26-27

GRADO EN FÍSICA
SEGUNDO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MÉTODOS MATEMÁTICOS III

CÓDIGO 61042053

UNED

26-27

MÉTODOS MATEMÁTICOS III

CÓDIGO 61042053

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
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	MÉTODOS MATEMÁTICOS III
CÓDIGO	61042053
CURSO ACADÉMICO	2026/2027
DEPARTAMENTO	FÍSICA INTERDISCIPLINAR
TÍTULO EN QUE SE IMPARTE	GRADO EN FÍSICA
CURSO	SEGUNDO CURSO
PERIODO	SEMESTRE 2
Nº ETCS	6
HORAS	150.0
IDIOMAS EN QUE SE IMPARTE	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El objetivo de esta asignatura de la materia de Métodos Matemáticos de la Física es profundizar en la formación matemática que el alumno que estudia el Grado en Física debe poseer. Es importante no sólo por sus propios contenidos sino también porque está en la base matemática de algunas de las asignaturas que deberá cursar. Sus contenidos se usarán como herramienta y fundamentación matemática básica de algunas de las disciplinas de la física y es necesario dominarlos para aforntar con éxito asignaturas obligatorias como Física Cuántica I y II, Mecánica Teórica, Electrodinámica Clásica, Métodos Matemáticos IV, Mecánica Estadística y Física de Fluidos.

Se trata de una teoría motivada por la descripción de fenómenos que dependen lineal o nolinealmente del tiempo y del espacio. Se estudiarán las ecuaciones las ecuaciones diferenciales no lineales que aparecen en la formulación de muchos problemas de la física, en mecánica clásica, en óptica, en sistemas dinámicos, en física estadística, etc. y las ecuadiones en derivadas parciales, que como ocurre en el caso de las ecuaciones diferenciales ordinarias, tienen soluciones que no son solo valores numéricos, sino funciones. Unas funciones que, además, dependen de otras funciones, en forma de condiciones iniciales y de contorno, las cuales definen su relación con el entorno del dominio de trabajo y cómo es la distribución inicial del sistema estudiado.

Este curso es introductorio y se estudian, únicamente, un reducido conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales y sistemas autónomos de orden dos así como, básicamente, las ecuaciones en derivadas parciales lineales más relevantes de segundo orden. No por ello dejan de limitar severamente el alcance del curso, en tanto en cuanto la riqueza de una ecuación viene definida por la variedad de ámbitos en los que tiene interés, no por la mayor o menor complejidad que tenga. Las ecuaciones del calor-difusión, la de ondas o la de Laplace, a pesar de su simplicidad formal, tienen una presencia incuestionable en multitud de dominios de la física, química, biología e ingeniería. El análisis de estas ecuaciones con la ayuda de muchos problemas, ayudará más a aprehender la esencia de las ecuaciones en

derivadas parciales que un recorrido por el inacabable catálogo de todas las euaciones existentes.
Nos fijaremos en la construcción de soluciones explícitas. El número de casos en los que esto es posible es excepcional. Sin embargo, todos estos ejemplos son enormemente instructivos puesto que permiten centrarnos en un análisis de la física del problema, que es mucho más dificultoso, sino imposible, en los casos en los que los códigos de ordenador a los que hay que recurrir, ocultan los procesos físicos de interés.
Es importante que los alumnos que van a estudiar esta asignatura supere previamente las asignaturas de Métodos Matemáticos I y Métodos Matemáticos II, que les van a permitir adquirir los conocimientos básicos necesarios de ecuaciones diferenciales ordinarias y de funciones de variable compleja.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para abordar el estudio de esta asignatura en las mejores condiciones posibles, es esencial que los alumnos tengan conocimientos matemáticos previos, en concreto de las áreas de análisis matemático, geometría, ecuaciones diferenciales ordinarias y variable compleja. Es importante que los alumnos que van a estudiar esta asignatura superen previamente las asignaturas de Métodos Matemáticos I y Métodos Matemáticos II, que les van a permitir adquirir los conocimientos básicos necesarios de ecuaciones diferenciales ordinarias y de funciones de variable compleja.
Con el fin de facilitar su incorporación a la asignatura, también es muy conveniente el conocimiento de la lengua inglesa, dado que la mayor parte de la bibliografía de esta rama científica está escrita en inglés.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	CASIANO HERNANDEZ SAN JOSE
Correo Electrónico	casianoh@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7180
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA INTERDISCIPLINAR

Nombre y Apellidos	CESAR FERNANDEZ RAMIREZ (Coordinador/a de asignatura)
Correo Electrónico	cefera@ccia.uned.es
Teléfono	91398-8902
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA INTERDISCIPLINAR

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La labores de tutorización y seguimiento se harán principalmente a través de las tutorías ofrecidas por los Centros Asociados. La relación con el Equipo Docente será mediante las herramientas de comunicación del Curso Virtual (correo y foros de debate). Además, los estudiantes podrán siempre entrar en contacto con los profesores de la asignatura por medio de correo electrónico, teléfono o entrevista personal.

