

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

Codi	34259
Nom	Física quàntica I
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2019 - 2020

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	3	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1105 - Grau en Física	13 - Física Cuántica	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
BOTELLA OLCINA, FRANCISCO JOSE	185 - Física Teòrica

RESUM

Els orígens de la Física Quàntica, física quàntica elemental, equació de Schrödinger en una dimensió, observables quàntics: operadors i mesura, potencials unidimensionals, efecte tunel i penetració en zones clàssicament prohibides, estats lligats: el pou quadrat finit i infinit, l'oscil·lador harmònic.

- Objectius:

L'objectiu d'aquesta assignatura és familiaritzar a l'alumne amb els fenòmens quàntics i els seves propietats fonamentals i introduir les tècniques matemàtiques bàsiques per a formalitzar la descripció dels mateixos en una teoria lògicament consistent.

- Relació amb altres matèries prèvies:

És molt recomanable que l'alumne hagi cursat prèviament les assignatures de Matemàtiques, Àlgebra i Geometria, que proporciona el bagatge algebraic necessari per a la descripció formal de la Física Quàntica com espais vectorials, productes interns, matrius, determinants, operadors lineals i el seu diagonalització; Càlcul, en la qual s'estudia càlcul integral i diferencial, i s'introdueixen les equacions diferencials; Mètodes Matemàtics, en la qual es aprofundeix en la resolució de les equacions diferencials que apareixen en multitud de problemes quàntics i s'introdueixen les transformades de Fourier i el mètode de separació de variables; Física General, on s'estableixen els fonaments de la física que s'estudiarà més



profundament en aquest curs; Mecànica i Ones, en la qual es desenvolupen conceptes fonamentals per a la Física Quàntica com la formulació lagrangiana i hamiltoniana, el moviment ondulatori i la descripció de les propietats de les ones, i Termodinàmica i Física Estadística, on es discuteixen els fonaments de la Física Estadística de Boltzmann, Maxwell i Gibbs, la influència de la qual en la gènesi de la Física Quàntica va ser cabdal.

Esment especial mereix l'assignatura de Laboratori de Física Quàntica, enquadrada en la matèria del tercer curs, Laboratoris Experimentals de Física. En ella l'alumne realitza algunes de les experiències més importants que van donar lloc al desenvolupament de les idees quàntiques. Durant les tres primeres setmanes del curs de Física Quàntica I s'estudien els orígens, les bases experimentals i els conceptes fonamentals de la cridada Física Quàntica Antiga, prèvia a la formulació de Schrödinger, i es descriuen amb detall les experiències del Laboratori de Física Quàntica. És, doncs, imprescindible cursar aquesta matèria en paral·lel amb la Física Quàntica I.

- Relació amb altres matèries futures:

El curs de Física Quàntica II es basa en el coneixement adquirit en l'assignatura de Física Quàntica I. Han de, doncs, cursar-se en aquest ordre. A més, moltes són les assignatures de cambrà curs i del Màster, que es basen en els conceptes apresos en el curs de Física Quàntica.

Citarem, entre les més importants, les assignatures de Mecànica Quàntica, Física Nuclear i de Partícules, Física de l'Estat Sòlid, Teoria Quàntica de Campos i Partícules Elementals.

CONEIXEMENTS 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

Els coneixements previs necessaris per al desenvolupament de l'assignatura els desglossarem en dos grups:

- Coneixements matemàtics:

1. Espais vectorials.
2. Productes interns: espais vectorials euclidians.
3. Operadors lineals: hermítics i unitaris.
4. Matrius i determinants.
5. Diagonalització d'operadors lineals i matrius.
6. Transformades de Fourier.
7. Delta de Dirac.
8. Solució d'equacions diferencials lineals amb coeficients constants.
9. Solució d'equacions diferencials mitjança



COMPETÈNCIES

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.
- Desenvolupament d'habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un elevat grau d'autonomia.
- 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.
- 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.
- Destreses generals i específiques de llengües estrangeres: millorar el domini de l'anglès científicotècnic mitjançant la lectura i l'accés a la bibliografia fonamental de la matèria.
- 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.
- Cultura General en Física: Haberse familiarizado con las áreas más importantes de la mecánica en relación con la Física en general, y con enfoques que abarcan y relacionan diferentes áreas de la Física.
- Comprensión teórica de fenómenos físicos: tener una buena comprensión de la Física Cuántica (estructura lógica y apoyo experimental, fenómenos físicos descritos).

