

Fenòmens Quàntics II**2012/2013**

Codi: 103498

Crèdits ECTS: 6

Titulació	Pla	Tipus	Curs	Semestre
2501922 Graduat en Nanociència i Nanotecnologia	983 Graduat en Nanociència i Nanotecnologia	OB	3	2

Professor de contacte

Nom: Jordi Pascual Gainza

Correu electrònic: Jordi.Pascual@uab.cat

Utilització d'idiomes

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Algun grup íntegre en anglès: No

Algun grup íntegre en català: Sí

Algun grup íntegre en espanyol: No

Prerequisits

És recomanable haver aprovat l'assignatura "Fenòmens Quàntics I".

Objectius

Adquisició de coneixements bàsics de Mecànica Quàntica complementaris dels impartits en l'assignatura de Fenòmens Quàntics I, i de la seva aplicació a fenòmens específics i propietats de la matèria a la nanoescala. El curs està organitzat en cinc unitats: La primera tracta del moment magnètic dels electrons. En la segona unitat s'estudia els pous quadrats de potencial. En la tercera unitat s'estén l'estudi de pous de potencials als pous parabòlics (acció d'un camp magnètic) i els triangulars (cas del gas d'electrons bidimensionals). La quarta unitat aborda el cas específic de l'oscil·lador harmònic. Es clou l'assignatura amb una cinquena part dedicada a l'estudi de l'efecte túnel. L'assignatura ajuda a l'alumne a tenir uns coneixements sòlids de fonaments de mecànica quàntica i es donen exemples de l'interès dels coneixements adquirits en l'àmbit de la nanoescala.

Competències

- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques, identificar-ne el significat i relacionar-les amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.

- Reconèixer i analitzar problemes físics, químics i biològics en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia i plantejar respostes o treballs adequats per a la seva resolució, incloent-hi en els casos necessaris l'ús de fonts bibliogràfiques.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar situacions i problemes en l'àmbit de la física i plantejar respostes o treballs de tipus experimental utilitzant fonts bibliogràfiques.
2. Aplicar els continguts teòrics adquirits a l'explicació de fenòmens experimentals.
3. Aplicar l'equació de Schroedinger a sistemes quàntics unidimensionals com pous de potencial i/o oscil·ladors i a tridimensionals com molècules.
4. Aprendre de manera autònoma.
5. Avaluar els resultats experimentals de manera crítica i deduir-ne el significat.
6. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
7. Definir adequadament les estadístiques quàntiques de Bose-Einstein i Fermi-Dirac.
8. Descriure el moment magnètic, orbital i d'espín.
9. Emprar la tecnologia de la informació i la comunicació per a la documentació de casos i problemes.
10. Fer cerques bibliogràfiques de documentació científica.
11. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
12. Indicar les bases físiques de la mecànica quàntica i relacionar-les amb fets experimentals.
13. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
14. Proposar idees i solucions creatives.
15. Raonar de forma crítica.
16. Reconèixer la dualitat ona-partícula.
17. Reconèixer la naturalesa quàntica de la física atòmica i molecular.
18. Resoldre l'equació de Schrödinger per a problemes unidimensionals i ser capaç de calcular l'efecte túnel en diversos sistemes físics.
19. Resoldre problemes amb l'ajuda de bibliografia complementària proporcionada.
20. Resoldre problemes i prendre decisions.
21. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
22. Utilitzar correctament les eines informàtiques necessàries per a calcular, representar gràficament i interpretar les dades obtingudes, així com la seva qualitat.
23. Utilitzar l'equació de Schrödinger per resoldre problemes de forces centrals.
24. Utilitzar l'equació de Schrödinger per resoldre problemes tridimensionals amb simetria esfèrica (àtom d'hidrogen, oscil·lador harmònic).
25. Utilitzar programes de tractament de dades per elaborar informes.

Continguts

1. I. Moment magnètic. Spin.

Moment magnètic en física clàssica. Relació entre el moment magnètic orbital i el moment angular. Teorema general de precessió.

Moments magnètics permanents: Moviment orbital electrònic, spin electrònic (magnetó de Bohr), spin nuclear, acoblament spin-òrbita (Principi d'exclusió de Pauli i Regles de Hund). Moment magnètic dels àtoms lliures.

Acció d'un camp magnètic estàtic extern: efecte Zeeman. Acció d'un camp magnètic dinàmic extern; ressonància magnètica.

1. II. Pous de potencial quadrats.

Solució de l'equació de Schrödinger quan l'energia potencial no depèn del temps. Estats

d'energia en 1D.

