

**Física Quàntica II**

Codi: 100155  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OB	3	2

**Professor/a de contacte**

Nom: John Calsamiglia Costa  
Correu electrònic: John.Calsamiglia@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

**Equip docent**

Ramón Muñoz Tapia  
Maria García Díaz

**Prerequisits**

És recomanable que l'alumne hagi completat amb èxit els primers dos cursos del grau per garantir que tingui la maduresa i actitud necessàries per assimilar els conceptes que es presenten. Cal una bona base de càlcul d'una i varies variables, i àlgebra lineal, així com nocions bàsiques de números complexos. Aquests requisits els hauria de complir tot alumne que hagi superat les assignatures de matemàtiques realitzades durant el primer i segon any. Lògicament cal dominar el formulisme i conceptes de la mecànica quàntica introduïts a Física Quàntica I.

**Objectius**

Es completaran els objectius fixats a Física Quàntica I, on es pretén introduir l'alumnat en el món de la Mecànica Quàntica. Exposar-li i ajudar-lo a assolir els conceptes fonamentals i el formalisme bàsic d'aquesta disciplina. Il·lustrar-ne la seva utilitat, importància i sentit, amb aplicacions. Desenvolupar tècniques algebraiques i mètodes aproximats per abordar problemes rellevants. Preparar l'alumne per aprofundir i ampliar coneixements en l'assignatura de Mecànica Quàntica, Informació Quàntica i Òptica Quàntica que pot cursar l'any vinent.

**Competències**

- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Desenvolupar estratègies d'anàlisi, síntesi i comunicació que permetin transmetre els conceptes de la física en entorns educatius i divulgatius
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- 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
- 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. Calcular l'estructura electrònica de l'àtom d'hidrogen utilitzant el formalisme i els mètodes introduïts de manera general.
2. Descriure els operadors escala a l'oscil·lador harmònic i el moment angular i caracteritzar els estats coherents.
3. Descriure l'estructura i nivells atòmics pertorbats: Estructura fina i efecte Zeeman.
4. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
5. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
6. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
7. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
8. Transmetre, de forma oral i escrita, conceptes físics de certa complexitat fent-los comprensibles en entorns no especialitzats.
9. Utilitzar els espais de Hilbert i els operadors hermitians i unitaris.
10. Utilitzar la teoria de pertorbacions per a l'estudi de l'estructura fina i dels efectes de camps electromagnètics externs.
11. Utilitzar les equacions diferencials i les famílies ortogonals de funcions.
12. Utilitzar mètodes aproximats en models senzills que descriguin els trets i el comportament generals de sistemes físics de gran complexitat.
13. Utilitzar tècniques alternatives (algebraiques i analítiques) per resoldre problemes com l'oscil·lador harmònic o el moment angular orbital.

## Continguts

### 1 Mecànica matricial

#### 1.1. Oscil·lador harmònic (solució algebraica)

#### Estats coherents

#### 1.2 Moment angular

#### Moment angular orbital i intrínsec (spin)

#### 1.3 Funcions d'ona de vàries components o spinorials

### 2 Sistemes compostos

#### 2.1 Partícules distingibles

#### 2.2 Partícules idèntiques

#### 2.3 Àtom d'heli

#### 2.4 Estat singlet. Paradoxa EPR i desigualtats de Bell

### 3 Mètodes aproximats: Mètode variacional

#### 3.1 Formulació general

#### 3.2 Exemples

### 4 Mètodes aproximats: Teoria de pertorbacions independent del temps

#### 4.1 Formulació general: casos degenerat i no degenerat

#### 4.2 Estat fonamental de l'àtom d'He

#### 4.3 Àtom d'H: estructura fina. Efectes Zeeman i Paschen-Back

## Metodologia

**Classes teòriques:** En les classes magistrals introduïm els conceptes i mètodes claus que defineixen els continguts de l'assignatura, i que l'alumna haurà de completar i assimilar amb l'ajuda de la bibliografia recomanada i el material que es proporioni en el campus virtual.

**Classes de problemes:** Els problemes il·lustren l'aplicació dels conceptes apresos a problemes concrets de rellevància pedagògica o pràctica i també han de servir a l'estudiant per refermar les seves habilitats matemàtiques.

Una part dels problemes són fets a classe pel professor de problemes, de manera que els estudiants -que hauràn fet prèviament els problemes a casa- puguin saber el grau d'encert de les seves solucions i incorporar-hi les correccions pertinents; uns altres problemes han de ser resolts i lliurats per l'estudiant directament al professor. Aquests últims es faran en forma de lliurements per fer a casa o en sessions de problemes a classe en grups reduïts.

**Tutories:** A les tutories individuals (eventualment es podrà organitzar alguna en grup) es resoldran dubtes

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes Problemes	22	0,88	4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13
Classes Teòriques	30	1,2	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi continguts teòrics	53	2,12	1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 13
Resolució problemes	37	1,48	3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

## Avaluació

Totes les avaluacions seran escrites. La meitat de cada avaluació serà de Teoria i l'altra meitat de Problemes. No es podran utilitzar textos de suport, llevat d'un formulari que o bé s'adjuntarà al examen o bé es permetrà que el prepari l'alumne.

La primera avaluació (amb Teoria i Problemes) es farà després d'unes 7 setmanes i inclourà la meitat del temari aproximadament. La segona es farà unes 7 setmanes més tard i inclourà l'altra meitat.

Tant el primer com el sgon parcial seran recuperables (i amb notes millorables) al final del semestre amb una avaluació Final o de repesca.

Altrament dit, s'avaluarà amb dos "parcials" i, per a qui ho vulgui o ho necessiti, un "final" amb la o les recuperacions pertinents.

Només podrà fer la mitjana entre els dos parcials (o la seva respectiva recuperació) si la qualificació de les dues es d'almenys un 3 i en qualsevol cas cal haver-se presentat als dos parcials per poder presentar-se al de repesca.

Els lliurements i sessions de problemes contribuiran fins a un punt (o segons la carrega de treball, un punt i mig) a la nota dels exàmens parcials (**no al de repesca**).

L'alumne es considerarà presentat a avaluació si es presenta i entrega qualsevol dels parcials o l'examen final.

## Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
1er Parcial	42.5-45%	2,5	0,1	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13
2on Parcial	42.5-45%	2,5	0,1	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13
LLiurements i Sessions de problemes	10- 15%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
Recuperació	100%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13

## Bibliografia

### Bàsica

F. Mandl, "Quantum Mechanics", John Wiley 1992. Llibre de referència que tradicionalment s'ha fet servir a Física Quàntica la UAB i del que disposeu moltes còpies a la Biblioteca de Ciències. S'hi troben molts continguts del curs, tot i així trobareu una exposició més moderna (i pel meu gust més clara) al Griffiths i Ballentine.

D. J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", Pearson Prentice Hall; 2nd Ed. 2004.

### Avançada

L. Ballentine, "Quantum Mechanics: A Modern Development", World Scientific Publishing Company, 1998.

J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Addison Wesley, 1993.

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics vol.1-2, Wiley-Interscience, 2006.+