22-23

GRADO EN FÍSICA
CUARTO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

FÍSICA MATEMÁTICA

CÓDIGO 61044081

UNED

22-23

FÍSICA MATEMÁTICA

CÓDIGO 61044081

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

Nombre de la asignatura	FÍSICA MATEMÁTICA
Código	61044081
Curso académico	2022/2023
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUÍDOS
Título en que se imparte	GRADO EN FÍSICA
CURSO - PERIODO	- CUARTO CURSO - SEMESTRE 1
Título en que se imparte	GRADO EN MATEMÁTICAS
CURSO - PERIODO	- CUARTO CURSO - SEMESTRE 1
Tipo	OPTATIVAS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Física Matemática es una asignatura optativa de la rama de Ciencias que se imparte durante el primer semestre del cuarto curso de los grados en Físicas y en Matemáticas. Tiene asociados 5 créditos ECTS (de 25 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.
A lo largo de los estudios del Grado en Física hemos visto que con mucha frecuencia la modelización de un sistema físico lleva a plantear un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (hay multitud de ejemplos en electromagnetismo, mecánica cuántica, fluidos, relatividad, etc.). En muchos casos de interés académico es posible resolver estas ecuaciones de manera exacta, lo que nos permite desarrollar una cierta intuición sobre el comportamiento del sistema considerado. Sin embargo, en otros muchos casos de interés las ecuaciones diferenciales consideradas son lo suficientemente complicadas como para que sea imposible obtener su solución analítica. El objetivo de esta asignatura es proporcionar algunas herramientas útiles para resolver este tipo de problemas.
En la asignatura veremos algunos métodos avanzados para resolver ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias como en derivadas parciales. El curso está estructurado en 2 partes bien diferenciadas: en la primera parte estudiaremos algunos métodos numéricos basados en desarrollos espectrales (para lo cual será imprescindible el uso de un ordenador, ver apartado "Requisitos previos"), mientras que en la segunda parte veremos métodos analíticos aproximados de tipo perturbativo. Aunque el contenido de la asignatura es matemático, el enfoque es totalmente práctico, orientado a resolver problemas concretos. Los conceptos y métodos que veremos en en esta asignatura son de gran aplicabilidad en todas las áreas de la física en las que se manejan ecuaciones diferenciales, ya que nos permitirán construir soluciones aproximadas para multitud de problemas en los que no es posible obtener una solución analítica exacta.

Los métodos de tipo perturbativo (que veremos en la segunda parte de la asignatura) son especialmente relevantes, ya que al ser soluciones analíticas (aunque aproximadas), cuando son aplicables proporcionan gran cantidad de información sobre el comportamiento del sistema estudiado, incluyendo la dependencia de la solución con los parámetros del problema y con las condiciones de contorno. En cualquier caso, la aplicabilidad de este tipo

de métodos es limitada, y con frecuencia la única manera de atacar multitud de problemas concretos es por medio de métodos numéricos. En este sentido los métodos basados en desarrollos espectrales que veremos en la primera parte del curso son tremendamente útiles.

Esta asignatura se apoya directamente en todas las asignaturas de matemáticas estudiadas previamente en el grado en física, especialmente en las de ecuaciones diferenciales obviamente. En la primera parte de la asignatura nuestro punto de partida serán algunos conceptos de análisis funcional (Espacios de Hilbert) estudiados en métodos matemáticos. Por otra parte, esta asignatura complementa y generaliza los conceptos de métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias estudiados en otras asignaturas (como Física Computacional II).

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

El trabajo desarrollado en la primera parte de la asignatura (métodos espectrales) es completamente práctico e individual, y esencialmente computacional. Por lo tanto, es un **requisito absolutamente imperativo** el manejo de algún **lenguaje o programa de cálculo numérico**. Por las características de estos métodos, se recomienda **el uso de programas de cálculo simbólico** como Maple, Mathematica o versiones similares de distribución gratuita como Maxima (programa que se enseña en la asignatura Física Computacional I del primer curso del grado en Físicas). No obstante, también es posible realizar el trabajo de esta parte de la asignatura utilizando otros progamas de cálculo numérico como Matlab (o su versión libre Octave) o lenguajes de programación como Python.
Ya abordando cuestiones más generales, para el estudio con aprovechamiento de esta asignatura resulta más que recomendable tener un buen dominio de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, ecuaciones diferenciales ordinarias y análisis funcional (temas incluidos en las asignaturas de métodos matemáticos del grado en física, y en las asignaturas de espacios de Hilbert y ecuaciones diferenciales del grado en matemáticas), ya que las ecuaciones diferenciales son el lenguaje que estaremos empleando durante todo el curso.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MANUEL ARIAS ZUGASTI (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	maz@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7127
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

