



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145003005 - Mecánica Clásica**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	12
10. Adendas.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145003005 - Mecánica Clásica
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer 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 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Manuel Hedo Rodriguez	A167	josemanuel.hedo@upm.es	Sin horario. No se pueden establecer horas de tutorías hasta que se conozca el horario y los grupos asignados a cada profesor.

Manuel Ruiz Delgado (Coordinador/a)	A168	manuel.ruizd@upm.es	Sin horario.
Oscar Lopez Rebollal	A152	oscar.lopez@upm.es	Sin horario.
Maria Laura Hernando Guadaño	B111	laura.hernando@upm.es	Sin horario.
Jose Luis Lopez Cordoba	B101	joseluis.lopez@upm.es	Sin horario.
Jesus Pelaez Alvarez	A152	j.pelaez@upm.es	Sin horario.

\* 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

- Fisica I
- Matematicas I
- Expresion Grafica
- Matematicas Ii

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

- El temario de M.C. es continuación del de Física I, y se apoya continuamente en él. En la práctica, no se puede aprobar si no se ha cursado y asimilado la Física I.
- Proyección de vectores, visión espacial.
- Soltura en la manipulación algebraica y trigonométrica, ideas claras sobre funciones.
- Como se usan continuamente ecuaciones diferenciales ordinarias, se recomienda cursar simultáneamente Métodos Matemáticos.
- Capacidad de relacionar el modelo matemático con el caso real y sacar conclusiones

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE15 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los principios de la mecánica del medio continuo y las técnicas de cálculo de su respuesta.

CE19 - Conocimiento aplicado de: la ciencia y tecnología de los materiales; mecánica y termodinámica; mecánica de fluidos; aerodinámica y mecánica del vuelo; sistemas de navegación y circulación aérea; tecnología aeroespacial; teoría de estructuras; transporte aéreo; economía y producción; proyectos; impacto ambiental.

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

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA172 - Conocimiento, comprensión y aplicación de los métodos de análisis cinemático y dinámico empleados en este contexto.

RA173 - Conocimiento, comprensión y aplicación de aspectos más concretos de la Mecánica Clásica como, por ejemplo, la teoría de percusiones.

RA171 - Conocimiento, comprensión y aplicación de la estática y de la evolución dinámica de sistemas de partículas y sólidos rígidos en el ámbito de la Mecánica Clásica.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La mecánica estudia el movimiento y el equilibrio de los cuerpos, por lo que su importancia en la carrera es obvia.

Se parte del conocimiento que ya tienen los alumnos, de Bachillerato y de Física I de primer curso. La limitación principal de aquella asignatura es la falta de conocimientos matemáticos suficientes. Por eso se limita el programa a los conceptos básicos que pueden tratarse sin ecuaciones diferenciales y sin usar tensores.

En Mecánica se suponen conocidos esos conceptos básicos, y se profundiza en ellos aprovechando la formación matemática que ya han adquirido (Álgebra, Cálculo, Expresión Gráfica) o que van adquiriendo en paralelo (Ecuaciones Diferenciales). También se estudian con más detalle casos concretos de interés en la dinámica del

punto y la del sólido, ya con tratamiento tensorial y uso de ecuaciones diferenciales.

El enfoque es doble: la asignatura tiene interés y es formativa en sí. Además, sirve de base a otras asignaturas de la titulación, como Resistencia de Materiales y Elasticidad, Mecánica de Fluidos, Mecánica del Vuelo, Diseño Mecánico, Mecánica Analítica, Mecánica Orbital, Vibraciones. Y estas, a su vez, sirven de base a otras.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.

- 1.1. Configuración y actitud del sólido rígido.
- 1.2. Campos de velocidades y aceleraciones del sólido
- 1.3. Composición de Movimientos

### 2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA DINÁMICA

- 2.1. Ecuaciones generales de los sistemas materiales. Fuerzas de contacto en juntas y enlaces.

### 3. ESTÁTICA

- 3.1. Equilibrio y estática de partículas
- 3.2. Equilibrio de sólidos y sistemas materiales.

