

**Mecànica teòrica i sistemes no lineals****2012/2013**

Codi: 100172

Crèdits ECTS: 6

| Titulació                 | Pla                   | Tipus | Curs | Semestre |
|---------------------------|-----------------------|-------|------|----------|
| 2500097 Graduat en Física | 776 Graduat en Física | OT    | 4    | 1        |

**Professor de contacte**

Nom: Santiago Perís Rodríguez

Correu electrònic: Santiago.Peris@uab.cat

**Utilització d'idiomes**

Llengua vehicular majoritària: anglès (eng)

Algun grup íntegre en anglès: Sí

Algun grup íntegre en català: No

Algun 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;
4. Presentar a l'alumne/a una introducció al Caos Clàssic.

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 àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica
- 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 i comprendre els fonaments de les principals àrees de la física
- Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
- Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per a arribar a una solució que s'ha de

presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.

- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
- Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
- Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
- Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els principis fonamentals a àrees particulars, com la física nuclear i de partícules, la física de la matèria condensada, l'estructura atòmica, la biofísica o la fotònica.
2. 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.
3. Conèixer i comprendre els fonaments de les principals àrees de la física.
4. Conèixer les bases d'alguns temes seleccionats de caràcter avançat, incloent-hi els desenvolupaments actuals a la frontera de la física, sobre els quals poder formar-se àgilment amb més profunditat.
5. Formular i abordar problemes físics, tant si són oberts com si estan més ben definits, identificar-ne els principis més rellevants i usar-hi aproximacions, si escau, per arribar a una solució que s'ha de presentar explicitant-ne les suposicions i les aproximacions.
6. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
7. Ser capaç d'adquirir amb rapidesa coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar-hi les competències pròpies del grau de Física aportant-hi propostes innovadores i competitives.
8. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
9. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
10. Usar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionar les equacions apropiades, construir models adequats, interpretar resultats matemàtics i comparar críticament amb experimentació i observació.

## 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 de Pertorbacions Canònica*: Transformacions canòniques infinitesimals. Grups de simetria d'un sistema mecànic. Teoria de pertorbacions canònica dependent del temps. Exemples.
7. *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.
8. *Introducció al Caos Clàssic*: Equació logística. 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  | 5                        |
| Lliçons teòriques                               | 30    | 1,2  |                          |
| <b>Tipus: Autònomes</b>                         |       |      |                          |
| Estudi dels fonaments teòrics                   | 49    | 1,96 |                          |
| Resolució de problemes individualment i en grup | 50    | 2    | 8, 9                     |

## Avaluació

L'avaluació de l'alumne/a es realitzarà principalment mitjançant un examen final (prova final de síntesi) on aquest/a haurà de demostrar la seva suficiència.

L'examen constarà de problemes amb un nivell creixent de dificultat que demostraran a la seva vegada els coneixements adquirits per l'alumne/a.

Els problemes, que inclouran la seva puntuació, hauran de permetre l'alumne/a assolir el 70% de la nota final de l'assignatura.

Si aquest examen final no s'aprova l'alumne/a tindrà un examen final de recuperació (70% de la nota final de l'assignatura).

Així mateix, l'entrega de demostracions teòriques comptarà el 10% de la nota final.

Finalment, l'entrega de problemes, resolts individualment i en grup, comptarà el 20% de la nota final.

## Activitats d'avaluació

| Títol                                        | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge      |
|----------------------------------------------|-----|-------|------|-------------------------------|
| Entrega de demostracions teòriques           | 10% | 0     | 0    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 |
| Entrega de problemes (individuals i en grup) | 20% | 0     | 0    | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 |
| Prova final de síntesi                       | 70% | 2,5   | 0,1  | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10       |
| Recuperació prova final de síntesi           | 70% | 3,5   | 0,14 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10       |

## **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).