



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del  
Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145024005 - Mecánica II**

### PLAN DE ESTUDIOS

14TS - Grado En Ingeniería En Tecnologías Aeroespaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145024005 - Mecánica II
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14TS - Grado en Ingeniería en Tecnologías Aeroespaciales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Oscar Lopez Rebollal (Coordinador/a)	A152	oscar.lopez@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del curso
Jose Manuel Hedo Rodriguez	A167	josemanuel.hedo@upm.es	Sin horario. Se publicarán al comienzo del curso

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Física II
- Cálculo I
- Álgebra
- Mecánica I
- Física I
- Cálculo II
- Complementos De Matemáticas

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Son imprescindibles conocimientos de cálculo diferencial en funciones de varias variables (Cálculo II).
- Son imprescindibles conocimientos de ecuaciones diferenciales ordinarias (Métodos Matemáticos I).

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CFB2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la Mecánica, Termodinámica, Campos y Ondas y Electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

CT 3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.

CT 9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA215 - Conocimientos: Conocer los métodos y técnicas de la Mecánica Analítica: Ecuaciones de Lagrange, ecuaciones de Hamilton-Jacobi.

RA30 - Comprender los principios básicos de la Física y su aplicación al análisis y a la resolución de problemas de ingeniería, incluyendo el movimiento de los cuerpos entre sí

RA219 - Habilidades: Resolver problemas astrodinámicos relacionados con el movimiento del centro de masas de un vehículo espacial.

RA218 - Habilidades: Analizar las transformaciones canónicas, el equilibrio de sistemas dinámicos y las oscilaciones de 1 grado de libertad y de N grados de libertad.

RA217 - Habilidades: Aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales, e interpretar correctamente los resultados de dichos análisis.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La mecánica lagrangiana es aplicable solamente a ciertos sistemas materiales para obtener las ecuaciones que rigen el movimiento de estos. Esta asignatura enseña a qué sistemas se puede aplicar y cómo se deducen las ecuaciones del movimiento.

El formalismo hamiltoniano que se contempla en esta asignatura se ve de una forma restringida, ya que se deduce exclusivamente de los sistemas lagrangianos. La asignatura enseña este proceso de deducción.

Los conocimientos que se adquieran serán de aplicación en futuras disciplinas: vibraciones, mecánica orbital, aeroelasticidad, mecánica del vuelo, etc.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. MECÁNICA LAGRANGIANA

- 1.1. Ligaduras. Clasificación de fuerzas. Objetivos.
- 1.2. Tipos de ligaduras. Clasificación de los sistemas según las ligaduras.
- 1.3. Desplazamientos posibles. Desplazamientos virtuales compatibles con las ligaduras.
- 1.4. Desplazamientos virtuales compatibles con las ligaduras para sistemas holónomos. Coordenadas generalizadas.
- 1.5. Desplazamientos virtuales compatibles con las ligaduras para sistemas no holónomos.
- 1.6. Ligaduras ideales.
- 1.7. Ecuación general de la dinámica para sistemas sometidos a ligaduras ideales. Principio de los trabajos virtuales.
- 1.8. Aplicación de la ecuación general de la dinámica a un sistema holónimo sometido a ligaduras ideales. Ecuaciones de Lagrange.
- 1.9. Aplicación de la ecuación general de la dinámica a un sistema no holónimo sometido a ligaduras ideales.
- 1.10. Obtención de los términos P a partir de la expresión de la energía cinética.
- 1.11. Indicaciones para la determinación de los términos Q.
- 1.12. Sistemas holónomos sometidos a fuerzas potenciales. Función lagrangiana.
- 1.13. Ecuación de la energía para un sistema holónimo.

### 2. TRATAMIENTO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA IMPULSIVA

- 2.1. Percusiones directamente aplicadas sobre un sistema holónimo.
- 2.2. Percusiones directamente aplicadas sobre un sistema no holónimo.
- 2.3. Introducción brusca de ligaduras persistentes.

### 3. MECÁNICA HAMILTONIANA

- 3.1. Transformación de las ecuaciones de Lagrange en las ecuaciones canónicas de Hamilton. Teorema de Donkin. Momentos generalizados. Espacio de fases. Variables simplécticas.
- 3.2. Derivada de una función según el flujo hamiltoniano. Corchetes de Poisson.
- 3.3. Transformaciones canónicas. Paréntesis de Lagrange.
- 3.4. Invarianza de los corchetes de Poisson respecto a las transformaciones canónicas.

