

# Guia docent

## 300206 - MEC - Mecànica

Última modificació: 01/06/2023

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels  
**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2023      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Altres:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

### CAPACITATS PRÈVIES

---

- Operabilitat amb els fonaments de la trigonometria, el càlcul vectorial i el càlcul diferencial i integral.
- Familiaritat amb els conceptes de magnitud física, unitats i conversió d'unitats.
- Familiaritat amb l'ús de la notació científica en càlcul bàsic.
- Familiaritat amb els conceptes de força, treball, energia, sòlid rígid i camp.
- Operabilitat amb els principis de conservació d'energia, moment angular i moment lineal.

És recomanable haver aprovat Fonaments de Física, Càlcul.

És recomanable haver aprovat o cursar simultàniament Ampliació de Matemàtiques i Àlgebra i Geometria.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Específiques:

CE2. CE 2 AERO. 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. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

CE3. CE 3 AERO. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

#### Genèriques:

CG1. CG1 - Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

CG2. CG2 - Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del tráfico y del transporte aéreo.

#### Transversals:

CT6. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 1: Dur a terme les tasques encomanades en el temps previst, tot treballant amb les fonts d'informació indicades, d'acord amb les pautes marcades pel professorat.

CT7. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

CT3. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 1: Planificar la comunicació oral, respondre de manera adequada les qüestions formulades i redactar textos de nivell bàsic amb correcció ortogràfica i gramatical.

CT4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.

CT5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 1: Identificar les pròpies necessitats d'informació i utilitzar les col·leccions, els espais i els serveis disponibles per dissenyar i executar cerques simples adequades a l'àmbit temàtic.

### **Bàsiques:**

CB1. CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la

educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB2. 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

CB3. CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio)

para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4. CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

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

## **METODOLOGIES DOCENTS**

---

L'assignatura s'impartirà combinant classes magistrals amb suport multimèdia i activitats dirigides. Les classes teòriques seguiran principalment el model expositiu, on el professor introduirà els conceptes i lleis necessàries per aplicar-los posteriorment en la resolució de problemes típics de cada tema. S'intentarà afavorir la participació de l'alumnat durant les classes. Es tractarà d'escollir exemples, tant pel seu valor pedagògic a l'hora d'aclarir els conceptes introduïts com per la temàtica, intentant en aquest sentit que els exemples siguin el més propers a la titulació, cosa que motivarà l'interès de l'estudiant. Així mateix sempre que sigui possible, es disposarà d'aplicacions multimèdia (vídeos demostratius, aplicacions java, etc) de tal manera que es pugui representar de manera visual i més entenedora diversos del exemples proposats.

D'altra banda, les activitats dirigides estaran orientades a que l'estudiant tingui un paper més actiu i pugui desenvolupar individualment i/o en grup el treball que s'ha fet a les classes teòriques. L'aprofitament d'aquestes activitats dirigides estarà directament relacionat amb les hores d'aprenentatge autònom. A les activitats dirigides es podran discutir en petits grups la resolució de problemes prèviament treballats pels estudiants a casa.

Per últim, es proposarà un projecte computacional de l'assignatura, per ajudar a desenvolupar habilitats transversals, i per aprofundir en els conceptes de l'assignatura. S'haurà d'escriure un codi numèric en grups petits, i fer una anàlisi detallada dels resultats obtinguts amb el codi. Els projectes i controls associats s'avaluaran amb un 20% de la nota final.

## **OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA**

---

En acabar l'assignatura de Mecànica, l'estudiant/a ha de ser capaç de:

- Resoldre problemes bàsics utilitzant les lleis de Newton per forces no constants. Utilitzar els teoremes de conservació de l'energia i conservació del moment lineal i angular.
- Plantejar les equacions que descriuen els diferents tipus d'oscil·ladors i identificar els tipus de moviment.
- Conèixer les magnituds de potència, ampli de banda i factor de qualitat i interpretar els fenòmens de ressonància.
- Definir el concepte de força central i conservativa. Identificar els paràmetres bàsics d'una òrbita i la seva classificació i definir i operar amb el concepte d'òrbita de transferència.
- Definir els conceptes de centre de massa, sistemes de partícules. Analitzar i resoldre problemes de sistemes de massa variable, amb especial èmfasi en coets.
- Explicar els diferents sistemes de referència inercials i no inercials i conèixer les seves transformacions i les diferents forces fictícies que intervenen.
- Explicar els conceptes de tensor d'inèrcia, equacions d'Euler i angles d'Euler i variacions temporals, en notació clàssica i aeronàutica. Explicar la dinàmica bàsica de sistemes en rotació.
- Comunicar-se amb claredat i eficàcia de manera oral i escrita per justificar raonaments de tipus científic amb arguments qualitatiu i quantitatiu. Analitzar críticament els seus raonaments per trobar errors i evitar l'obtenció de resultats quantitatius erronis.
- Buscar i aprofitar eficientment informació en anglès, català i castellà.
- Construir un codi per resoldre problemes de Mecànica mitjançant integració numèrica.
- Treballar un projecte en equip.



