

**Mecànica Clàssica**

Codi: 100148

Crèdits: 10

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OB	2	A

**Professor/a de contacte**

Nom: Emili Bagán Capella

Correu electrònic: Emili.Bagan@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

José María Crespo Vicente

**Prerequisits**

Tot i que no hi ha prerequisits, les següents recomanacions són d'utilitat per seguir el curs.

És molt important tenir ben assimilats els conceptes bàsics de Mecànica i Relativitat de la formació bàsica de primer curs.

És important dominar les eines bàsiques del càlcul diferencial i integral d'una variable i en especial saber els desenvolupaments de Taylor per a trobar solucions aproximades i el càlcul d'integrals elementals. Cal també tenir coneixements d'àlgebra (espais vectorials, matrius, etc.)

També és recomanable conèixer els principis bàsics del Càlcul de Vàries Variables per a la part de Mecànica Analítica i la diagonalització de matrius per als temes d'oscil·ladors acoblats i el tensor d'inèrcia del sòlid rígid.

**Objectius**

Els objectius generals del curs són:

1. Aprendre aspectes més avançats de la Mecànica Clàssica, tals com la dinàmica amb forces que depenen de la velocitat, la posició (incloent-hi les forces centrals) i sistemes de partícules;
2. Ser capaç d'utilitzar les aproximacions pertinents (especialment, els desenvolupaments de Taylor) per a donar solucions aproximades;
3. Conèixer i aplicar els conceptes bàsics de la Mecànica Analítica així com reconèixer la seva importància conceptual per al conjunt de la Física.

Els objectius específics del curs són:

- Ser capaç de resoldre alguns models simplificats de sistemes físics amb forces no constants i masses variables;
- Reconèixer la importància de la simetria rotacional per resoldre problemes de forces centrals i en particular resoldre el moviment planetari i les òrbites hiperbòliques en problemes de dispersió;

- Aplicar els principis de conservació en sistemes de partícules i la resolució de sistemes d'oscil·ladors acoblats;
- En l'estudi del sòlid rígid, aprofundir en la dinàmica amb rotacions respecte d'eixos fixos o que es desplacen paral·lelament, calcular el tensor d'inèrcia en tres dimensions en sòlids simples, i deduir les equacions d'Euler i resoldre-les en casos simples;
- En Dinàmica Relativista, aprofundir en els conceptes d'energia i moment lineal en Relativitat i en les seves aplicacions.
- En la introducció a la Mecànica Analítica, fer conèixer a l'alumne els formulismes alternatius a les lleis de Newton que li permetran determinar l'evolució en el temps d'un sistema mecànic a partir de principis fonamentals. En particular s'aprendran els formulismes de D'Alembert, Lagrange, Hamilton, i canònic que són a la base d'altres disciplines com la Mecànica Quàntica, Mecànica Estadística, etc.

## Competències

- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Desenvolupar estratègies d'anàlisi, síntesi i comunicació que permetin transmetre els conceptes de la física en entorns educatius i divulgatius
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construir models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

## Resultats d'aprenentatge

1. Descriure el moviment en una, dues i tres dimensions.
2. Descriure els fonaments de la mecànica analítica.
3. Descriure els fonaments de la mecànica clàssica.
4. Descriure els sistemes de referència no inercials.
5. Descriure els xocs.
6. Descriure la cinemàtica i la dinàmica del sòlid rígid.
7. Descriure la cinemàtica relativista.
8. Descriure les forces conservatives.
9. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
10. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
11. Formular i resoldre el moviment d'un sistema utilitzant les equacions de Lagrange.
12. Identificar els conceptes de moment lineal, angular i energia.
13. Identificar les lleis de conservació en un sistema de partícules.
14. Manipular correctament els desenvolupaments en sèrie de Taylor, la regla de la cadena, les equacions implícites, la diagonalització, l'anàlisi dimensional i el càlcul vectorial.
15. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
16. Resoldre el moviment en el cas de força o massa variable.
17. Resoldre el moviment produït per una força central.
18. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
19. Solucionar analíticament i numèricament l'equació de Newton.
20. Traduir problemes físics concrets en una formulació matemàtica, que en permeti la resolució posterior, sia exacta o aproximada.
21. Transmetre, de forma oral i escrita, conceptes físics de certa complexitat fent-los comprensibles en entorns no especialitzats.

## Continguts

### PRIMER QUADRIMESTRE

#### I. Mecànica del punt i forces centrals

1. Moviment en una dimensió. Forces variables. Solució numèrica equació de Newton. Moment lineal i energia. Massa variable. Oscil·ladors harmònic simple, esmorteït i forçat.
2. Moviment en dues i tres dimensions. Cinemàtica i anàlisi vectorial. Moment lineal, energia i moment angular. Forces conservatives i energia potencial.
3. Moviment produït per una força central. Força inversament proporcional al quadrat de la distància. Òrbites el·líptiques. Problema de Kepler. Òrbites hiperbòliques. Problema de Rutherford. Secció eficaç de dispersió.

#### II. Sistemes de partícules

4. Lleis de conservació en un sistema de partícules.
5. Xocs. Sistemes de referència laboratori i centre de masses.
6. Sistema de dos cossos. Massa reduïda. Aplicació al problema de Rutherford.
7. Oscil·ladors acoblats. Modes normals de vibració.

### SEGON QUADRIMESTRE

#### III. Sòlid Rígid

8. Sòlid Rígid I: Rotació al voltant d'un eix fix. Moment d'inèrcia. Teorema de Steiner.
9. Sistemes de referència mòbils. Teorema de Coriolis.
10. Sòlid rígid II: Energia cinètica de rotació. Tensor d'inèrcia. Moment angular. Rotor rígid. Rotació lliure baldufa simètrica. Angles d'Euler. Equacions d'Euler. Estabilitat al voltant d'un eix principal.

