

Guia docent

230851 - QM - Matèria Quàntica

Última modificació: 19/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN FÍSICA PER A L'ENGINYERIA (Pla 2018). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2024

Crèdits ECTS: 5.0

Idiomes: Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: FERNANDO PABLO MAZZANTI CASTRILLEJO

Altres: Primer quadrimestre:
JORDI BORONAT MEDICO - 10
FERNANDO PABLO MAZZANTI CASTRILLEJO - 10

CAPACITATS PRÈVIES

Cal que l'estudiant coengui els fonaments de la mecànica quàntica i la seva base matemàtica. La/lumne ha de poguer fer servir la notació de Dirac, entendre què és un Hamiltonià, i saber resoldre problemes bàsics. Cal entendre què és una funció d'ona. Cal saber que són els estats estacionaris de l'Hamiltonià, així com saber construir l'evolució temporal d'un sistema quàntic donats aquests. Cal conèixer els aspectes bàsics de la teoria del moment angular a la mecànica quàntica.

REQUISITS

Física Quàntica.
Mecànica Quàntica.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Bàsiques:

CB6. Tenir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació de idees, sovint en un context de recerca.

CB7. Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.

CB8. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judici.

CB10. Que els estudiants posseeixen les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

MD1 - Classes magistrals: A les classes magistrals s'exposen els continguts de la assignatura de forma oral per part d'un professor o professora sense la participació activa del alumnat.

MD2 - Classes expositives: a les classes expositives un o més estudiants presenten de forma oral un tema o treball, preparat previament, davant la resta de companys del grup.

MD4 - Treball en grup: Activitat d'aprenentatge que s'ha de fer mitjançant la col·laboració entre els membres d'un grup.

MD5 - Treball escrit. Activitat consistent en la presentació d'un treball escrit.

MD6 - Resolució de problemes: en l'activitat de resolució de problemes, el professorat presenta un exercici / problema que l'alumnat ha de resoldre, ja sigui treballant individualment, o en equip.

MD8 - Cerca d'informació: La recerca d'informació, organitzada com a cerca d'informació de manera activa per part de l'alumnat, permet l'adquisició d'informació de forma directa, però també l'adquisició d'habilitats i actituds relacionades amb la obtenció d'informació.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Al final del curs l'estudiant haurà de:

- 1) Entendre i saber resoldre problemes de teoria de perturbacions de la mecànica quàntica. Això inclou perturbacions independents del temps en el cas no-dehgenerat i degenerat, així com la teoria de perturbacions depenent del temps.
- 2) Entendre i saber fer servir el mètode variacional de la mecànica quàntica.
- 3) Entendre els fonaments de la teoria de colisions de la mecànica quàntica. Ser capaç de resoldre problemes elementals relacionats amb els fenòmens de colisions.
- 4) Entendre la formulació dels problemes de la mecànica quàntica de molts cossos en primera i sgona quantització, així com la seva aplicació a sistemes senzills.
- 5) Entendre la descripció de les propietats magnètiques de la matèria quàntica i la seva formulació microscòpica bàsica.
- 6) Coneixer els models elementals dels sistemes quàntics de moltes partícules dins d'una xarxa.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	48,0	37.21
Hores aprenentatge autònom	81,0	62.79

Dedicació total: 129 h

CONTINGUTS

1. Introducció

Descripció:

- 1.1 Discussió sobre quins problemes es poden solucionar exactament a la mecànica quàntica, i quins no.
- 1.2 Rellevància de les solucions aproximades a la mecànica quàntica mitjançant teoria de perturbacions i mètodes variacionals.
- 1.3 Rellevància de la teoria de col·lisions a mecànica quàntica, i la seva relació amb els experiments.
- 1.4 Discussió sobre la mecànica quàntica de molts cossos com a mitjà per entendre la física de diversos entitats que interactuen.
- 1.5 Introducció a la física dels sistemes magnètics i el seu comportament a nivell quàntic.
- 1.6 Discussió sobre la física de sistemes de molts cossos en xarxes òptiques,

Objectius específics:

Aprendre teoria de perturbacions independent i dependent del temps.
Aprendre els mètodes variacionals a la mecànica quàntica.
Entendre el concepte de secció eficaç així com el seu càlcul en problemes senzills. Entendre què és i què conté la matriu T de les col·lisions a la mecànica quàntica.
Aprendre el formalisme de la segona quantització.
Conèixer les teories de camp mig dels sistemes quàntics de molts cossos, així com altres models importants com ara el model de Bogoliubov o el de Bose-Hubbard.
Entendre la descripció dels sistemes quàntics magnètics.

