

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	34271
<b>Nom</b>	Mecànica quàntica avançada
<b>Cicle</b>	Grau
<b>Crèdits ECTS</b>	6.0
<b>Curs acadèmic</b>	2024 - 2025

**Titulació/titulacions**

Titulació	Centre	Curs	Període
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	4	Segon quadrimestre

**Matèries**

Titulació	Matèria	Caràcter
1105 - Grau en Física	16 - Complementos de Física	Optativa

**Coordinació**

Nom	Departament
MOLINA PERALTA, RAQUEL	185 - Física Teòrica

**RESUM**

Aquesta assignatura optativa serveix de complement a la Mecànica Quàntica, assignatura obligatòria de quart curs en el Grau en Física en la Universitat de València. Quant al seu contingut específic es comença amb un breu repàs d'espais de Hilbert abans de la introducció del concepte de simetria en mecànica quàntica. Es consideren simetries contínues (translacions, rotacions) i discretes (paritat, inversió temporal). A continuació es desenvolupa la teoria de la dispersió introduint el concepte de secció eficaç en mecànica quàntica; s'estudia l'aproximació de Born. S'analitza el comportament de partícules carregades no relativistes en camps electromagnètics externs, i finalment es proporciona una introducció a la computació quàntica.

**Relació amb assignatures anteriors:** L'assignatura es planteja com una continuació de l'assignatura Mecànica Quàntica de 4º curs que, al seu torn complementa els cursos de Física Quàntica I i II de 3º. A part d'aquesta relació cal esmentar la seua relació formal amb l'assignatura de Mecànica Clàssica. Així mateix és de gran importància el bagatge matemàtic adquirit en Mètodes Matemàtics sobre espais vectorials, àlgebra de matrius i diagonalització.



**Relació amb assignatures posteriors:** Són moltes les matèries de Física que utilitzen els coneixements de Mecànica Quàntica i de Mecànica Quàntica Avançada: Estat Sòlid, Òptica Quàntica, Física Nuclear i de Partícules i Teoria Quàntica de Camps.

## CONEXEMENTS PREVIS

### Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### Altres tipus de requisits

Matemàtiques:

1. Espais d'Hilbert.
2. Operadors lineals.
3. Matrius i determinants.
4. Diagonalització d'operadors lineals i matrius.
5. Transformades de Fourier.
6. Delta de Dirac.

Física:

1. Postulats de la Mecànica Quàntica.
2. Simetries en Mecànica Clàssica.
3. Teoria Clàssica de la Dispersió.
4. Partícula clàssica carregada en un camp electromagnètic.

### 1105 - Grau en Física

- Posseir i comprendre els fonaments de la física en els aspectes teòrics i experimentals, així com el bagatge matemàtic necessari per a la seua formulació.
- Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.
- Ser capaç de reunir i interpretar dades rellevants per emetre judicis.
- Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.
- Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.



- Cultura general en física: haver-se familiaritzat amb les àrees més importants de la física i amb enfocaments que compreguen i relacionen diferents àrees de la física, així com relacions de la física amb altres ciències.
- Investigació bàsica i aplicada: adquirir una comprensió de la naturalesa de la investigació física, de les formes en què es du a terme, i de com la investigació en física és aplicable a molts camps diferents, per exemple l'enginyeria; habilitat per dissenyar procediments experimentals i/o teòrics per: (i) resoldre els problemes corrents en la investigació acadèmica o industrial; (ii) millorar els resultats existents.
- Destreses generals i específiques en llengües estrangeres: haver millorat el domini de l'anglès (o d'una altra llengua estrangera d'interès) mitjançant: accés a bibliografia fonamental, comunicació oral i escrita (anglès científicotècnic), cursos, estudis a l'estranger, reconeixement de crèdits en universitats estrangeres etc.
- Cerca de bibliografia: ser capaç de buscar i utilitzar bibliografia en física i altra bibliografia tècnica, així com qualsevol font d'informació rellevant per a treballs d'investigació i desenvolupament tècnic de projectes.
- Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.
- Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.
- Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
- Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreplegar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

- Comprendre el concepte de simetria en Mecànica Quàntica, la seua implementació matemàtica i les lleis de conservació derivades. Aplicació a problemes físics.



- Entendre les idees físiques subjacents en la formulació de la teoria quàntica de la dispersió. Comparació amb la teoria clàssica.
- Aprendre el comportament d'una partícula no relativista en un camp electromagnètic extern. Possibles extensions del formalisme.
- Comprendre els conceptes bàsics de la computació quàntica.

## DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

### 1. Simetries en mecànica quàntica

Simetries en mecànica quàntica  
Teorema de Wigner  
Grup de Transformacions de Simetria  
Simetries contínues  
Simetries discretes

### 2. Translacions i rotacions

Translacions Espacials  
Generadors de les Translacions Espacials  
Translació Espacial per a un Sistema de Partícules  
Translacions de velocitat  
Rotacions en mecànica quàntica  
Rotacions en sistemes d'espí 1/2  
Interferometria de neutrons  
Estats d'helicitat  
Representacions de l'operador de rotacions, angles d'Euler  
Composició de moments angulars i coeficients de Clebsch-Gordan  
Operadors tensorials  
Operadors tensorials cartesianes i operadors tensorials esfèrics (o irreductibles)  
Teorema de Wigner-Eckart

### 3. Simetries discretes en interaccions

Operador de paritat  
Estats propis de paritat  
Transformació de funcions d'ona  
Paritat de un sistema de partícules  
Assignació de paritat intrínseca  
Violació de Paritat  
Regles de selecció  
Inversió temporal  
C-Paritat



Teorema CPT  
Número bariònic i leptònic  
Isoespín (Contínua)  
G-Paritat  
Sistema de dos nucleons  
Multiplets d'isoespí  
Pions  
Introducció al model quark

#### 4. Simetries de partícules idèntiques

Partícules idèntiques  
Bosons i fermions  
Principi d'Exclusió de Pauli  
Hamiltonià separable  
Sistema de dues partícules idèntiques. L'àtom d'Heli

#### 5. Teoria de col·lisions

Amplitud de dispersió  
Secció eficaç  
Teorema òptic  
Aproximació de Born  
Potencial Central  
Comportament asimptòtic d'una funció d'ona  
Desfasatges  
Desenvolupament de l'amplitud i la secció eficaç en ones parcials  
Diagrama d'Argand  
Ressonàncies i estats lligats

#### 6. Introducció a la computació quàntica

Introducció  
Bits i Qubits  
Entrellaçament  
Desigualtats de Bell  
Entropia  
Portes d'un qubit  
Portes de diversos qubits  
Teorema de no clonació  
Algorismes quàntics  
Algorisme de Grover  
Teleportació  
Esborrador quàntic  
Criptografia quàntica

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	60,00	100
	0,00	100
Elaboració de treballs individuals	20,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	20,00	0
Preparació de classes de teoria	25,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	25,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>150,00</b>	

**METODOLOGIA DOCENT**

**Classes teòriques:** Tres hores setmanals durant el període lectiu. Les classes teòriques seran, en general, de caràcter magistral i en elles s'exposaran els continguts de l'assignatura. Es farà especial èmfasi en l'aplicació dels coneixements teòrics a la solució de qüestions i problemes. Es resoldran sistemes físics senzills com a exemple dels mètodes teòrics generals estudiats i es compararan els resultats amb les dades experimentals.

**Classes pràctiques:** Una hora setmanal durant el període lectiu. A les classes pràctiques es resoldran problemes de cada tema de l'assignatura. El professor lliurarà als alumnes prèviament una col·lecció de problemes de cada tema. Els estudiants exposaran el treball realitzat sobre aquests problemes durant la classe pràctica.

**AVALUACIÓ**

1. Exàmens escrits: s'avaluarà la comprensió dels aspectes conceptuals de la matèria, la capacitat d'aplicació del formalisme desenvolupat així com l'anàlisi crítica dels resultats obtinguts. L'examen consistirà en qüestions i problemes.
2. La nota dels exàmens serà ponderada amb la nota de l'avaluació contínua que consistirà en la resolució de problemes. La nota final serà la nota màxima entre la qualificació del examen i la mitjana ponderada =  $0.75 * \text{Nota examen} + 0.25 * \text{Avaluació contínua}$ .

**REFERÈNCIES****Bàsiques**



- Mecánica Cuántica. A. Galindo, P. Pascual. Alhambra o Eudema Universidad.
- Lectures on Quantum Mechanics. S. Weinberg. Cambridge University Press.
- Quantum Mechanics, Vol. I, II. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloë. Wiley.
- Problems in Quantum Mechanics: With Solutions. G. L. Squires. Cambridge University Press.
- Quantum Computation and Quantum Information. M.A. Nielsen y I.L. Chuang. Cambridge University Press.

### **Complementàries**

- Modern Quantum Mechanics. J. J. Sakurai. Addison-Wesley.
- Problems in Quantum Mechanics. F. Constantinescu, E. Magyari. Pergamon