RESULTATS DE L'APRENTATGE

- Conèixer i comprendre els límits de la Física Clàssica i les bases experimentals de la Física Quàntica.
- Entendre els conceptes fonamentals en la descripció dels fenòmens quàntics: la quantificació de l'energia, la dualitat ona-corpúscle, les regles de quantificació, la mesura d'observables quàntics i les relacions d'incertesa.



- Maneig de les unitats típiques de l'escala atòmica (eV, Angstroms, ... etc).
- Adquirir el concepte de funció d'ona i la seua interpretació probabilística.
- Conèixer com calcular els valors possibles de la mesura d'un observable quàntic i també les probabilitats relatives dels diferents resultats i el seu valor mitjà.
- Saber descriure els sistemes quàntics mitjançant el plantejament correcte de l'equació de Schrödinger corresponent.
- Ser capaç de resoldre l'equació de Schrödinger per a problemes unidimensionals. Específicament, saber calcular els coeficients de transmissió i reflexió en problemes de dispersió, i la funció d'ona i els nivells energètics en els problemes d'estats lligats.
- Determinar l'evolució temporal d'un sistema a partir de les seves solucions estacionàries.

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció

Domini de la Física Quàntica. Límits d'aplicabilitat de la Física Clàssica: la constant de Planck. Les constants fonamentals de la naturalesa. Unitats naturals

2. Quanta d'energia: el postulat de Planck

Radiació del cos negre. Postulat de Planck: quanta d'energia. Calor específica dels sòlids: models d'Einstein i Debye.

3. Dualitat ona-corpúscle: fotons

L'efecte fotoelèctric. Emissió de Raigs X. Efecte Compton. Producció i anihilació de parells. Dualitat ona-corpúscle: Principi d'indeterminació.

4. Models atòmics: la vella teoria quàntica

Espectres atòmics. L'àtom de Rutherford. El model atòmic de Bohr. Principi de Correspondència. Experiència de Franck-Hertz. Regles de quantització generalitzades.

5. Dualitat ona-corpúscle per a la matèria

Dualitat ona-corpúscle de la matèria: Postulat de De Broglie. Experiment de Davisson-Germer. Paquets d'ona.



6. Mecànica quàntica

Introducció. La mecànica quàntica de Heisenberg i de Schrödinger. Equació de Schrödinger. Interpretació de Born de la funció d'ona. Equació de continuïtat: conservació de la probabilitat. Estats estacionaris. Superposició d'estats estacionaris.

7. Distribucions de probabilitat

Valor mitjà o valor esperat. Magnituds dinàmiques en Física Quàntica. El límit clàssic: Teoremes d'Ehrenfest. Operadors hermítics. Observables i probabilitats generalitzades.

8. Valors esperats i incerteses

Introducció. La incertesa quàntica. Relacions d'incertesa generalitzades. Relació d'incertesa energia-temps. Amplada natural dels nivells energètics.

9. Problemes unidimensionals

Moviment clàssic en una dimensió. Propietats de les funcions pròpies del hamiltonià. Solucions per a un potencial constant. Graó de potencial. Evolució temporal.

10. Dispersió per barreres i pous

Penetració de barreres: Efecte Túnel. Emissió de partícules alfa per nuclis. Fusió termonuclear. Corrent d'electrons en metalls: fórmula de Fowler-Nordheim. El microscopi d'efecte túnel. Transmissió per barreres. Transmissió per pous: Efecte Ramsauer-Townsend.

