



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

**145005503 - Mecánica Analítica**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145005503 - Mecánica Analítica
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<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>
Antonio Estevez Manso (Coordinador/a)	A179	antonio.estevez@upm.es	L - 14:00 - 16:00 M - 14:00 - 16:00 X - 14:00 - 16:00

\* 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 I
- Mecánica Clásica
- Física II

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

- Cálculo
- Ecuaciones diferenciales
- Álgebra

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE53 - Conocimiento adecuado y aplicado de la Mecánica Clásica, en sus formulaciones lagrangiana y hamiltoniana aplicadas a sistemas completos.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que permitan el aprendizaje continuo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA178 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos y técnicas de la Mecánica Analítica; en concreto, las Ecuaciones de Lagrange, las ecuaciones de Hamilton-Jacobi y las transformaciones canónicas, el equilibrio de sistemas dinámicos y las oscilaciones de 1 grado de libertad y de N grados de libertad.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En la primera parte de la asignatura se presentará el formalismo lagrangiano, con ejemplos y aplicaciones; se tratará la cuestión de las constantes del movimiento y las variables cíclicas; así como el tema de las simetrías y las leyes de conservación (teorema de Noether). En la segunda parte se expondrá una introducción al formalismo hamiltoniano.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA LAGRANGIANA

- 1.1. Antecedentes: Dinámica de Newton para partículas y sistemas de partículas.
- 1.2. Ligaduras y su clasificación: holónomas y no holónomas. Grados de libertad y coordenadas generalizadas.
- 1.3. Ecuaciones de Lagrange para el movimiento de una partícula: (I) Ligaduras holónomas.
- 1.4. Ecuaciones de Lagrange para el movimiento de una partícula: (II) Ligaduras no holónomas.
- 1.5. Ecuaciones de Lagrange para el movimiento de una partícula: (III) Fuerzas conservativas y potenciales generalizados; función lagrangiana.
- 1.6. Ecuaciones de Lagrange para un sistema de partículas.
- 1.7. Constantes del movimiento. Variables cíclicas.
- 1.8. Simetrías y leyes de conservación. Teorema de Noether
- 1.9. El principio de Hamilton y las ecuaciones de Lagrange.

#### 2. INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA HAMILTONIANA

- 2.1. La función energía H y los momentos generalizados
- 2.2. Ecuaciones canónicas de Hamilton. Espacio fásico de coordenadas y momentos generalizados
- 2.3. Conservación de la energía, momento lineal y cinético en Mecánica Hamiltoniana

2.4. Obtención de constantes del movimiento. Los corchetes de Poisson y la notación simpléctica

2.5. Transformaciones canónicas. Función generatriz e invariancia del Corchete de Poisson

2.6. Las transformaciones canónicas básicas como ejemplos

2.7. La teoría de Hamilton-Jacobi

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p><b>PEI1 (Tema 1: Introducción a la mecánica lagrangiana)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
9	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
14	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Ejercicio</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			

15	<p><b>Lección Magistral</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>PEI2</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>			<p><b>PEI2 (Tema 2: Introducción a la mecánica hamiltoniana)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
16				
17				<p><b>Examen ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:30</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
8	PEI1 (Tema 1: Introducción a la mecánica lagrangiana)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	0 / 10	CE53 CG3 CG9
15	PEI2 (Tema 2: Introducción a la mecánica hamiltoniana)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	0 / 10	CE53 CG3 CG9

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE53

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE53

## 7.2. Criterios de evaluación

El procedimiento de evaluación de la asignatura consta de dos pruebas de evaluación intermedia (PEI1 y PEI2), examen ordinario y examen extraordinario. En la PEI1 se evaluará la primera parte del temario de la asignatura (Tema 1: Introducción a la mecánica lagrangiana) mientras que en la PEI2 se hará lo propio con la segunda parte (Tema 2: Introducción a la mecánica hamiltoniana). En los exámenes ordinario y extraordinario se evaluará el contenido completo del temario

### Procedimiento de evaluación progresiva:

El procedimiento de evaluación progresiva consta de dos pruebas de evaluación intermedia: PEI1 y PEI2. La calificación del alumno se realizará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

Cada PEI se puntuará sobre diez puntos. El alumno obtendrá una nota  $N_i$  en cada uno de ellos. Se calculará la nota media:  $N = (N_1 + N_2) / 2$ . El alumno aprobará por curso si esta nota es igual o superior a cinco puntos ( $N \geq 5$ ). No será necesario que el alumno acuda al examen final ordinario y su nota final de la asignatura será:  $\text{Nota\_Final} = N$ .

El examen final ordinario constará de dos partes. Cada una de ellas corresponderá a una de las dos partes de la asignatura y se calificará sobre diez puntos. El alumno obtendrá una nota  $E_i$  en cada una de estas partes (la nota será de cero puntos en caso de que el alumno no cumplimente la parte correspondiente del examen). Para cada una de las dos partes se tomará la mayor de las notas correspondientes a la PEI y al examen:  $P_i = \text{MAX}(N_i, E_i)$ . Se tomará como nota final la media de los anteriores valores:  $\text{Nota\_Final} = (P_1 + P_2) / 2$ . El alumno aprobará en caso de obtener una nota final igual o superior a cinco puntos ( $\text{Nota\_Final} \geq 5$ ). En caso contrario podrá acudir al examen final extraordinario.

Los alumnos aprobados por curso mediante PEIs e interesados en mejorar su nota pueden asistir al examen final ordinario. El procedimiento de evaluación seguido garantiza que la nota obtenida mediante PEIs en ningún caso se verá disminuida.

### **Procedimiento mediante prueba final:**

El alumno se presentará al examen final ordinario, que se calificará sobre diez puntos. Aprobará la asignatura si obtiene una calificación de cinco o más puntos. El alumno podrá presentarse al examen final extraordinario en caso de suspender el examen final ordinario.

### **Examen final extraordinario:**

El examen final extraordinario mantendrá la misma estructura que el ordinario: constará de dos partes, cada una de ellas correspondiente a una de las dos partes en que se divide la asignatura. No se considerarán las calificaciones previas obtenidas por el alumno en las PEIs ni en el examen final ordinario. El examen se calificará sobre diez puntos. El alumno aprobará la asignatura en convocatoria extraordinaria si obtiene una puntuación igual o mayor a cinco puntos.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
GOLDSTEIN, H. Mecánica Clásica Ed. Reverté, Barcelona, 1994.	Bibliografía	
GOLSTEIN, POOLE & SAFKO. Classical Mechanics (3rd Edition). Addison Wesley, 2002.	Bibliografía	
F. SCHECK. Mechanics. From Newton's laws to deterministic chaos.(6th Edition). Springer Verlag, 2018.	Bibliografía	

A. FARANO, S. MARMI. Analytical Mechanics. Oxford University Press 2006	Bibliografía	
MEIROVITCH, L. Methods of Analytical Dynamics (2nd Edition). Dover Publications. Nueva York, 2010.	Bibliografía	
NEUENSCHWANDER, D.E. Emmy Noether's Wonderful Theorem. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, 2011.	Bibliografía	
HAND, L. Y FINCH J. Analytical Mechanics. Cambridge University Press. Reading, 1998.	Bibliografía	
CALKIN, M.G, Lagrangian and Hamiltonian Mechanics. World Scientific. Singapore, 1996.	Bibliografía	
LANDAU, L .D. Y LIFSHITZ, E. M. Mecánica. Ed. Reverté. Barcelona, 1970.	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	