### 4. DINÁMICA DE LA PARTÍCULA

- 4.1. Movimiento Rectilíneo. Análisis cualitativo
- 4.2. Punto libre. Dinámica orbital
- 4.3. Punto sometido a ligaduras
- 4.4. Dinámica relativa

### 5. DINÁMICA DEL SÓLIDO

- 5.1. Geometría de masas y cinética
- 5.2. Dinámica del sólido

### 6. PERCUSIONES

- 6.1. Percusiones y choques en partículas y sistemas de partículas y sólidos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prácticas de laboratorio instrumental, por grupos. Se convocarán grupos a lo largo de varias semanas.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1. CINEMÁTICA DEL SÓLIDO.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>PEI: cinemática del sólido</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
4	<b>Ecuaciones generales: Fuerzas de contacto en juntas y enlaces</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Geometría de masas y cinética del sólido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Geometría de masas y cinética del sólido</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	<b>Geometría de masas y cinética del sólido</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Dinámica del sólido</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Dinámica del Sólido</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Dinámica del sólido</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<b>Dinámica del sólido</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	<b>Percusiones</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Sólido y percusiones</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			<b>PEI Dinámica del Sólido. Si tuviera que pasarse a no presencial, el peso se reduce al 10% de la nota.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9	<b>Sólido y Percusiones</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Estática</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Simulaciones, por grupos, a lo largo de 3 semanas según los horarios publicados en Moodle para cada grupo.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Estática</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
11	<b>Dinámica del punto</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Dinámica del punto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
12	<b>Dinámica del punto</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Dinámica del punto</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13				
14	<b>Dinámica del punto</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
15	<b>Estática y Dinámica del punto</b> Duración: 04:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00  <b>PEI Dinámica del Punto y Estática - Coincide con la mitad del examen final. Si la 1ª o 2ª PEI pasara a no presencial, el peso de esta varía según se indica en la sección 7.2.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	PEI: cinemática del sólido	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	/ 10	CE15 CE19 CG3
8	PEI Dinámica del Sólido. Si tuviera que pasarse a no presencial, el peso se reduce al 10% de la nota.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	/ 10	CE15 CE19 CG3
17	PEI Dinámica del Punto y Estática - Coincide con la mitad del examen final. Si la 1ª o 2ª PEI pasara a no presencial, el peso de esta varía según se indica en la sección 7.2.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	/ 10	CE15 CE19 CG3

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	/ 10	CE15 CE19 CG3

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final Junio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	90%	/ 10	CE15 CE19 CG3

Laboratorio: la misma nota obtenida en el curso. No hay pruebas nuevas.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	/ 10	CE15 CE19 CG3
---	---------------------------------------	------------	-------	-----	------	---------------------

## 7.2. Criterios de evaluación

No se han asignado notas mínimas a cada ejercicio porque el aprobado con nota mayor o igual que 5 se aplica a la nota total, promedio de exámenes o evaluaciones y laboratorio.

Por las circunstancias excepcionales, se contemplan varios escenarios:

a) Se mantiene la docencia mixta:

MODO EVALUACIÓN CONTINUA:

1) La 1ª y la 2ª PEI se pueden realizar como presencial

- La 1ª PEI se realiza al cabo de un mes, y cuenta el 15% de la nota
- La 2ª se realiza hacia la mitad del semestre y cuenta el 35% de la nota
- La 3ª PEI es parte del examen final, y cuenta el 40% de la nota
- LABORATORIO: 10% de la nota. Para cada laboratorio, instrumental y de simulación, incluye la asistencia a prácticas en unas de las sesiones convocadas, y la realización de las tareas que se les asigne.

2) Si las dos PEI o solo la segunda pasan a no presencial, su peso en la nota varía:

- 1ª PEI presencial, 2ª online: 15% la 1ª, 10% la 2ª, 65% la 3ª (hecha con el examen final)
- La 1ª y la 2ª PEI online: 5%, 10%, y 75% respectivamente.

MODO EXAMEN FINAL:

- Dos partes, una coincide con el temario de la 1ª y 2ª PEI y otra coincide con la 3ª PEI. Teoría o ejercicios cortos (test de opción múltiple) y problemas (desarrollo o test): 90% de la nota.
- LABORATORIO: 10% de la nota. Es la misma nota del apartado anterior. Los que no hayan hecho alguno de los laboratorios tendrán un 0 en esta parte. Se guarda la nota de laboratorio de cursos anteriores, pero solo la global, no la de cada parte.

