

**Mecànica Teòrica i Sistemes no Lineals**

Codi: 100172

Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	0

### Professor/a de contacte

Nom: Santiago Perís Rodríguez

Correu electrònic: Santiago.Peris@uab.cat

### Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Grup íntegre en anglès: Sí

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

### Prerequisits

És recomanable que l'alumne/a hagi completat amb èxit un curs de Mecànica Clàssica.

Pel que fa als requisits matemàtics, és recomanable que l'alumne/a tingui coneixements previs de Càlcul de Variable Complexa i Teoria de Grups.

### Objectius

L'objectiu principal d'aquesta assignatura és presentar a l'alumne/a una introducció completa a la Mecànica Teòrica.

Aquesta introducció completa ha de proporcionar a l'alumne/a els coneixements necessaris i suficients que li serveixin de base per a l'estudi de la física moderna.

Més concretament es persegueixen els següents quatre grans objectius:

1. Presentar a l'alumne/a els diferents formalismes de la Mecànica Clàssica: formalisme de D'Alembert, de Lagrange, de Hamilton, canònic, i de Hamilton-Jacobi;
2. Completar una formació adequada de l'alumne/a en el camp de la Mecànica Clàssica;
3. Presentar a l'alumne/a una introducció a la Teoria Clàssica de Camps.

A banda dels objectius anteriorment mencionats, serà així mateix important estimular l'esperit crític de l'alumne/a i fomentar el seu/la seva actitud investigadora.

### Competències

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom

- Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i síntesi que permeti adquirir coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar a aquests camps les competències pròpies del grau de Física, aportant propostes innovadores i competitives
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals
- 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
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- 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
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar el formalisme lagrangià i hamiltonià a diferents sistemes físics per obtenir les equacions de moviment.
2. Aplicar el mètode de teoria de perturbacions canòniques.
3. Aplicar els formalismes de Lagrange i Hamilton a sistemes relativistes discrets i a teories de camps que descriuen les interaccions fonamentals de la naturalesa.
4. Aplicar les condicions de lligadura en un sistema per trobar els graus de llibertat i les variables dinàmiques rellevants.
5. Aplicar les transformacions canòniques per obtenir les equacions de moviment.
6. Comparar l'aplicabilitat de les equacions del moviment i les lleis de conservació en diferents camps de la ciència.
7. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
8. Construir magnituds conservades a partir del teorema de Noether.
9. Construir un lagrangià partint de les simetries del sistema físic.
10. Descriure els conceptes de desplaçament i treball virtuals.
11. Descriure la connexió existent entre les equacions dinàmiques i els principis variacionals.
12. Descriure la relació entre simetria i llei de conservació.
13. Descriure les propietats de les transformacions canòniques.
14. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
15. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
16. Fer treballs acadèmics de manera independent usant bibliografia (especialment en anglès), bases de dades i col·laborant amb altres professionals.
17. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
18. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
19. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
20. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
21. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
22. Utilitzar el càlcul variacional.
23. Utilitzar el càlcul vectorial i les equacions diferencials.

## Continguts

1. *Formulació de D'Alembert*: Lligams. Desplaçaments virtuals. Principi de D'Alembert. Coordenades generalitzades. Equacions de Lagrange.
2. *Formulació de Lagrange*: Càlcul de variacions. Principi de Hamilton. Equacions d'Euler-Lagrange. Extensió a sistemes no holònoms.
3. *Simetries i lleis de conservació*: Teoremes de conservació: conservació de l'energia, moment lineal i angular. Test de simetria. Teorema de Noether. Simetries en la Mecànica Clàssica: Grup de Galileu.
4. *Formulació de Hamilton*: Espai fàsic. Transformacions de Legendre. Funció de Hamilton. Equacions canòniques. Claudàtors de Poisson.
5. *Formulació de Hamilton-Jacobi*: Mètode de separació de variables. Variables acció-angle. Exemples.
6. *Introducció a la Teoria Clàssica de Camps*: Formulació Lagrangiana i Hamiltoniana dels medis continus. Teoria relativista de camps. Exemples. Simetries i lleis de conservació en Teoria de Camps: tensor d'energia-moment, teorema de Noether, simetries internes i externes. Exemples.

## Metodologia

La metodologia de treball es dividirà en activitats formatives dirigides i autònomes.

Les dirigides es dividiran entre lliçons teòriques mitjançant classes magistrals compaginades amb tutories on els alumnes podran resoldre els seus dubtes i classes de problemes on els alumnes veuran aplicats els continguts exposats.

Les autònomes consisteixen en l'estudi dels fonaments teòrics per part de l'alumne/a i la seva aplicació en diferents exemples mitjançant la resolució de problemes individualment i en grup.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes de problemes	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Lliçons teòriques	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi dels fonaments teòrics	50	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Resolució de problemes	49	1,96	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

## Avaluació

### Avaluació

**A) Lliurament de problemes (20% de la nota final)**: es proposarà un problema o mes, periodicament, per ser resolts i lliurats en el termini que s'estableixi.

**B) Examen Parcial (35% de la nota final)**: es farà un examen escrit, sense llibres, individual, a mitjans del semestre.

**C) Examen Final (45% de la nota final):** es fara un examen escrit, amb llibres, individual, al final del semestre. La nota final sera el resultat de A+B+C.

**D) Examen de Recuperacio de B+C:** es un examen opcional, sense llibres, al final del semestre. Si la nota obtinguda a A+B+C > 3.5/10, l'estudiant podra optar per fer un examen final de recuperacio sempre i quan s'hagi presentat als dos examens B+C. La nota obtinguda en aquest examen substituira la nota de B+C obtinguda anteriorment en tots els casos.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Entrega de problemes	20%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Examen Final	45%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23
Examen Parcial	35%	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Examen Recuperacio	80%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 22, 23

## Bibliografia

1. Classical Mechanics, H. Goldstein, C. P. Poole i J. L. Safko, Addison Wesley (2002).
2. Classical Mechanics: System of Particles and Hamiltonian Dynamics, W. Greiner, Springer-Verlag (2010).
3. Classical Dynamics of Particles and Systems, J. B. Marion i S. T. Thornton, Brooks Cole (2004).
4. Course in Theoretical Physics Vol. 1: Mechanics, L. D. Landau i E. M. Lifshitz, Butterworth-Heinemann (1995).
5. Lectures in Analytical Mechanics, F. Gantmacher, Mir Publishers Moscow (1975).
6. Mechanics: From Newton's Laws to Deterministic Chaos, F. Scheck, Springer-Verlag (2005).
7. Mathematical Methods of Classical Mechanics, V. I. Arnold, Springer-Verlag (1989).
8. An Introduction to Quantum Field Theory, M. E. Peskin i D. V. Schroeder, Perseus Books (1995).