#### IV. Dinàmica Relativista

11. Energia i Moment Lineal en Relativitat.
12. Quadriectors.
13. Col·lisions Relativistes.

#### V. Introducció a la Mecànica Analítica

14. Lligams, Principi de D'Alembert i coordenades generalitzades.
15. Formulació de Lagrange. Formulació de Hamilton.
16. Principi de Hamilton. Introducció al càlcul de variacions. Claudàtors de Poisson.

## Metodologia

El curs s'estructura en classes de teoria, problemes, activitats supervisades i treball autònom.

Les classes de teoria són de tipus magistral on es presenten els aspectes fonamentals dels temes a tractar i s'il·lustren els resultats amb exemples. Estan repartides per igual en cada quadrimestre (30h+30h).

Les classes de problemes (15h+15h) requereixen una participació més activa per part dels alumnes. El professor de problemes resoldrà aquells exercicis que consideri paradigmàtics i que li permetin presentar

aquelles tècniques que puguin ser més útils per a l'alumne. En altres problemes s'indicarà la seva solució i en un tercer grup es requerirà la participació dels alumnes.

Es proposaran entregues de problemes l'avaluació de les quals pesarà a l'alça a la nota de l'assignatura.

Tot el material (l'listats de problemes, material docent addicional a la bibliografia del curs elaborat per l'equip de professors, resolució detallada d'alguns exercicis, així com les notícies relacionades amb el funcionament del curs) estarà disponible en el campus virtual de l'assignatura.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
classe de problemes	30	1,2	9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
classe magistral	60	2,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 17
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Proves supervisades	2	0,08	2, 3, 15, 17
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Resolució de Problemes	12	0,48	9, 10, 18, 21
Treball individual	131	5,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

## Avaluació

- El curs es divideix en dues parts o quadrimestres que s'estructuren de forma similar
- A la meitat i al final de cada quadrimestre es farà un examen parcial.
- S'informarà previament si a algunes parts d'aquestes proves l'alumne podrà fer ús d'un formulari que haurà d'haver elaborat prèviament i de llibres de fórmules i taules.
- Durant el primer quadrimestre es proposaran entregues d'exercicis que comptaran (a l'alça) fins a un 20% a la nota del quadrimestre (10% de la nota final). No comptaran a la nota de la repesca.
- La nota d'un quadrimestre es defineix com la mitjana ponderada dels dos exàmens parcials i l'entrega corresponent (en el cas del 1r quadrimestre).
- L'assignatura es considera aprovada per quadrimestres quan la mitjana de les notes dels dos quadrimestres iguala o supera el 5 i la nota de cada quadrimestre no és inferior a 3,5.
- Per a aprovar l'assignatura per quadrimestres caldrà haver-se presentat als quatre exàmens parcials.
- Els alumnes que no hagin aprovat l'assignatura per quadrimestres podran realitzar una prova de repesca al juliol. Aquesta prova tindrà dues parts, una per cada quadrimestre, i els alumnes s'hauran de presentar a la primera, a la segona, o a totes dues parts depenent dels quadrimestres que no hagin superat (nota del quadrimestre inferior a 5). Aquesta prova es refereix al 100% de l'assignatura i no té associada cap entrega de problemes.
- Els alumnes que hagin aprovat l'assignatura per quadrimestres però que desitgin apujar nota es poden presentar a la prova de repesca. Es podran presentar a cada una de les parts per separat. Se'ls compatibilitzarà la millor nota entre la nota mitjana del curs (o d'una de les seves parts) i la de la prova de repesca (o d'una de les seves parts). La nota obtinguda a l'entrega de problemes no té cap efecte en la nota de la prova de repesca.
- Per a participar a la repesca cal haver-se presentat prèviament a un mínim de tres parcials. No hi ha qualificació mínima per a poder-se presentar a la repesca.
- Si la nota final d'alguna de les dues parts és inferior a 3,5 l'alumne/a quedarà suspès/esa, independentment del valor de la mitjana de les notes corresponents a cada part/quadrimestre.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
1r parcial 1r quadrimestre (recuperable)	20-25%	3	0,12	1, 3, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 19, 21
1r parcial 2n quadrimestre (recuperable)	25%	3	0,12	4, 6, 7, 9, 10, 15, 20, 21
2n parcial 1r quadrimestre (recuperable)	20-25%	3	0,12	5, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21
2n parcial 2n quadrimestre (recuperable)	25%	3	0,12	2, 9, 10, 11, 15, 20, 21
Entregues de problemes (recuperables en el parcial corresponent)	10%	0	0	9, 10, 15, 19, 20, 21
Prova de Repesca (Optativa per als que hagin aprovat per parcials)	100%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

## Bibliografia

- J.B. Marion, *Dinámica Clásica de las Partículas y Sistemas*, Ed. Reverté.
- T.W.B. Kibble, *Mecánica Clásica*, Ed. Urmo.
- M. Alonso y E.J. Finn, *Física, Vol I: Mecánica*, Fondo Educativo Interamericano.
- A.F. Rañada, *Dinámica Clásica*, Ed. Alianza Universidad.
- V. Barger and M. Olsson, *Classical Mechanics*, Ed MacGraw-Hill.
- V. Pérez, L. Vázquez y A.F. Rañada, *100 Problemas de Mecánica*, Alianza Editorial.
- H. Goldstein, C.P. Poole, and J.L. Safko, *Classical Mechanics*, Addison Wesley.
- W. Greiner, *Classical Mechanics: System of Particles and Hamiltonian Dynamics*, Springer-Verlag.
- L.D. Landau and E.M. Lifshitz, *Course in Theoretical Physics Vol. 1: Mechanics*, Butterworth-Heinemann.