Los Foros moderados por el equipo docente no estarán habilitados en periodos no-lectivos (vacaciones y época de exámenes).

Los horarios de las tutorías los establecerán los distintos Centros Asociados que las impartan. Cada alumno debe ponerse en contacto con su Centro Asociado para saber el funcionamiento de dichas tutorías.

Las guardias del Equipo Docente serán en los siguientes horarios:

Dr. César Fernández Ramírez (coordinador)
Horario: Martes, de 10:30 a 14:30
Correo electrónico: cefera@ccia.uned.es
Teléfono: 91 398 8902

Dr. Casiano Hernández San José
Horario: Viernes, de 17:00 a 21:00
Correo electrónico: casianoh@ccia.uned.es
Teléfono: 91 398 7180

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

Las sesiones de tutoría se imparten presencialmente y en línea desde el Centro Asociado de referencia o, en su defecto, desde otro Centro Asociado. A continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura.

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

COMPETENCIAS GENERALES

CG01: Capacidad de análisis y síntesis.
CG02: Capacidad de organización y planificación.
CG03: Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
CG04: Conocimiento de inglés científico en el ámbito de estudio.
CG06: Capacidad de gestión de información.
CG07: Resolución de problemas.
CG08: Trabajo en equipo.
CG09: Razonamiento crítico.
CG10: Aprendizaje autónomo.
CG11: Adaptación a nuevas situaciones.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE01: Tener una buena comprensión de las teorías físicas más importantes: su estructura lógica y matemática, su soporte experimental y los fenómenos que describen; en especial, tener un buen conocimiento de los fundamentos de la física moderna.

CE02: Saber combinar los diferentes modos de aproximación a un mismo fenómeno u objeto de estudio a través de teorías pertenecientes a áreas diferentes.

CE04: Ser capaz de identificar las analogías en la formulación matemática de problemas físicamente diferentes, permitiendo así el uso de soluciones conocidas en nuevos problemas.

CE05: Ser capaz de entender y dominar el uso de los métodos matemáticos y numéricos más comúnmente utilizados, y de realizar cálculos de forma independiente, incluyendo cálculos numéricos que requieran el uso de un ordenador y el desarrollo de programas de software.

CE07: Ser capaz de identificar los principios físicos esenciales que intervienen en un fenómeno y hacer un modelo matemático del mismo; ser capaz de hacer estimaciones de órdenes de magnitud y, en consecuencia, hacer aproximaciones razonables que permitan simplificar el modelo sin perder los aspectos esenciales del mismo.

CE08: Ser capaz de adaptar modelos ya conocidos a nuevos datos experimentales.

CE10: Ser capaz de buscar y utilizar bibliografía sobre física y demás literatura técnica, así como cualesquiera otras fuentes de información relevantes para trabajos de investigación y desarrollo técnico de proyectos.

CE11: Ser capaz de trabajar con un alto grado de autonomía y de entrar en nuevos campos de la especialidad a través de estudios independientes.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El estudio de las ecuaciones diferenciales no lineales permitirá a los alumnos distinguir las propiedades de las ecuaciones de evolución y las ecuaciones para problemas estacionarios.

El estudio de las ecuaciones en derivadas parciales permitirá a los alumnos adquirir los conocimientos adecuados para tratar de solucionar los diversos problemas que plantea la física matemática y la técnica en los tiempos actuales. En este marco, se han de procurar alcanzar los siguientes resultados:

- Comprender contextos y situaciones del mundo físico real para poderlas interpretar mediante un modelo matemático.
- Comprender los procesos simbólicos y los procesos numéricos que nos permitan tratar el modelo matemático que más se aproxime al mundo real.
- Conocer la historia y los desarrollos recientes de las aplicaciones de las ecuaciones en derivadas parciales y sus perspectivas futuras, así como las distintas heurísticas o estrategias para el correcto planteamiento y resolución de los problemas de la física y de la técnica.

