

## **Grado en Matemáticas**

### **27038 - Mecánica celeste**

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- Luis Miguel Floría Gimeno lfloria@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Se recomienda la asistencia y la participación activa en las discusiones de la clase. Es conveniente el seguimiento diario de la asignatura y la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, así como hacer uso de las horas de tutoría para resolver dudas y ampliar conocimientos.

Formación previa aconsejable: conviene tener conocimientos de Algebra Lineal, Análisis Vectorial, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Física General (especialmente de la formulación newtoniana de la Mecánica Clásica).

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Ver el calendario académico de la Universidad de Zaragoza, así como los horarios establecidos por la Facultad de Ciencias. Otras fechas de interés serán anunciadas en clase y expuestas en el tablón de anuncios.

---

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Conocer las leyes físicas que rigen el movimiento de los cuerpos celestes naturales y artificiales (planeta, satélites, etc.) y su formalización matemática, así como algunas de las técnicas, tanto analíticas como numéricas, empleadas para tratar las ecuaciones diferenciales mediante las que se expresan matemáticamente dichas leyes.

**2:**

Comprender las distintas fuerzas de perturbación que actúan sobre los objetos de nuestro sistema solar y satélites artificiales.

**3:**

Conocer la Dinámica Hamiltoniana como modo de establecer y tratar las ecuaciones del movimiento, sujetas

a distintas perturbaciones.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura se propone como una introducción a la Astrodinámica. Partiendo del conocimiento adquirido en otras asignaturas de contenido puramente matemático, se estudia aquí el movimiento de un cuerpo (idealizado como una partícula material) bajo la acción de una fuerza central, modelo que proporciona una primera aproximación y los conceptos fundamentales necesarios para analizar a continuación el movimiento orbital “real” de los objetos celestes, sean naturales (como planetas, asteroides y cometas) o artificiales (como satélites artificiales y sondas espaciales). Se consideran los distintos tipos de perturbaciones que actúan modificando el movimiento kepleriano puro, reducible a un caso particular de movimiento en el seno de un campo de fuerzas central. Estas perturbaciones se enmarcan en el contexto de la Dinámica Hamiltoniana.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Se trata de una asignatura optativa dentro del Grado de Matemáticas. El objetivo de esta asignatura es conocer en profundidad el movimiento orbital “real” (el modelo kepleriano perturbado) e introducir las nociones y recursos fundamentales de la Dinámica Analítica.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura introducirá al alumno en el conocimiento de uno de los problemas que históricamente (y también en la actualidad, desde la aparición de los satélites artificiales) han demandado y promovido un fuerte desarrollo de conceptos y métodos matemáticos. Desde Newton, grandes matemáticos como Clairaut, D'Alembert, Lagrange, Euler, Gauss, Laplace, Hamilton, Jacobi, Poincaré, Moser, Arnol'd, etc., han reconocido la dificultad e importancia del problema, y la necesidad de nuevos métodos matemáticos cada vez más potentes, rigurosos y precisos. Por otro lado, el tratamiento de este problema enfrenta al alumno con el reto de aplicar y adaptar sus conocimientos matemáticos (adquiridos en otras asignaturas cursadas en cuatrimestres anteriores) a la resolución de un problema “real”.

Para cursar esta asignatura conviene tener conocimientos de Algebra Lineal, Análisis Vectorial, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Física General (en concreto, la formulación newtoniana de la Mecánica Clásica).

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

**1:**

Desenvolverse en el manejo de los objetivos descritos (Ver apartado “Resultados de Aprendizaje”)

**2:**

Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las competencias que se demuestran mediante la resolución de problemas en el área de las Matemáticas y de sus aplicaciones.

**3:**

Tener la capacidad de reunir e interpretar datos importantes y significativos, particularmente en el área de las Matemáticas, para emitir juicios, usando la capacidad de análisis y abstracción, que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

**4:** Distinguir ante un problema lo que es sustancial de lo que es accesorio, formular conjeturas y razonar para confirmarlas o refutarlas, identificar errores en razonamientos incorrectos, etc.