- Se opta por el modo examen final con el hecho de presentarse a la parte del examen correspondiente a la 1ª y 2ª PEI.

EXAMEN EXTRAORDINARIO: Como el final.

b) Se pasa a docencia no presencial

Se aplica lo dicho en el apartado (a)(2), según que la primera y la segunda PEI se hayan podido realizar como presenciales o no.

c) Se vuelve a la docencia presencial

En ese caso se mantendrá lo dicho en a), con las tres posibilidades, según las PEI que se hayan podido hacer presenciales o no hasta esa fecha. Si es posible y O.A. lo autoriza, se procurará adelantar la 3ª PEI al final del semestre, de modo que los alumnos de evaluación continua puedan aprobar la asignatura por curso, y conocer la nota a finales de diciembre.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Manuel Ruiz, "Teoría de Mecánica Clásica", 2021, Depto. Publicaciones ETSIAE	Bibliografía	Apuntes de la asignatura. Los exámenes se basarán en la notación y contenido de los apuntes.
PRIETO ALBERCA, M. "Curso de Mecánica Racional". Vol I: Cinemática y Estática y Vol II: Dinámica. ADI, 1986.	Bibliografía	Notación análoga a la del curso. Temario más amplio, nivel equivalente. Solo los capítulos correspondientes a los temas del curso. No trata matricialmente la cinemática, y en dinámica el estudio cualitativo es distinto.

THOMSON, W.T. "Introduction to Space Dynamics". Dover, 1986.	Bibliografía	Problema de los dos cuerpos y dinámica del sólido con aplicaciones aeroespaciales.
BEER Y JOHNSTON. "Mecánica Vectorial para Ingenieros." Tomos 1, Estática, y 2, Dinámica. McGraw-Hill.	Bibliografía	Nivel más bajo que el del curso (la cinemática y dinámica del sólido no son realmente 3D), pero con muchos ejercicios y ejemplos.
SCHAUB AND JUNKINS, "Analytical Mechanics of Space Systems". AIAA 2003.	Bibliografía	Para ampliar: Solo Cap. 9, Problema de los dos cuerpos; Cap. 3 y 4, Cinemática y dinámica del sólido. Explica en detalle las singularidades en la representación de la actitud y las parámetros no singulares.
Moodle general de la asignatura	Recursos web	Anuncios sobre el desarrollo del curso, convocatoria de revisiones, solución de exámenes
Enunciados y soluciones de problemas	Recursos web	Publicados en el Moodle al ritmo de la asignatura. Primero los enunciados, luego las soluciones de problemas seleccionados.
Moodles específicos: laboratorio instrumental, de simulación, de grupos de clase	Recursos web	Convocatoria de grupos de prácticas, subida de informes, prácticas virtuales. Para cada grupo, el profesor puede tener un Moodle para dar información a sus alumnos.
Laboratorio Instrumental	Equipamiento	Edificio E, S1010.
Matlab	Otros	Programa matemático para realizar las simulaciones. Licencia gratuita para que los alumnos de la UPM lo instalen en sus ordenadores. Necesario para hacer las prácticas de simulación.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

- Se puede aprobar la asignatura por evaluación continua: 1ª, 2ª y 3ª PEI (que se hace junto con el examen final), más laboratorios.
- Se considera que un alumno opta por la evaluación solo por examen final con el hecho de presentarse a la parte no común del examen final. Con ello renuncia a la nota de evaluación continua, si la tuviera.
- Los alumnos que no hayan hecho uno de los laboratorios se entiende que han renunciado y tendrán 0 en la nota de laboratorio.
- Las sesiones del laboratorio de simulación se harán a distancia, por Zoom o Teams. Cada alumno deberá tener instalado en su ordenador el programa Matlab (licencia gratuita para los estudiantes de la Universidad). Si se vuelve a la docencia presencial, se harán en las aulas de informática, si se pueden reservar las aulas necesarias.
- Cada alumno debe asistir a clase al grupo asignado por Jefatura de Estudios.

## 10. Adendas

---

- El coordinador para el curso 2021-22 es el profesor José Manuel Hedo Rodríguez.