

Approval date: 12/06/2024

COURSE GUIDE

**Partial Differential Equations (27011B2)**

<b>Grado (Bachelor's Degree)</b>	Grado en Matemáticas	<b>Branch</b>	Sciences
----------------------------------	----------------------	---------------	----------

<b>Module</b>	Complementos de Análisis Matemático	<b>Subject</b>	Ecuaciones en Derivadas Parciales
---------------	-------------------------------------	----------------	-----------------------------------

<b>Year of study</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semester</b>	2 <sup>o</sup>	<b>ECTS Credits</b>	6	<b>Course type</b>	Elective course
----------------------	----------------	-----------------	----------------	---------------------	---	--------------------	-----------------

**PREREQUISITES AND RECOMMENDATIONS**

It is convenient to have followed the courses of the basic matter Mathematics and the matters of Mathematical Analysis.

**BRIEF DESCRIPTION OF COURSE CONTENT (According to the programme's verification report)**

- Classical PDEs of Physics, methods for solving initial value problems, boundary value problems and mixed problems for elliptic, hyperbolic and parabolic equations.

**SKILLS**

**GENERAL SKILLS**

- CG01 - Poseer los conocimientos básicos y matemáticos de las distintas materias que, partiendo de la base de la educación secundaria general, y apoyándose en libros de texto avanzados, se desarrollan en esta propuesta de título de Grado en Matemáticas
- CG02 - Saber aplicar esos conocimientos básicos y matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de las Matemáticas y de los ámbitos en que se aplican directamente
- CG04 - Poder transmitir información, ideas, problemas y sus soluciones, de forma escrita u oral, a un público tanto especializado como no especializado
- CG05 - Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG06 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos

**SUBJECT-SPECIFIC SKILLS**



- CE01 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos
- CE02 - Conocer demostraciones rigurosas de teoremas clásicos en distintas áreas de Matemáticas
- CE03 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos
- CE04 - Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) y distinguirlas de aquellas puramente accidentales, y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos
- CE05 - Resolver problemas matemáticos, planificando su resolución en función de las herramientas disponibles y de las restricciones de tiempo y recursos

### TRANSFERABLE SKILLS

- CT01 - Desarrollar cierta habilidad inicial de "emprendimiento" que facilite a los titulados, en el futuro, el autoempleo mediante la creación de empresas
- CT02 - Fomentar y garantizar el respeto a los Derechos Humanos y a los principios de accesibilidad universal, igualdad ante la ley, no discriminación y a los valores democráticos y de la cultura de la paz

### LEARNING OUTCOMES

1. The learning of the origin of the PDEs, including a historic perspective of the problems that motivated their study.
2. A deep understanding of the techniques of the proofs in this course, as well as their main applications.
3. To be able to distinguish the distinct types of PDEs (parabolic, hyperbolic and elliptic) as well as the different type of problems associated to them (initial value problems, boundary value problems, mixed problems).
4. To get familiar with the main applications of PDEs in different fields of Science, mostly in Physics and Engineering.
5. To get ready for later studies (i.e., Master studies) in Mathematical Analysis and other branches of mathematics, including research in mathematics.

### PLANNED LEARNING ACTIVITIES

#### THEORY SYLLABUS

##### Chapter I. Introduction and motivation

- The origin of the PDEs and their relations with problems in Physics.
- Diffusion and waves. Cauchy problems, boundary value problems, mixed problems.

##### Chapter II. Quasilinear equations of first order.

- The characteristic system.
- Cauchy problems, the method of characteristics.

##### Chapter III. The wave equation.

- The initial value problem and D'Alembert formula. Propagation of waves.
- The wave equation in higher dimensions.



- Fourier Series and mixed problems.
- Chapeter IV. The heat equation
- The initial value problem.
  - Qualitative properties: regularization, irreversibility.
  - The maximum principle
  - Fourier Series and mixed problems.
- Chapter V. Laplace and Poisson equations.
- Laplace equation, harmonic functions.
  - The Newtonian potential.
  - Mean inequalities and maximum principle.
  - Liouville Theorem.
  - Fourier Series and the Dirichlet problem.
  - Poisson equation.

## PRACTICAL SYLLABUS

## RECOMMENDED READING

### ESSENTIAL READING

- Cañada, A. Series de Fourier y Aplicaciones. Ediciones Pirámide, Madrid, 2002.
- Peral, I.: Primer curso de Ecuaciones en derivadas parciales. Addison-Wesley, 1995. La 2ª edición, de 2004, está disponible (libre) en <http://matematicas.uam.es/~ireneo.peral/libro.pdf>
- Evans, L. C.: Partial Differential Equations, AMS, 2002.

### COMPLEMENTARY READING

- Budak, B.M.; Samarski, A.A. y Tijonov, A.N.: Problemas de la Física Matemática. Volúmenes I y II. Mir, 1984.
- Gilbarg, D. y Trudinger, N.S.: Elliptic Partial Differential Equations of Second Order. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1983.
- Strauss W.A: Partial differential equations an introduction. New York: John Wiley and Sons, 2008.
- Tijonov, A.N. y Samarsky, A.A. Ecuaciones de la Física Matemática. Mir, 1980.

## RECOMMENDED LEARNING RESOURCES/TOOLS

Notes of the PDE course of the MIT:

<https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-152-introduction-to-partial-differential-equations-fall-2011/>

PDE solvers: <http://math.uchicago.edu/~luis/index.html>

## TEACHING METHODS



- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD06 - Análisis de fuentes y documentos
- MD07 - Realización de trabajos en grupo
- MD08 - Realización de trabajos individuales

## ASSESSMENT METHODS (Instruments, criteria and percentages)

### ORDINARY EXAMINATION DIET

The assessment of the course will be expressed via a numeric mark as follows:

- 40% of the mark will be obtained via several activities proposed by the lecturer, including:
  - Active participation in the lectures and in tutorials as well as exercises and their presentation, which will be made individually or in groups (20%).
  - Written evaluation exercises (20%).
- 60% of the mark will be obtained via a Final Exam.

### EXTRAORDINARY EXAMINATION DIET

It is based on a unique Final Exam containing theoretical and practical questions.

### SINGLE FINAL ASSESSMENT (evaluación única final)

It is based on a unique Final Exam containing theoretical and practical questions.

## ADDITIONAL INFORMATION

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos \(https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad\)](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

