Universitat Autònoma de Barcelona

2021/2022

Física Quàntica I

Codi: 100154
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500097 Física	OB	3	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: 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: No

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Matt Hoogsteder Riera

Michail Skoteiniotis

Matteo Rosati

Prerequisits

És recomanable que l'alumnat s'inicii en la Física Quàntica complint raonablement amb uns quants requisits previs. La raó és senzilla: la física quàntica és una de les parts més difícils de la física, sigui pel seu contingut antiintuitiu i molt ampli (afecta moltes parts de la física), sigui per l'ús imprescindible que ha de fer de matemàtiques complicades i variades. Recomanem doncs els següents coneixements:

Física: coneixements de mecànica clàssica incloent-hi, a un nivell elemental, el formulisme de Hamilton; coneixements d'electromagnetisme, d'ones i d'òptica de primer curs, però sòlids.

Matemàtiques: coneixements d'algebra, incloent-hi espais vectorials (amb mètrica), operadors lineals i eqs. de valors i vectors propis; coneixements elementals de nombres complexos, i solids de integració en vàries variables i eqs. diferencials.

Generals: cal una mentalitat oberta i capacitat (entrenament) per portar al dia una assignatura plena de novetats tant a nivell formal com de fons.

Objectius

Es tracta d'introduir l'alumnat en el món de la Mecànica Quàntica que és part essencial de la física moderna. 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. Preparar l'alumne per aprofondir i ampliar coneixements a Física Quàntica II i en les assignatures optatives de Mecànica Quàntica, Mecànica Quàntica Avançada, Informació Quàntica, Òptica Quàntica i altres.

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
- 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
- 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 alguns sistemes quàntics paradigmàtics com l'experiència de Stern-Gerlach, la doble escletxa o les barreres de potencial (efecte túnel).
3. Descriure l'estructura i els nivells atòmics no pertorbats.
4. Descriure les lleis que regeixen el món quàntic: identificar els postulats de la mecànica quàntica i desenvolupar una intuïció de les seves propietats característiques.
5. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
6. Transmetre, de forma oral i escrita, conceptes físics de certa complexitat fent-los comprensibles en entorns no especialitzats.
7. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
8. Utilitzar els espais de Hilbert i els operadors hermitians i unitaris.
9. Utilitzar les equacions diferencials i les famílies ortogonals de funcions.
10. Utilitzar mètodes aproximats en models senzills que descriguin els trets i el comportament generals de sistemes físics de gran complexitat.

Continguts

Bases físiques de la M.Q. Fets experimentals i conseqüències bàsiques. Indeterminacions i principi de Heisenberg.

Formulisme bàsic de la M.Q. Estats i observables. Espais vectorial. Operadors. Notació de Dirac.

Postulats de la MQ. Mecànica matricial (Heisenberg) i mecànica ondulatòria (Schrödinger).

Aplicacions unidimensionals de mecànica ondulatòria: pous senzills, efecte túnel, oscil.lador harmònic, molècules diatòmiques.

Aplicacions tridimensionals de mecànica ondulatòria: Moment angular orbital i harmònics esfèrics, àtom d'hidrogen. Potencials centrals.

Metodologia

Segons les mesures acordades per la facultat de ciències i la coordinació del grau de física, durant el primer semestre cada grup rebrà classes
presencials en setmanes alternes i s'establiran mecanismes per a fer docència i seguiment de l'assignatura de forma remota.

Possiblement s'habiliti un grup de SLACK per facilitar la comunicació entre entre els diferents grups d'alumnes i professors.

Classes teòriques: A les classes de teoria introduïm els conceptes i mètodes claus que defineixen els continguts de l'assignatura. Abans de cada classe presencial els alumnes hauran de familiaritzar-se amb la materia que es farà disponible en forma de notes, videos o bibliografia.

Classes de problemes: Els problemes il·lustren l'aplicació dels conceptes apresos a problemes concrets de rellevància pedagògica o pràctica. 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 no presencials (Autònomes)

Estudi i preparació de les classes de Teoria.

Estudi i resolució dels Problemes plantejats prèviament.

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 (ressolució i seminaris)	22	0,88	5, 6, 8, 9, 10
Classes de teoria	28	1,12	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10
Tipus: Autònomes			
Estudi de Teoria	40	1,6	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9
Solució de problemes plantejats	51	2,04	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10

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 permetrá 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 segon 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 "repesca" 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 traball, 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
Avaluació de recuperació	100%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10
LLiurements i Sessions de problemes	10-15%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Primera avaluació	42.5-45% recuperable	3	0,12	2, 4, 5, 6, 8, 9
Segona avaluació	42.5-45% recuperable	3	0,12	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

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 copies a la Bilbioteca 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.+

Programari

Segons el règim de presencialitat es farà servir SLACK per facilitar l'interacció entre alumnes i professors i Zoom per classes virtuals.