden usarse programas de ofimática como LibreOffice, OpenOffice, Excel o Numbers.

RECURSOS COMPUTACIONALES

El Máster en Física Avanzada tiene suscrito un acuerdo con el Centro de Computación de Alto Rendimiento de la UNED (CCAR) para proporcionar a los estudiantes que lo necesiten el acceso a recursos computacionales avanzados.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.