

**Mecànica Teòrica i Sistemes no Lineals**

Codi: 100172

Crèdits: 6

| Titulació      | Tipus | Curs | Semestre |
|----------------|-------|------|----------|
| 2500097 Física | OT    | 4    | 1        |

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**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 tres 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 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
- 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
- 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 pertorbacions 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. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
15. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
16. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
17. Utilitzar el càlcul variacional.
18. 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. 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.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

| Títol                         | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge                                      |
|-------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------|
| Tipus: Dirigides              |       |      |                                                               |
| Classes de problemes          | 16    | 0,64 | 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18    |
| Lliçons teòriques             | 33    | 1,32 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 |
| Tipus: Autònomes              |       |      |                                                               |
| Estudi dels fonaments teòrics | 48    | 1,92 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 |
| Resolució de problemes        | 47    | 1,88 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 |

## 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 farà un examen escrit, amb llibres, individual, al final del semestre. La nota final serà el resultat de A+B+C.

D) Examen de Recuperació 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 podrà optar per fer un examen final de recuperació sempre i quan s'hagi presentat als dos examens B+C. La nota obtinguda en aquest examen substituirà 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 |
| Examen Final         | 45% | 1     | 0,04 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18                |
| Examen Parcial       | 35% | 1     | 0,04 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 |
| Examen Recuperacio   | 80% | 3     | 0,12 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18                |

## 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).

## Programari

No hi ha.