11. Estats lligats

Potencial delta de Dirac. Pou quadrat: energies discretes (estats lligats). Pou quadrat infinit. Paritat. Pols de l'amplitud de transmissió. Ressonàncies de transmissió.

12. L'oscil·lador harmònic

Estats estacionaris. Polinomis d'Hermite i valors permesos de l'energia. Mecànica matricial: operadors creació-destrucció. Probabilitat clàssica i quàntica. Teorema del Virial. Energia de vibració de molècules diatòmiques. Funcions d'ona en Mecànica matricial.



13. Formalisme

Espai de Hilbert. Notació de Dirac. Canvi de base d'estats i observables. Espectre discret i continu. Base de moment. Postulats de la mecànica quàntica.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	45,00	100
Tutories reglades	15,00	100
Estudi i treball autònom	31,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	59,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

Docència presencial 40%:

Classes teòric pràctiques: S'aborden els aspectes conceptuals i formals de la matèria i la resolució de problemes o casos com aplicació dels conceptes teòrics. Es basen principalment en la lliçó magistral dialogada i l'ús d'eines docents com demostracions experimentals, animacions o videos, representació gràfica de solucions, projecció de presentacions, etc.).

Sessions de tutories grupals o de treball en grups reduïts: centrades en el treball de l'estudiant: resolució de dubtes sorgits a l'enfrontar-se als conceptes teòrics i a la resolució de problemes, reforços d'aspectes en els quals es troben majors dificultats, questionari de caràcter conceptual, demostracions experimentals pertinents als casos estudiats i, associat a una component d'avaluació contínua, verificació del progrés dels estudiants en la matèria.

Treball personal de l'estudiant 60%:

- Estudi dels fonaments teòrics.
- Resolució de problemes (individualment o en grup)
- Tutories individuals consultes puntuals de l'estudiant al docent sobre dubtes i dificultats oposades en l'estudi i en la resolució de problemes, o discussió sobre temes d'interès, bibliografia, etc.

AVALUACIÓ

Els sistemes d'avaluació són els següents:



1) Exàmens escrits: una part avaluarà la comprensió dels aspectes teòric-conceptuals i el formalisme de l'assignatura, tant mitjançant preguntes teòriques com a través de qüestions conceptuals i numèriques o casos particulars senzills. Altra part valorarà la capacitat d'aplicació del formalisme, mitjançant la resolució de problemes, així com la capacitat crítica respecte als resultats obtinguts. En ambdues parts es valoraran una correcta argumentació i una adequada justificació.

2) Avaluació contínua: valoració de treballs i problemes presentats pels estudiants, qüestions proposades i discutides en l'aula, presentació oral de problemes resolts o qualsevol altre mètode que supose una interacció entre docents i estudiants.

OBSERVACIONS:

La qualificació final serà: 1) la mitjana ponderada de la nota de l'examen (75%) i l'avaluació contínua (25%), si la mitjana és major que la nota de l'examen i la nota de l'examen és major que 4 (sobre 10), 2) la nota del examen en cas contrari.

Sempre que es complisquen els criteris de compensació que s'establisquen per la CAT a aquest efecte, la nota d'aquesta assignatura es podrà promediar amb la Física Quàntica II a fi de superar-la.

REFERÈNCIES

Bàsiques

- D. J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Ed. Pearson- Prentice-Hall.
- R. Shankar, Principles of Quantum Mechanics, Springer
- S. Gasiorowicz, Quantum Physics, Ed. John Wiley & Sons Inc

Complementàries

- R. P. Feynman, The Feynman Lectures on Physics III, Ed. Addison-Wesley.
- R. Eisberg y R. Resnick, Física Cuántica (átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas), Ed. Limusa.

ADDENDA COVID-19

Aquesta addenda només s'activarà si la situació sanitària ho requereix i previ acord del Consell de Govern