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h

2. Teoria de Perturbacions i Mètodes Variacionals

Descripció:

- 2.1 Teoria de perturbacions independents del temps: cas no degenerat.
- 2.2 Teoria de perturbacions independent del temps: cas degenerat.
- 2.3 Teoria de perturbacions dependent del temps. Regla d'or de Fermi.
- 2.4 Mètodes variacionals.

Objectius específics:

Els mateixos de l'apartat anterior

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 13h

Aprenentatge autònom: 22h

3. Teoria de col·lisions a la mecànica quàntica.

Descripció:

- 3.1 Formulació del problema. Secció eficaç i secció eficaç diferencial. Equació de Lippman-Schwinger.
- 3.2 Matriu T i aproximació de Born.
- 3.3 Expansió en ones parcials i condicions de contorn.
- 3.4 Col·lisions de baixa energia: longitud de dispersió i rang efectiu.

Objectius específics:

Els mateixos de l'apartat anterior

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 15h

4. El problema de molts cossos a la mecànica quàntica.

Descripció:

- 4.1 Descripció del problema.
- 4.2 Indistingibilitat de les partícules. Estadístiques de Bose i de Fermi. Simetries de la funció d'ona i simetries dels operadors.
- 4.3 Segona quantització. Operadors de creació i destrucció. Operadors i observables en segona quantització.
- 4.4 Aproximació de Hartree-Fock. Equació de Gross-Pitaevskii i aproximació de Bogoliubov.

Objectius específics:

Els mateixos de l'apartat anterior

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 38h

Grup gran/Teoria: 14h

Aprenentatge autònom: 24h

5. Sistemes Magnètics.

Descripció:

- 5.1 Sistemes ideals polaritzats i no polaritzats.
- 5.2 Estats ferromagnètics de la matèria. Excitacions individuals i excitacions partícula-forat. Mgnons.
- 5.3 Superconductivitat i parelles de Cooper. Introducció a la teoria BCS.

Objectius específics:

Els mateixos de l'apartat anterior

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 16h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 10h

6. Física de sistemes en xarxes.

Descripció:

- 6.1 Descripció de sistemes quàntics en xarxes discretes.
- 6.2 L'Hamiltoniana del sistema de moltes partícules dins d'una xarxa.
- 6.3 Models de Fermi i de Bose Hubbard.

Objectius específics:

Els mateixos de l'apartat anterior

Activitats vinculades:

Complementar les explicacions teòriques amb la bibliografia recomanada.
Fer els problemes plantejats a classe. Entregar alguns d'ells com a indicadors d'avaluació continua.
Elaborar un treball final ampliant coneixements d'algun dels punts tractats a classe.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

En funció del nombre d'alumnes, es realitzarà un exàmen escrit o es demanarà que els alumnes preparin i presentin oralment davant la resta de companys un treball escrit que hauran d'entregar. Això formarà el 60% de la nota, mentre que el 40% restant s'obtindrà entregant exercicis i/o problemes. No es fan actes de reevaluació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Es decidiran al llarg del curs.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Sakurai, J.J.; Napolitano, J. Modern quantum mechanics. 2nd ed., international ed. Essex (England): Pearson, 2014. ISBN 9781292024103.
- Cohen-Tannoudji, C.; Diu, B.; Laloë, F. Quantum mechanics. 2nd ed. Weinheim, Germany: Wiley-VCH, 2020. ISBN 9783527345533.
- Fetter, A.L.; Walecka, J.D. Quantum theory of many-particle systems [en línia]. Mineola: Dover, 2003 [Consulta: 25/10/2018]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1894791>. ISBN 9780486134758.
- Lipparini, E. Modern many-particle physics: atomic gases, quantum dots and quantum fluids. 2nd ed. Singapore: World Scientific, 2008. ISBN 9789812709325.
- Mahan, G.D. Many-particle physics. 3rd ed. New York: Kluwer Academic : Plenum Publishers, 2000. ISBN 9781441933393.

RECURSOS

Altres recursos:

Cap.