

| Titulació      | Tipus | Curs | Semestre |
|----------------|-------|------|----------|
| 2500097 Física | OT    | 3    | 0        |

## Professor de contacte

Nom: Antonio Miguel Pineda Ruiz

Correu electrònic: AntonioMiguel.Pineda@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

## Prerequisits

És recomanable haver cursat les següents assignatures:

Càlcul d'una variable

Càlcul de varies variables

Equacions diferencials

## Objectius

En aquesta assignatura s'introdueixen alguns conceptes matemàtics bàsics necessaris a la física en general, i a la física/mecànica quàntica i teories de camps, en particular. Es pretén que l'estudiant assoleixi la comprensió dels conceptes d'espai de Hilbert, operadors, i, especialment, grups. Es vol donar una visió integradora de conceptes que apareixen a diferents camps a la física. Alhora, l'estudiant haurà d'adquirir la capacitat d'aplicar amb agilitat les eines del càlcul a diferents tipus de problemes.

## Competències

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física
- 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
- 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

- 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. Classificar les representacions dels grups més senzills.
2. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
3. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
4. Determinar el grup de simetria (exacte o aproximat) associat a un sistema físic.
5. Determinar els observables que caracteritzen una representació.
6. Determinar la representació que caracteritza un sistema físic concret.
7. Determinar l'efecte sobre els observables d'una transformació de simetria.
8. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
9. Identificar els grups de simetria, així com les seves representacions, associats a la física atòmica, de partícules, i cristal·lografia.
10. Identificar els grups de simetria associats a les lleis de la física.
11. Identificar els grups de simetria associats a les teories de les interaccions fonamentals.
12. Obtenir les representacions de grups de simetria senzills.
13. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
14. Relacionar els grups continus amb les àlgebres de Lie que hi estan associades.
15. Relacionar les simetries de la naturalesa amb el grup de simetria (exacte o aproximat) apropiat.
16. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
17. Utilitzar el càlcul tensorial.

## Continguts

### PROGRAMA

#### 1. Espais de Hilbert.

1.1 Espais prehilbertians.

2.2 Espais de Hilbert.

#### 2. Operadors.

2.1 Operadors lineals.

2.2 Valors/vectors propis.

#### 3. Introducció a teoria de grups.

3.1 Definició i motivació (simetries)

3.2 Exemples:  $SO(3)$ ,  $SU(2)$ ,  $SU(N)$  (relació amb operadors unitaris).

3.3 Àlgebra de Lie (generadors del grups continus)

3.4  $su(N)$  (relació amb operadors autoadjunts) i relació de  $su(2)$  amb  $so(3)$

3.5 Representacions (vocabulari)

3.6 Mètodes tensorials

3.7 Aplicacions: Grup  $SU(N)$ , grups discrets i grup de Lorentz

## Metodologia

Aquesta assignatura desenvolupa eines de llenguatge i càlcul matemàtics que són bàsiques per a assignatures de Física avançada. El treball personal de l'estudiant és fonamental per assolir els coneixements i les destreses pertinents.

Les sessions de classe presencial es dividiran en:

Classes magistrals: El professor exposarà els conceptes i raonaments bàsics, de cada tema, amb el suport de exemples.

Classes de problemes: Entre una col·lecció de problemes, el professor resoldrà en detall una selecció. Els estudiants hauran de treballar pel seu compte la resta.

## Activitats formatives

| Títol                                                                                                                                     | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| <b>Tipus: Dirigides</b>                                                                                                                   |       |      |                          |
| Classes de problemes: Entre una col·lecció de problemes, el professor resoldrà en detall una selecció. Els estudiants hauran de treballar | 13    | 0,52 |                          |
| Classes magistrals: El professor exposarà els conceptes i raonaments bàsics, de cada tema, amb el suport de exemples.                     | 25    | 1    |                          |
| <b>Tipus: Autònomes</b>                                                                                                                   |       |      |                          |
| Entrega selectiva de problemes                                                                                                            | 11    | 0,44 |                          |
| Estudi dels fonaments teòrics                                                                                                             | 39    | 1,56 |                          |
| Resolució de problemes individualment i en grup                                                                                           | 29    | 1,16 |                          |

## Avaluació

Examen parcial de Espais de Hilbert i operadors: 45% de la nota.

Examen parcial de grups: 55 % de la nota.

Entrega selectiva de problemes que pot servir per pujar nota.

Examen de recuperació sobre el 100% de l'assignatura.

No hi ha nota mínima per fer mitjana.

## Activitats d'avaluació

| Títol                                   | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge                                  |
|-----------------------------------------|-----|-------|------|-----------------------------------------------------------|
| Examen de Espais de Hilbert i operadors | 45% | 2,25  | 0,09 | 2, 3, 8, 13, 16, 17                                       |
| Examen de grups                         | 55% | 2,75  | 0,11 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 |

## **Bibliografia**

### **Bibliografia bàsica.**

P. Szekeres, A course in Modern Mathematical Physics.

Elvira Romera et al., Métodos matemáticos: Problemas de espacios de Hilbert, operadores lineales y espectros

G. Arfken, Mathematical Methods for Physics.

### **Bibliografia més avançada i complementaria.**

J.J. Sakurai, Modern Quantum Mechanics.

J.F. Cornwell, Group theory in Physics.

H. Georgi, Lie Algebras in particle physics.

L. Abellanas i A. Galindo, Espais de Hilbert.

S.K. Barbarian, Introducció a l'espai de Hilbert.

L. Schwartz, Métodos Matemáticos para las ciencias físicas.