Pou de potencial 1D: cas de parets perfectament rígides. Cas de potencial d'alçada finita. Densitat d'estats.

Pous de potencial en 2D i 3D. El model d'electrons lliures de Sommerfeld. Principi d'exclusió de Pauli, estats electrònics i densitat d'estats. Nivell de Fermi.

1. III. Pous de potencial parabòlics i triangulars.

Estats electrònics en un pou de potencial sota l'acció d'un camp magnètic estàtic. Creació d'un estat magnètic. Generació de spins. Spintrònica.

Gas d'electrons bidimensionals (2DEG). Quantificació d'estats d'energia. Efecte Hall quàntic.

1. IV. L'oscil·lador harmònic lineal.

Oscil·lador harmònic clàssic. Freqüències d'oscil·lació.

Oscil·lador harmònic quàntic: solució de l'equació de Schrödinger. Estats d'energia. Energia del punt zero.

Bosons i fermions. Partícules i quasipartícules.

1. V. Barrera de potencial: l'efecte túnel.

Transmissió i reflexió en una barrera de potencial.

Barreres túnel. Díode ressonant. Transistor a un electró.

Paradoxa de Klein en quàntica relativista

Metodologia

Classes de teoria

El professor/a explicarà el contingut del programa amb suport audiovisual. Es disposarà de material de suport per lliurar als alumnes.

Classes de problemes

Les classes de problemes serviran per consolidar i veure'n com es porten a la pràctica els coneixements adquirits en les classes de teoria. S'aniran intercalant amb les classes de teoria per reforçar-ne aspectes determinats o en acabar les unitats temàtiques. Els alumnes disposaran dels enunciats dels exercicis que hauran d'anar resolent al llarg del curs. El plantejament/resolució dels exercicis es farà a les classes de problemes sota la direcció del professor.

Sessions de pràctiques/seminaris

Les sessions pràctiques/seminaris seran interactives amb els alumnes. Els alumnes utilitzaran informació lliurada pel professor per estudiar aspectes bàsics dels fenòmens quàntics que estan hores d'ara a la frontera del coneixement.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
-------	-------	------	--------------------------

Tipus: Dirigides			
classes de problemes	12	0,48	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22
classes de teoria	28	1,12	2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 17, 18, 24
sessions de pràctiques/seminaris	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 25
Tipus: Supervisades			
Presentació oral de treballs	4	0,16	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 20, 22, 25
Tipus: Autònomes			
Estudi	68	2,72	1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 19, 21, 22, 25

Avaluació

Exàmens escrits: Suposaran el 70% de la nota. Es programaran dos exàmens parcials al llarg del curs i un examen final. Els dos exàmens parcials tenen el mateix pes (35%). Si s'han aprovat els dos exàmens parcials no caldrà presentar-se a l'examen final. En cas de no haver aprovat un o els dos parcials caldrà fer l'examen final. Caldrà obtenir un mínim de 4 punts (sobre 10) en aquesta part per poder aprovar l'assignatura.

Pràctiques/seminaris: Suposaran el 20% de la nota. Els alumnes hauran de contestar les preguntes formulades en els guions de les pràctiques. L'assistència a les sessions de pràctiques i la presentació dels informes és obligatori.

Presentació oral d'un treball: Suposarà el 10% de la nota. Cap al final del curs els alumnes realitzaran per grups un treball consistent en cercar, a les revistes de més impacte del camp de les Nanociències, un article recent sobre un tema de quàntica bàsica i exposar-ho públicament. Cada grup disposarà d'un temps de presentació i hi haurà també un torn de preguntes. La presentació oral es obligatòria.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Informes de pràctiques/seminaris	20%	10	0,4	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 25
Presentació oral d'un treball	10%	10	0,4	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 15, 21, 22
exàmens escrits (parcials i final)	70%	8	0,32	2, 3, 5, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 23, 24

Bibliografia

No hi ha un text basic de referència

"Quantum Mechanics" Leonard I. Schiff. Mc Graw-Hill. Nota: aquest és un exemple; de fet, es pot consultar qualsevol llibre de fonaments de mecànica.

"Electromagnetics", Robert S. Elliott. Mc Graw-Hill

"Electricity and Magnetism" B.I.Bleaney and B. Bleaney. Oxford University Press.

"The Physical Principles of Magnetism", Allan H. Morrish. John Wiley & Sons.

"Electronic Properties of Crystalline Solids", Richard H. Bube. Academic Press.

Revistes especialitzades en nanociència i nanotecnologia