Para conseguir los resultados anteriores de la forma más eficiente posible, los alumnos deben mantener una actitud que les permita apreciar el valor formativo y cultural de la representación de fenómenos naturales en situaciones concretas mediante modelos de aproximación que permiten ser tratados con la herramienta de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

CONTENIDOS

Tema 1. Las ecuaciones diferenciales no lineales: un primer contacto

La noción de oscilador, y la de vibración, es esencial para el estudio de la dinámica de las evoluciones no monótonas, y constituye un excelente ejemplo para introducirnos en las ideas de estructuración y complejidad en el tiempo. Empezaremos con un repaso al péndulo simple - del que sería un error pensar que es un problema trivial –y su contrapartida natural amortiguada. Nos preguntaremos qué es necesario para mantener las oscilaciones, analizando en detalle los osciladores de van der Pol y paramétrico, como casos de oscilaciones sostenidas que nos llevarán al concepto de ciclo límite.

Tema 2. Estabilidad lineal de puntos críticos

El cambio de comportamiento de un sistema no lineal está ligado a la idea de estabilidad de soluciones de un sistema. Las soluciones más simples las constituyen los puntos críticos y de cuantificarla nos ocuparemos en este tema, por medio de lo que se denomina principio de estabilidad lineal, que reduce el problema de la estabilidad a la resolución de un simple problema lineal.

Tema 3. Una simple teoría cualitativa de bifurcaciones locales de codimensión 1

La descripción de los ejemplos de los dos temas anteriores nos permite abordar de forma muy simple la noción de bifurcación, concepto fundamental en el estudio de los sistemas no lineales. Pasado el punto crítico en el espacio de parámetros del sistema, la observación de una ruptura se traduce, desde un punto de vista matemático, en lo que se denomina una bifurcación. Se trata simplemente de un cambio cualitativo en las soluciones de las ecuaciones. Como la dimensión del espacio de parámetros depende del sistema, hemos de liberarnos de toda restricción derivada de este hecho. Es cuando interviene el concepto de codimensión de una bifurcación. Desarrollaremos el caso más simple de codimensión igual a uno, sistematizando las bifurcaciones posibles y lo que llamaremos sus formas normales.

Tema 4. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales simples

En este tema se realizará una introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (EDP) simples mediante ejemplos y se abordará el problema de la clasificación de las EDP de segundo orden con coeficientes constantes.

Tema 5. Introducción a la ecuación del calor-difusión

En este tema se analizará la ecuación unidimensional del calor-difusión para diferentes condiciones iniciales y de contorno, se estudiará la distribución de equilibrio y posteriormente se generalizará a un número mayor de dimensiones.

Tema 6. Separación de variables y series de Fourier

Se estudia el método de separación de variables, de gran importancia y aplicación en los problemas de electromagnetismo y cuántica. Se estudianlso problemas de contorno y la determinación de los autovalores y las autofunciones que permiten escribir la solución general. A continuación se estudian las soluciones de tipo producto y los casos en los que se puede aplicar el principio de superposición. Para finalizar el tema se cubre el estudio de las funciones ortogonales y las series de Fourier.

Tema 7. Introducción a la ecuación de ondas unidimensional

Este tema cubre el estudio de la ecuación de ondas unidimensional, tratándose el paradigmático caso de la cuerda vibrante con extremos fijos. Para terminar se estudia el método de D'Alembert de resolución de la ecuación de ondas.

Tema 8. El problema de Sturm-Liouville

En este tema se aborda el problema de Sturm-Liouville y sus diferentes variantes, lo que permite detrminar los autovalores y autofunciones que permiten resolver problemas de este tipo.

Tema 9. Ecuaciones en varias dimensiones

En el último tema de la asignatura se generalizan las ecuaciones del calor-difusión y de ondas a dos y tres dimensiones, proporcionándose ejemplos. Se estudia el método de separación de variables multidimensional y el problema de autovalores asociado. Se estudia la ecuación de Bessel y sus soluciones, así como la ecuación de Laplace y sus soluciones y propiedades para concluir con el estudio de los polinomios de Legendre.

METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia, donde tiene gran importancia el trabajo autónomo, con el apoyo docente a través del correo, correo electrónico, medios virtuales, foro de debate, telemáticos, teléfono y reuniones presenciales.
Para el trabajo autónomo y la preparación de la asignatura los estudiantes disponen de una bibliografía básica acorde con el programa de la materia, así como de materiales de apoyo y las tutorías proporcionadas por los Centros Asociados.
Se considera que el trabajo autónomo (excluyendo lectura de material y realización de trabajos) corresponde al menos al 50 % del total de los créditos de la asignatura. El tiempo dedicado a la lectura del material docente estaría en torno al 20 % del tiempo dedicado por el alumno a la asignatura, y otro 30 % dedicado a la resolución de problemas y elaboración de trabajos.