Nombre y Apellidos	PEDRO CORDOBA TORRES
Correo Electrónico	pcordoba@ccia.uned.es
Teléfono	91398-7141

Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA MATEMÁTICA Y DE FLUIDOS

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El Equipo Docente ofrecerá una completa tutorización de la asignatura a través de su Curso Virtual. Este curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. A través del mismo, el Equipo Docente realizará el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes e informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que el Equipo Docente estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura.

El horario de atención al alumno por parte del Equipo Docente de la Sede Central será: lunes (excepto en vacaciones académicas) de 16:00 a 20:00 horas. En caso de que el lunes sea día festivo, la guardia pasará al siguiente día lectivo. Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los foros de debate habilitados en el Curso Virtual de la asignatura. Estos foros son revisados continuamente por el Equipo Docente y permiten una comunicación rápida y directa entre profesores, alumnos y tutores.

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

•**Tutorías de centro o presenciales**: se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.

•**Tutorías campus/intercampus**: se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 61044081

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

En esta asignatura el estudiante adquirirá las siguientes **competencias específicas** del Grado en Física:

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
CE09 Adquirir una comprensión de la naturaleza y de los modos de la investigación física y de cómo ésta es aplicable a muchos campos no pertenecientes a la física, tanto para la comprensión de los fenómenos como para el diseño de experimentos para poner a prueba las soluciones o las mejoras propuestas
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

En esta asignatura el estudiante desarrollará, además, las siguientes **competencias generales** del Grado:
CG01 Capacidad de análisis y síntesis
CG02 Capacidad de organización y planificación
CG04 Conocimiento de inglés científico en el ámbito de estudio
CG06 Capacidad de gestión de información
CG07 Resolución de problemas
CG09 Razonamiento crítico
CG10 Aprendizaje autónomo
CG11 Adaptación a nuevas situaciones

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La asignatura está estructurada en dos partes. Aprender a usar métodos de tipo espectral, basados en desarrollos truncados en términos de bases de espacios de Hilbert (primera parte), y métodos perturbativos (segunda parte) para el estudio de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

CONTENIDOS

Espacios de Hilbert

Métodos Espectrales

Método Tau

Intervalos no acotados

Método de Descomposición del Dominio

Introducción a los Métodos Perturbativos

Desarrollos Asintóticos

Método de las Coordenadas Estiradas

Capa Límite

Método de las Escalas Múltiples

METODOLOGÍA

El estudiante deberá leer y asimilar los temas de la bibliografía básica que conforman el programa de la asignatura. Una vez comprendidos estos conceptos, deberá emplearlos para resolver problemas concretos.

La asignatura está orientada a la resolución de problemas de física, para ello en la página de la asignatura se indicará una colección de problemas cuya solución por medio de los métodos estudiados en la asignatura es la principal actividad de aprendizaje.

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	

Todo tipo de material escrito

Criterios de evaluación

La prueba presencial consistirá en la resolución razonada y desarrollada de una serie de problemas correspondientes **únicamente** a la parte de **Métodos Perturbativos**

La parte de Métodos Espectrales no será objeto de evaluación en el examen presencial.

El examen representa un 20% de la nota final.

% del examen sobre la nota final	20
Nota del examen para aprobar sin PEC	0
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	0
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5

Comentarios y observaciones

Para aprobar la asignatura es **necesario aprobar por separado** el Examen Presencial, la PEC de Métodos Espectrales, y la PEC de Métodos Perturbativos.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?	Si

Descripción

Al igual que el temario de la asignatura, las Pruebas de Evaluación Continua están agrupadas en dos bloques, uno por cada parte de la asignatura.

Parte 1. Métodos Espectrales

Las PECs de Métodos Espectrales representan el 50% de la nota final. Recordamos que la parte de Métodos Espectrales no entra en el examen, de modo que la evaluación de esta parte (50% de la nota final) estará completamente basada en el trabajo individual desarrollado en las PECs.