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00
Hores grup gran	42,0	28.00
Hores activitats dirigides	24,0	16.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció a l'assignatura

#### Descripció:

Presentació i conceptes previs.

- Principis de la Mecànica Clàssica. Teoremes de conservació: energia, moment lineal i moment angular.
- Aplicació de les lleis de Newton amb forces dependents de la velocitat, el temps i/o la posició.

#### Activitats vinculades:

Activitats dirigides (en aquest bloc hi ha 2 sessions en total). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Sessió 1 per discutir i corregir els problemes de la col·lecció (principis de conservació, casos de forces dependent de temps i de velocitat), exposant el mètodes emprats i els resultats obtinguts.
- Sessió 2 per discutir i corregir els problemes de la col·lecció (casos de forces dependent de posició), exposant el mètodes emprats i els resultats obtinguts.

**Dedicació:** 20h 30m

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

### Oscil·lacions

#### Descripció:

- Recordatori oscil·lacions harmòniques simples.
- Oscil·lacions esmorteïdes.
- Oscil·lacions forçades. Freqüència de ressonància.

#### Activitats vinculades:

Activitat 3. Activitats dirigides (en aquest bloc hi ha 2 sessions). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
- Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes.
- Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.

Activitat 4: control de problemes.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 7h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 11h



## Forces centrals

### Descripció:

- Cinemàtica en el pla.
- Moviment tridimensional: moment angular d'un punt.
- Forces conservatives i energia potencial. Força central.
- Moviment sota una força central inversament proporcional al quadrat de la distància. Gravetat. Paràmetres orbitals. Lleis de Kepler.
- Òrbites el·líptiques, hiperbòliques i parabòliques.
- Òrbites de transferència. Òrbites de Hohmann

### Activitats vinculades:

Activitats 5 i 6. Activitats dirigides (en aquest bloc hi ha 2 sessions). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
- Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes. Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.
- Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.

**Dedicació:** 20h 30m

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

## Sistemes de Partícules

### Descripció:

- Moviment d'un sistema de partícules. Centre de masses.
- Conservació del moment lineal i de l'energia per a un sistema de partícules.
- Centre de masses.
- Problemes de massa variable. Equació del coet.

### Activitats vinculades:

Activitat 7. Activitat dirigida (en aquest bloc hi ha 1 sessió). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
- Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes
- Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.

**Dedicació:** 17h 30m

Grup gran/Teoria: 5h

Activitats dirigides: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 11h



### Sistema de coordenades mòbils

**Descripció:**

- Origen de coordenades mòbils: translació d'eixos.
- Sistemes de coordenades giratoris.
- Acceleració centrífuga i de Coriolis.

**Activitats vinculades:**

Activitats 8 i 9. Activitats dirigides (en aquest bloc hi ha 1 sessió). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
- Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes.
- Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.

**Dedicació:** 20h 30m

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

### Sòlid Rígid. Rotació entorn d'un eix fix i en torn a un eix variable.

**Descripció:**

- Problema dinàmic del moviment d'un sòlid rígid.
- Rotació entorn d'un eix fix.
- Moment angular d'un sòlid rígid: tensor d'inèrcia
- Energia cinètica d'un sòlid rígid.
- Moviment d'un cos rígid en l'espai.
- Equacions d'Euler.
- Angles d'Euler. Ritmes de variació d'angles d'Euler..

**Activitats vinculades:**

Activitats 10 i 11. Activitats dirigides (en aquest bloc hi ha 2 sessions). A continuació proposem exemples d'activitats que el professor de l'assignatura podrà realitzar, però deixant la possibilitat que pugui adaptar les activitats dirigides segons el que cregui oportú d'acord amb la dinàmica i la conveniència de cada curs:

- Resolució de problemes fora de l'aula per part de l'alumne.
- Exposició dels problemes a l'aula per part dels alumnes.
- Discussió col·lectiva sobre els mètodes emprats i els resultats obtinguts.