Los estudiantes matriculados en esta asignatura dispondrán de:
1) Guía del curso, donde se establecen los objetivos prioritarios y los puntos básicos
2) Material didáctico complementario.
3) Programa, en el cual se establece la división del contenido de la asignatura por capítulos
4) Ejemplos de exámenes propuestos en cursos anteriores, como orientación sobre las pruebas presenciales que deberán realizar
Todos estos materiales de apoyo se encontrarán accesibles en la web de la UNED, en el espacio virtual de esta asignatura en la plataforma AGORA.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Ninguno

Criterios de evaluación

La prueba presencial constará de un examen que contendrá de entre tres y cuatro problemas a resolver. La puntuación de cada uno de ellos dependerá de su grado de dificultad y extensión. Se valorará no sólo la solución correcta de cada pregunta, sino su planteamiento y la justificación de los pasos seguidos.

% del examen sobre la nota final	95
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5
Comentarios y observaciones	

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

Descripción

Se realizarán dos pruebas de evaluación continua, correspondienes a las dos partes de la asignatura. El tiempo previsto de realización de las mismas es de aproximadamente dos horas, siempre y cuando se hayan asimilado adecuadamente los contenidos requeridos para la misma. Cada PEC contribuirá con un 2,5% a la calificación final de la asignatura en el caso de que se apruebe la Prueba Presencial.

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final 5%

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Para determinar la nota de la asignatura se evaluará primero la Prueba Presencial.
Si la calificación obtenida en la Prueba Presencial es mayor o igual a 5, la Prueba Presencial está aprobada
Si la calificación obtenida en la Prueba Presencial es inferior a 5, la Prueba Presencial está suspensa.
En el caso de no haber aprobado la Prueba Presencial, la asignatura está suspensa y la calificación final es la de la Prueba Presencial.

En el caso de haber aprobado la Prueba Presencial, la asignatura está aprobada y se calcularán las siguiente cantidades:
1) Nota de la Prueba Presencial;
2) 0,025*(Primera PEC) + 0,025*(Segunda PEC) + 0,95*(Nota de la Prueba Presencial);
3) 0,025*(Primera PEC) + 0,975*(Nota de la Prueba Presencial);
4) 0,025*(Segunda PEC) + 0,975*(Nota de la Prueba Presencial);

La nota final será la MAYOR de las cuatro cifras. En estas fórmulas, las PECs no entregadas calificarán como 0. Obviamente, si no se entrega ninguna PEC, la calificación más alta será la 1) y, por construcción, las PECs nunca contribuirán a reducir la calificación obtenida en el examen.

Las matrículas de honor serán asignadas una vez concluya el periodo de revisión de exámenes.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9781292039855
Título:APPLIED PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH FOURIER SERIES AND BOUNDARY VALUE PROBLEMS: PEARSON NEW INTERNATIONAL EDITION2013
Autor/es:Richard Haberman ;
Editorial:PEARSON

El contenido de los temas de esta asignatura se desarrolla en la primera parte de la obra citada como bibliografía básica.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9788429151602
Título:ECUACIONES DIFERENCIALES EN DERIVADAS PARCIALES : CON MÉTODOSDE VARIABLE COMPLEJA Y DE TRANSFORMACIONES INTEGRALESnull
Autor/es:Weinberger, Hans F. ;

Editorial:REVERTÉ

ISBN(13):9789701029855
Título:MATEMÁTICAS AVANZADAS PARA INGENIERÍA Y CIENCIASnull
Autor/es:
Editorial:McGraw-Hill

ISBN(13):9789702605928
Título:ECUACIONES DIFERENCIALES Y PROBLEMAS CON VALORES EN LA FRONTERA4
Autor/es:Snider, Arthur David ; Saff, Edward B. ; Nagle, R. Kent ;
Editorial:PEARSON EDUCACIÓN

Todo el temario se puede ver complementado en el libro de H. Weinberger *"Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales"* de la editorial Reverté.

Por la gran cantidad de ejercicios y ejemplos prácticos sobre problemas relacionados con la física matemática, es conveniente también utilizar el libro de M. R. Spiegel, *"Matemáticas Avanzadas para Ingeniería y Ciencias"*, de la editorial Mc Graw-Hill.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

A través del curso virtual se pondrá a disposición de los alumnos diverso material adicional de apoyo al estudio: coleccion de problemas resueltos, acceso al programa Maple, códigos de cálculo, etc.

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.