Estas PECs están compuestas de una colección de problemas que deberán ser trabajados (en su gran mayoría) computacionalmente, para lo que se recomienda "imperativamente" el uso de programas de manipulación simbólica como Maple, Mathematica o versiones similares de distribución gratuita como Maxima (programa que se maneja en la asignatura del primer curso Física Computacional I). Por supuesto, también se puede trabajar con lenguajes de programación como Fortran o C, o con lenguajes de alto nivel especializados en cálculo numérico como MATLAB. Sin embargo, aunque estos lenguajes proporcionan mucha más potencia de cálculo, no son los más recomendables para la implementación de los algoritmos que desarrollan los métodos espectrales. En este sentido, los lenguajes de álgebra simbólica son especialmente adecuados.

Las PECs aparecerán en el curso virtual en forma de problemas que podrán contener, a su vez, diferentes ejercicios. Estos problemas se mostrarán de forma ordenada y deberán ser trabajados paralelamente al estudio. No se trata simplemente de ejercicios para evaluar el aprendizaje y el trabajo individual, se han propuesto de forma que ayuden también a la comprensión de los conceptos que se estudian en el texto básico, cuyo rigor en muchos casos es sacrificado por la casuística o por el entusiasmo del autor. Por esta razón muchos de ellos abordan aspectos teóricos relacionados con los contenidos de la asignatura. Para identificar qué problemas o qué ejercicios son recomendables realizar después del estudio de un determinado capítulo del texto, se indicará junto al ejercicio los capítulos que son tratados en el mismo. Repetimos: es muy recomendable realizar los ejercicios correspondientes a cada tema del libro después de su estudio. En algunos casos los ejercicios no tendrán ninguna asignación por ser considerados generales. Junto a cada problema aparecerá la nota del mismo, sumando todo una nota máxima de 10 puntos.

Todos los ejercicios realizados en esta parte deberán ser presentados en un único documento pdf con el nombre del estudiante seguido de la parte, por ejemplo: *Nombre_Apellido_parte1.pdf*. Este documento será enviado al Equipo Docente a través de la herramienta "Entrega de Trabajos" del curso virtual, de acuerdo con el calendario establecido por el equipo Docente. La presentación de la solución de los ejercicios deberá estar bien estructurada, explicando los pasos seguidos, presentando adecuadamente los resultados -tal y como se pide en su enunciado (figuras, tablas,…)- y realizando un análisis de los mismos. A no ser que se indique explícitamente lo contrario, no es necesario hacer todos los

ejercicios propuestos.

Parte 2. Métodos perturbativos

La PEC de Métodos Perturbativos representa el 30% de la nota final (el 20% restante de esta parte corresponde al examen). Las PECs de esta parte también consistirán en una colección de problemas publicados en el curso virtual y sobre los que también se recomienda seguir el orden propuesto. En este caso se trata de problemas con desarrollo analítico, por lo que no será necesario el uso del ordenador. De nuevo, todos los ejercicios realizados en esta parte deberán ser presentados en un único documento *Nombre_Apellido_parte2.pdf*. a través de la herramienta "Entrega de Trabajos" del curso virtual, de acuerdo con el calendario establecido por el equipo Docente.

Criterios de evaluación

El Equipo Docente evaluará el trabajo realizado por el estudiante en cada parte y lo calificará de acuerdo con las puntuaciones asignadas a cada problema.

Ponderación de la PEC en la nota final	80% = 50% (PEC de Métodos Espectrales) + 30% (PEC de Métodos Perturbativos)
Fecha aproximada de entrega	Las fechas de entrega de las PECs de cada parte serán debídamente anunciadas en el curso virtual

Comentarios y observaciones

Para aprobar la asignatura es **necesario aprobar por separado** el Examen Presencial, la PEC de Métodos Espectrales, y la PEC de Métodos Perturbativos.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?	No
Descripción	
Criterios de evaluación	
Ponderación en la nota final	0
Fecha aproximada de entrega	
Comentarios y observaciones	