Activitats 12: Control.

**Dedicació:** 30h

Grup gran/Teoria: 9h

Activitats dirigides: 3h

Aprenentatge autònom: 18h



## ACTIVITATS

### INTRODUCCIÓ A L'ASSIGNATURA

**Descripció:**

Es farà una introducció a l'assignatura. Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes de forces variables.

**Objectius específics:**

Introduir l'assignatura i el seu funcionament. Consolidar alguns dels coneixements adquirits a l'assignatura de Física. Entendre i resoldre problemes de forces variables.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis de cinemàtica (format electrònic i paper) i exemples resolts (format electrònic).

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els exercicis proposats durant de la sessió.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

### FORCES DEPENDENTS DE LA POSICIÓ, EL TEMPS I LA VELOCITAT

**Descripció:**

En grups de 10 estudiants es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre forces no constants.

**Objectius específics:**

Consolidar coneixements de les lleis de la mecànica. Assimilar la influència de les forces variables a la dinàmica dels cossos.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

### FORCES VARIABLES II

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre forces variables.

**Objectius específics:**

Entendre i calcular casos de sistemes sota forces variables.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h



## OSCIL·LACIONS

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre el moviment harmònic simple, el moviment oscil·latori esmorteït i forçat.

**Objectius específics:**

Entendre la física de les oscil·lacions de tipus diferents. Analitzar la dinàmica de les oscil·lacions forçades i entendre el concepte de ressonància i la seva importància en diferents situacions pràctiques.

**Material:**

Els estudiants presentaran els exercicis proposats al final de la sessió.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

## CONTROL DE PROBLEMES I

**Descripció:**

Els estudiants realitzaran un control de problemes amb els continguts treballats fins a aquell moment.

**Objectius específics:**

Comprovar els coneixements assolits, per part de professors i estudiants. En particular, els coneixements assolits per l'estudiant en la resolució de problemes amb forces variables unidimensionals i la capacitat per discernir entre els diferents tipus d'oscil·lacions esmorteïdes i les seves solucions numèriques.

**Material:**

Control de problemes (paper).

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per a ser avaluats amb un 15% de la nota final.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## FORCES CONSERVATIVES I CENTRALS. MOMENT ANGULAR

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre forces conservatives. Es discutiran els conceptes de força central i moment angular i la seva conservació.

**Objectius específics:**

Entendre els conceptes de força conservativa i central. Calcular el potencial d'una força. Ampliar el concepte de moment lineal al de moment angular.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h



## FORCES QUE DEPENEN DE R AL QUADRAT. ORBITES I LLEIS DE KEPLER

### Descripció:

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre moviment orbital. Es discutiran els diferents tipus d'òrbites i s'aplicaran les lleis de Kepler. Es resoldran problemes sobre òrbites de transferència

### Objectius específics:

Consolidar coneixements sobre les aplicacions de les lleis de Kepler. Aplicar aquestes lleis per estudiar el moviment d'un satèl·lit en òrbita, el moviment d'un cometa o l'òrbita de transferència.

### Material:

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

### Lliurament:

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 1h 30m

Aprentatge autònom: 1h 30m

## SISTEMES DE PARTÍCULES

### Descripció:

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre càlcul del centre de masses d'un sistema de partícules i aplicacions de la conservació del moment lineal i de l'energia en la resolució de problemes: xocs i sistemes de massa variable.

### Objectius específics:

Ser capaç d'escriure les lleis de Newton per a un sistema de  $n$  partícules. Familiaritzar-se amb el formalisme matemàtic de sumatori i indexació. Conèixer i aplicar la definició de centre de massa per a sistemes discrets i continus. Aplicar criteris de simetria en el càlcul del centre de massa. Aplicar les lleis de conservació del moment angular i l'energia per a sistemes de partícules. Saber expressar la posició de les partícules en el sistema de referència CM. Resoldre problemes de xocs en 3 dimensions i problemes de sistemes de massa variable amb aplicació de l'equació del coet.

### Material:

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

### Lliurament:

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h





## SISTEMA DE COORDENADES MÒBILS

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre canvis de sistemes de referència, en especial de sistemes en rotació i que involucren les forces centrífugues i de Coriolis.