3.5. Canonicidad de la transformación debido al flujo hamiltoniano.

3.6. Método de Hamilton-Jacobi. Función generatriz de una transformación canónica.

3.7. Aplicación del método de Hamilton-Jacobi al caso de fuerza central kepleriana. Variables de Delaunay.

3.8. Método de Hamilton-Jacobi aplicado a la teoría de perturbaciones.

#### 4. TEMAS AVANZADOS

4.1. Principio variacional de Hamilton.

4.2. Integribilidad completa de una función hamiltoniana.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Teoría de mecánica lagrangiana</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Teoría de mecánica lagrangiana</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Teoría de mecánica lagrangiana</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Teoría de mecánica lagrangiana</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Problemas de mecánica lagrangiana</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Problemas de mecánica lagrangiana</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Problemas de mecánica lagrangiana</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
7	<b>Teoría de movimientos impulsivos</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<b>Problemas de movimientos impulsivos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>PEI de mecánica lagrangiana</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 04:00
10	<b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

12	<b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13	<b>Teoría de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	<b>Problemas de mecánica hamiltoniana</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15	<b>Teoría de principios variacionales y otros temas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
16				
17				<p><b>PEI de mecánica hamiltoniana (coincidente con la primera parte del examen final ordinario)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:45</p> <p><b>Examen final ordinario: a) Primera parte (1:45 aprox.): común a progresiva y global (40 %). b) Segunda parte (2:15 aprox.): solo global (60 %).</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 04:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	PEI de mecánica lagrangiana	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	60%	2 / 10	CB2 CB5 CFB2 CT 3 CT 9
17	PEI de mecánica hamiltoniana (coincidente con la primera parte del examen final ordinario)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:45	40%	2 / 10	CB2 CB5 CFB2 CT 3 CT 9

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario: a) Primera parte (1:45 aprox.): común a progresiva y global (40 %). b) Segunda parte (2:15 aprox.): solo global (60 %).	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	2 / 10	CB2 CB5 CFB2 CT 3 CT 9

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	2 / 10	CB2 CB5 CFB2 CT 3 CT 9

## 7.2. Criterios de evaluación

### NOTAS MÍNIMAS

La puntuación mínima de 2 sobre 10 para hacer media se aplica a cada ejercicio en que se divida cada prueba. La nota final en caso de tener en alguna parte con menos de 2 es la menor.

No se libera ninguna parte, por lo que no se ha asignado una nota mínima a cada examen completo para promediar. Se aprueba si la media ponderada es igual o superior a 5.0. Sin embargo, si alguien decide presentarse a la segunda parte del final ordinario y ya se presentó a la PEI, se le pondrá la nota más alta de las dos.

### MODO EVALUACIÓN PROGRESIVA:

1) Una PEI presencial en fecha fijada y otra segunda prueba que es parte del examen final ordinario:

- a) La 1.<sup>a</sup> PEI se realiza hacia la mitad del semestre, según el calendario aprobado cada año, y cuenta el 60 % de la nota final.
- b) La 2.<sup>a</sup> prueba es la primera parte del examen final ordinario y cuenta el 40 % de la nota final.

### MODO EVALUACIÓN MEDIANTE EXAMEN FINAL ORDINARIO:

Se opta por este modo por el hecho de presentarse a la totalidad del examen final ordinario.

El final ordinario consta de dos partes:

- a) Una primera sobre el temario no incluido en la PEI. Teoría o ejercicios cortos (desarrollo o test) y problemas (desarrollo o test). Cuenta el 40 % de la nota final. Deben asistir todos.
- b) Una segunda con el mismo temario que la PEI. Teoría o ejercicios cortos (desarrollo o test) y problemas (desarrollo o test). Cuenta el 60 % de la nota final. Si alguien que ha hecho la PEI se presenta, se le pondrá la nota más alta de las dos.

### EVALUACIÓN MEDIANTE EXAMEN FINAL EXTRAORDINARIO:

El examen final extraordinario es el mismo para todos, pues no se liberan partes.

Contenido completo de la asignatura. Teoría o ejercicios cortos (desarrollo o test) y problemas (desarrollo o test).

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Carpeta de contenidos de Moodle de Mecánica II	Recursos web	Apuntes de teoría. Enunciados de ejercicios y problemas. Ejercicios y problemas resueltos.
Carpeta de información general en Moodle de Mecánica II	Recursos web	Anuncios sobre el desarrollo del curso, convocatoria de revisiones, solución de exámenes y otras cuestiones administrativas.
PRIETO ALBERCA, M. "Curso de Mecánica Racional". Vol. II Dinámica. ADI, 1994	Bibliografía	
GANTMACHER, F. "Lectures in analytical mechanics", MIR, 1970	Bibliografía	Tiene un planteamiento alternativo de las transformaciones canónicas.
GANTMAJER, F. "Mecánica Analítica" URSS, 2019	Bibliografía	Versión en español del libro anterior.