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Cada una de las tres partes: PECs Métodos Espectrales, PECs Métodos Perturbativos y Examen Presencial, será calificada sobre 10 y luego debidamente ponderada. **Es necesario obtener una nota mayor o igual a 5 en cada parte para aprobar la asignatura.** Si alguna(s) de las tres partes se suspendiera en la convocatoria de junio, o bien no se presentase el trabajo correspondiente, o no se presentase al examen, esa parte podrá ser recuperada en la convocatoria de septiembre independientemente del resto de partes aprobadas (que no tendrán que volver a realizarse).
Una vez que cada una de las PECS y el examen presencial han obtenido una calificación de aprobado, la calificación final de la asignatura se calcula de acuerdo a:
50% (PEC de métodos espectrales) + 30% (PEC de métodos perturbativos) + 20% (examen presencial)

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9780471399179
Título:PERTURBATION METHODS
Autor/es:Nayfeh, Ali Hasan ;
Editorial:Wiley Classics Library

El temario de la **primera parte** del curso se ajusta al contenido de cualquiera de estos dos textos, ambos disponibles *on-line:*

J. P. Boyd
Chebyshev and Fourier Spectral Methods
Dover Books on Mathematics
Second Revised Edition
ISBN-13: 978-0486411835
disponible online en: http://www-personal.umich.edu/~jpboyd/BOOK_Spectral2000.html
D. Funaro
Polynomial Approximation of Differential Equations
Lecture Notes in Physics, m8, Springer-Verlag, Heidelberg, 1992, p. X+303
disponible online en: http://cdm.unimo.it/home/matematica/funaro.daniele/bube.htm

El temario de la **segunda parte** del curso está contenido en el texto de Nayfeh:

A. H. Nayfeh
Perturbation Methods
Wiley Classics Library
ISBN-13: 978-0471399179

El contenido de esta asignatura es "un clásico" en temas avanzados de matemática

aplicada, por este motivo hay literalmente multitud de buenos libros publicados, algunos de los cuales les recomendamos en la "Bibliografía complementaria".

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780387989310
Título:ADVANCED MATHEMATICAL METHODS FOR SCIENTISTS AND ENGINEERS
Autor/es:Orszag, Steven A. ;
Editorial:Springer

ISBN(13):9780521378970
Título:PERTURBATION METHODS
Autor/es:
Editorial:CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS..

ISBN(13):9783540552307
Título:POLYNOMIAL APPROXIMATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS
Autor/es:Funaro ;
Editorial:SPRINGER-VERLAG

La bibliografía complementaria del curso es:
E. J. Hinch
Perturbation Methods
Cambridge Texts in Applied Mathematics
ISBN-13: 978-0521378970

C. M. Bender y S. A. Orszag
Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers: Asymptotic Methods and Perturbation Theory (v. 1)
Springer Verlag
ISBN-13: 978-0387989310

D. Gottlieb y S. A. Orszag
Numerical Analysis of Spectral Methods : Theory and Applications
Society for Industrial and Applied Mathematics (January 1, 1987)
ISBN-13: 978-0898710236

H. Jeffreys y B. Jeffreys

Methods of Mathematical Physics
Cambridge Mathematical Library, 3 edition (January 13, 2000)
ISBN-13: 978-0521664028

S. Hassani
Mathematical Physics
Springer Verlag
ISBN-13: 978-0387985794

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Aparte de las Bibliografías Básica y Complementaria recomendadas, el principal recurso de apoyo al estudio será el Curso Virtual de la asignatura en la plataforma aLF. En él se podrá encontrar todo el material (apuntes, ejemplos, ejercicios, ...) necesario para el estudio de la asignatura, y no incluído en la bibliografía básica, y las herramientas necesarias para la planificación (calendario, noticias, ...) y comunicación con el Equipo Docente (Foros), de modo que el estudiante pueda consultar al Equipo Docente las dudas que se le vayan planteando así como otras cuestiones relacionadas con el funcionamiento de la asignatura.

Estos foros serán la principal herramienta de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. Por consiguiente, se insta a que el estudiante siga de un modo regular el curso virtual ya sea mediante visitas periódicas al mismo, ya sea a través de las herramientas de notificaciones automáticas.

El estudiante también tendrá a su disposición el conjunto de facilidades que la Universidad ofrece a sus alumnos (equipos informáticos, bibliotecas, ...), tanto en los Centros Asociados de la Uned como en la Sede Central.

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.