**Objectius específics:**

Conèixer la transformació clàssica entre sistemes de referència. Saber derivar la velocitat i acceleració d'un cos en un sistema de referència no inercial. Conèixer i aplicar els termes de forces fictícies. Saber resoldre el moviment d'un cos en el sistema de referència de la Terra i aplicar-ho a problemes balístics.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 4h

Activitats dirigides: 4h

## ROTACIÓ DEL SÒLID RÍGID I

**Descripció:**

Es repassaran conceptes de rotació en 1dim. Es calcularan moments d'inèrcia.

**Objectius específics:**

Consolidar conceptes de rotació en 1 dimensió. Saber calcular moments d'inèrcia.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

## ROTACIÓ DEL SÒLID RÍGID II

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre tensors d'inèrcia i equacions d'Euler.

**Objectius específics:**

Consolidació dels conceptes de sòlid rígid i moment d'inèrcia, resolució de problemes de tensors d'inèrcia i equacions d'Euler.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Aprenentatge autònom: 2h



### ANGLES D'EULER I ELS SEUS RITMES DE VARIACIÓ

**Descripció:**

Es realitzaran i discutiran exercicis i problemes sobre angles d'Euler i les seves variacions temporals.

**Objectius específics:**

Visualitzar i calcular moviments en termes dels angles d'Euler i les seves variacions.

**Material:**

Còpia dels enunciats dels exercicis (format electrònic i paper) i exemples resolts.

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els càlculs complets i la discussió de resultats dels exercicis proposats.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

### CONTROL DE PROBLEMES II

**Descripció:**

Es realitzarà un control de problemes amb els continguts treballats fins a aquell moment des de meitat de quadrimestre.

**Objectius específics:**

Comprovar els coneixements assolits, per part de professors i estudiants. E

**Material:**

Control de problemes (paper).

**Lliurament:**

Els estudiants presentaran els controls resolts individualment per a ser avaluats amb un 15% de la nota final.

**Dedicació:** 2h

Activitats dirigides: 2h

### PROJECTE DE L'ASSIGNATURA

**Descripció:**

En grups de 4 estudiants es realitzarà un projecte d'aprofundiment i d'aplicació d'un tema o diferents temes de l'assignatura.

**Objectius específics:**

Comprovar els coneixements assolits i la capacitat d'anàlisi i aplicació a casos pràctics dels estudiants.

**Material:**

Còpia dels enunciats del projecte (format electrònic).

**Lliurament:**

El projecte i el control associat representen un 20% de la nota final.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 10h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

-Examen meitat quadrimestre (31%) + examen final (39%)

-Control (10%)

-Projecte i control associat (20%)



## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Totes les activitats proposades son obligatòries. Per tant, una activitat no presentada es puntuarà amb una nota de zero. Els exàmens i controls es realitzaran individualment. Les activitats dirigides i el projecte de l'assignatura es realitzaran individualment o en grup, segons s'indiqui en cada cas.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Meriam, J. L.; Kraige, L.G. Mecánica para ingenieros. Estática [en línia]. Reverté, [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=7723](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7723).
- Morin, David. Introduction to classical mechanics : with problems and solutions. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521876223.
- Riley, William F.; Sturges, Leroy D. Ingeniería mecánica. Vol. 1, Estática. Barcelona [etc.]: Reverté, 1995-1996. ISBN 842914255X.
- Riley, William F.; Sturges, Leroy D. Ingeniería mecánica. Vol. 2, Dinámica. Barcelona [etc.]: Reverté, 1995-1996. ISBN 8429142568.
- Meriam, J. L.; Kraige, L.G. Mecánica para ingenieros. Dinámica [en línia]. 3a ed. Barcelona [etc.]: Reverté, 1998-1999 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=7722](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=7722). ISBN 8429142800.
- Symon, Keith R. Mechanics. 3rd ed. Reading, Massachusetts [etc.]: Addison-Wesley, 1971. ISBN 0201073927.

### Complementària:

- Marion, Jerry B. Dinámica clásica de las partículas y sistemas [en línia]. Barcelona: Reverté, 1975 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=8702](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8702). ISBN 8429140948.
- Lunn, Mary. A First course in mechanics. Oxford [etc.]: Oxford University Press, 1991. ISBN 0198534302.
- Taylor, John R. Classical mechanics. Sausalito, California: University Science Books, 2005. ISBN 189138922X.
- Goldstein, Herbert; Safko, John; Poole, Charles P. Classical mechanics. 3a ed. San Francisco: Addison-Wesley, 2002. ISBN 0201657023.
- French, A. P. Mecànica newtoniana. Barcelona [etc.]: Reverté, 1974. ISBN 8429140999.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Curs general de Física amb applets de java: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>