**5:**

Comprender y utilizar el lenguaje y método matemáticos. Conocer demostraciones rigurosas de los teoremas básicos de las distintas ramas de la Matemática.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Esta asignatura permite al alumno aplicar en un problema “real” conocimientos (básicos y avanzados) de otras asignaturas del Grado. Los conocimientos adquiridos le dotarán de herramientas que le permitan buscar las técnicas matemáticas adecuadas para el estudio de otros problemas.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

- El 30% de la nota se obtendrá mediante evaluación continua a lo largo del curso. Esta consistirá en la resolución de ejercicios, cuestiones y problemas durante el periodo que se imparte la asignatura. Algunas de estas actividades se realizarán mediante presentaciones orales.
- El 70% restante se obtendrá mediante la realización de una prueba escrita al final de curso.

**2:**

- Sin menoscabo del derecho que, según la normativa vigente, asiste al estudiante para presentarse y en su caso, superar la asignatura mediante la realización de una prueba global.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

- Clases magistrales en las que se presentarán los aspectos esenciales de la asignatura.
- Clases en las que los alumnos resuelven y exponen la resolución de los problemas y ejercicios propuestos.
- Problemas propuestos para trabajo personal del alumno.
- Resolución y presentación (oral o escrita) de cuestiones teórico-prácticas.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:** Temario de la asignatura:

- Movimiento en campos centrales.
- Conceptos y resultados de Dinámica Analítica para su uso en Mecánica Celeste.
- Dinámica Hamiltoniana y transformaciones canónicas.

- Perturbaciones orbitales.

**2:**

Bibliografía:

- Abad, A. (2012) : "Astrodinámica". Editorial Bubok (<http://www.bubok.es/libro/detalles/219952/Astrodinamica>)
- Battin, R.H. (1999).: "An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics, Revised Edition". AIAA Education Series. Published by American Institute of Aeronautics and Astronautics. Inc.
- Boccaletti, D., Pucacco, G. (1996) Theory of Orbits (Vol. 1: Integrable Systems and Non-perturbative Methods). Astronomy and Astrophysics Library, Springer.
- Bond, V.R., Allman, M.C. (1996) Modern Astrodynamics (Fundamentals and Perturbation Methods). Princeton University Press.
- Danby, J.M. (1992) Fundamental of Celestial Mechanics. Willmann-Bell, Inc. 2<sup>a</sup> edición.
- Elices, T. (1991) Introducción a la Dinámica Espacial. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. Madrid.
- Goldstein, H., Poole, Ch., Safko, J. (2002) Classical Mechanics. Addison-Wesley. 3<sup>a</sup> edición.
- Meirovitch, L. (1970) Methods of Analytical Dynamics. Advanced Engineering Series, McGraw-Hill.
- Scheck, F. (1994) Mechanics (From Newton's Laws to Deterministic Chaos). Springer. 2<sup>a</sup> edición, corregida y ampliada.
- Vallado, D.A. (1997) Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Space Technology Series. McGraw Hill.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Ver el calendario académico de la Universidad de Zaragoza y los horarios establecidos por la Facultad de Ciencias.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Abad, Alberto J.. Astrodinámica / Alberto Abad . Madrid : Bubok, 2012 [VER ENLACE WEB PARA DESCARGA GRATUITA]
- Battin, Richard H.. An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics. Rev. ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics. 1999
- Boccaletti, D., Pucacco, G.. Theory of Orbits (Vol. I: Integrable Systems and Non-perturbative Methods). Springer, 1996
- Bond, V. R., Allman, M. C.. Modern Astrodynamics (Fundamentals and Perturbation Methods). Princeton University Press. 1996
- Danby, J. M. A. Fundamentals of celestial mechanics / J. M. A. Danby . - 2nd ed., 3rd printing corr. and enl. Richmond, Virginia : Willmann-Bell, 1992
- Elices, T.. Introducción a la Dinámica Espacial. Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial. 1991
- Goldstein, Herbert. Classical Mechanics / Herbert Goldstein, Charles Poole, John Safko . - 3rd. ed. Reading, Massachusetts [etc] : Addison-Wesley, cop. 200
- Meirovitch, L.. Methods of Analytical Dynamics. McGraw-Hill. 1970
- Scheck, Florian. Mechanics : from Newton's laws to deterministic chaos / Florian Scheck . - 3rd ed. Berlin [etc.] : Springer, cop. 1999
- Vallado, David A.. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. 3rd. ed. Springer. 2007