

Approval date: 23/06/2023

COURSE GUIDE

**Celestial Mechanics (27011D2)**

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

<b>Module</b>	Complementos de Matemática Aplicada	<b>Subject</b>	Mecánica Celeste
---------------	-------------------------------------	----------------	------------------

<b>Year of study</b>	4 <sup>o</sup>	<b>Semester</b>	1 <sup>o</sup>	<b>ECTS Credits</b>	6	<b>Course type</b>	Elective course
----------------------	----------------	-----------------	----------------	---------------------	---	--------------------	-----------------

**PREREQUISITES AND RECOMMENDATIONS**

It is recommended to have taken the following courses: Differential Equations I and II, Mathematical Analysis I and II, Numerical Methods I, Geometry III.

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

- Central Forces
- Kepler's Laws
- The Two-Body Problem
- The N-Body Problem
- Hill's Problem and the motion of the Moon.

**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
- CG03 - Saber reunir e interpretar datos relevantes (normalmente de carácter matemático) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- 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
- CE06 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan
- CE07 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en matemáticas y resolver problemas
- CE08 - Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado

### 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

- To understand and analyze in detail the Keplerian model of the motion of a planet
- To master the laws of Newtonian mechanics and the models of motion of celestial bodies.
- To develop Mechanical Intuition in Analysis

### PLANNED LEARNING ACTIVITIES

#### THEORY SYLLABUS

- **Lesson 1.** Kepler's Laws. Motion of a planet around the Sun. Conics. Formulas for the computation of areas. Anomalies. Kepler's equation.
- **Lesson 2.** Central force fields. Law of Universal Gravitation. Problem of two bodies and Kepler's problem. Energy and momentum. Classification of motions in Kepler's problem.
- **Lesson 3.** N-body problem. First integrals. Moment of inertia. Collisions. Special solutions.



- **Lesson 4.** Restricted three-body problems. Circular case. Libration points. Hill regions. The Moon problem.

### PRACTICAL SYLLABUS

- Theoretical and practical problems related to the theoretical syllabus.

### RECOMMENDED READING

#### ESSENTIAL READING

- R. Ortega and A.J. Ureña, *Introducción a la Mecánica Celeste*, Editorial Universidad de Granada, 2010.
- H. Pollard, *Mathematical Introduction to Celestial Mechanics*, Prentice-Hall Inc., 1966.

#### COMPLEMENTARY READING

- V.I. Arnold, V.V. Kozlov, A.I. Neishtadt, *Mathematical Aspects of Classical and Celestial Mechanics, Dynamical Systems III*, Springer-Verlag 1998.
- K.R. Meyer, D. Offin, *Introduction to Hamiltonian Dynamical Systems and the N-Body Problem*, third edition, Springer-Verlag, 2017.

### RECOMMENDED LEARNING RESOURCES/TOOLS

- <https://prado.ugr.es> The Prado platform provides access to some updated information about the subject, as well as teaching material, grades, etc.
- <http://www.ugr.es/local/biblio> Here you can find almost all the recommended reading, as well as the journal "Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy".
- <http://adsabs.harvard.edu> The SAO/NASA Astrophysics Data System.
- <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Indexes/Astronomy.html> In order to learn about the historical development of Celestial Mechanics.
- [http://www.scholarpedia.org/article/Three\\_body\\_problem](http://www.scholarpedia.org/article/Three_body_problem) An introduction to the three-body problem written by a contemporary researcher.

### TEACHING METHODS

- MD01 - Lección magistral/expositiva
- MD02 - Sesiones de discusión y debate
- MD03 - Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 - Prácticas en sala de informática
- MD05 - Seminarios
- MD07 - Realización de trabajos en grupo
- MD08 - Realización de trabajos individuales

### ASSESSMENT METHODS (Instruments, criteria and percentages)



### ORDINARY EXAMINATION DIET

In the ordinary call, the assessment will be preferably continuous. Continuous assessment includes:

- Two written eliminatory tests, each of them counting 45% towards the final grade.
- Class participation, weighted at 10% of the final grade.

### EXTRAORDINARY EXAMINATION DIET

The extraordinary call will consist of a written exam of the whole course, including problems and/or theoretical questions (100% of the final grade).

### SINGLE FINAL ASSESSMENT (evaluación única final)

Written exam of the whole course, including problems and/or theoretical questions (100% of the final grade).

