Kvantstrukturer: fotonik och transport

Programkurs

6 hp

Quantum Structures: Photonics and Transport

TFYA91

Gäller från: 2020 VT

Fastställd av
Programnämnden för elektroteknik,
fysik och matematik, EF

Fastställandedatum
2019-09-23

Huvudområde
Teknisk fysik, Fysik

Utbildningsnivå
Avancerad nivå

Fördjupningsnivå
A1X

Kursen ges för
- Masterprogram i fysik och nanovetenskap
- Masterprogram i Materials Science and Nanotechnology
- Civilingenjör i teknisk fysik och elektroteknik - internationell
- Civilingenjör i teknisk fysik och elektroteknik

Särskild information
Kursen är inställd 2020.
Kursen ersätts delvis med TFYM03 fr.o.m. 2021.

Förkunskapskrav
OBS! Tillträdeskrav för icke programstudenter omfattar vanligen också tillträdeskrav för programmet och ev. tröskelkrav för progression inom programmet, eller motsvarande.

Rekommenderade förkunskaper
Materiefysik (del 1), Kvantmekanik

Lärandemål

Kursens syfte är att ge en djupare förståelse av halvledaregenskaper som kristallstruktur, bandstruktur, dopning, absorption, transport och hur dessa påverkas av den reducerade dimensionen hos kvantstrukturer. Studenterna förväntas uppnå en god förståelse för dessa egenskaper, principerna för kvantkomponenter samt vara väl förberedda för vidare studier inom området.

Efter kursen ska den studerande kunna:

• beskriva och förklara effekterna av reducerad dimensionalitet på optiska, elektroniska och transportrelaterade egenskaper i kvantstrukturer

• beskriva de grundläggande principerna för kvantkomponenter

• välja och använda lämpliga metoder för att beräkna (analytiskt och/eller datorbaserat) relevanta parametrar såsom laddningsbärarkoncentration, Fermi-nivå, dopning etc., i kvantstrukturer

• använda optisk karakteriseringsteknik vid kryo-temperaturer, utföra analys av erhållna mätdata samt skriva en laborationsrapport på engelska

Kursinnehåll

Kursen syftar till att förmedla en grundläggande förståelse för fundamentala egenskaper och karakteristika hos kvantstrukturer, samt hur dessa egenskaper kan utnyttjas för tillämpningar inom fotonik, elektronik samt framtida kvanttekniker. I kursen ges också en beskrivning av de viktigaste metoderna för att framställa, karaktärisera och modellera epitaxiella kvantstrukturer. Kursen syftar till att ge en förståelse för effekten av att reducera dimensionaliteten hos halvledarstrukturer; från 3-dimensionell bulk, via 2- och 1-dimensionella kvantbrunnar och kvanttrådar, till 0-dimensionella kvantprickar.

• Metoder för tillverkning av epitaxiella kvantstrukturer och heterostrukturer

• Defekter i halvledare, effektiv mass-modellen

• Modeller för energiband och kvantiserade nivåer i defekter, kvantbrunnar, kvanttrådar och kvantprickar

• Inre spänningar och elektriska fält i heterostrukturer

• Fördelningsfunktioner för elektroner och hål, tillståndstäthet, dopning

• Transportegenskaper och spridningsprocesser i lågdimensionella system, inklusive resonant tunneling och kvantiserad konduktans och den kvantiserade Hall-effekten

• Optiska egenskaper, absorption, lågdimensionella excitoner

• Rekombinationsprocesser, Purcell-effekten och kvantelektrodynamik

• Koncept för kontroll och mätning av enstaka elektroner och fotoner

• Tillämpningar och potentiella tillämpningar av kvantstrukturer

Laborationer:

• Polarisationsupplösta, lågtemperatur-, och högfrekventa mätningar av optiska processer i lågdimensionella kvantstrukturer genom optisk Hall-effekt spektroskopi

• Analys av mätdata med hjälp av numeriska metoder

Undervisnings- och arbetsformer

Undervisningen bedrivs i form av föreläsningar, lektioner och laborationer. Lektionerna avser huvudsakligen problemlösning, men även i viss utsträckning demonstrationer av forskningsfaciliteter.
Laborationerna behandlar moderna metoder för karakterisering och modellering av kvantstrukturer.

Examination

LAB1	Laborationskurs	2 hp	U, G
TEN1	En skriftlig tentamen	4 hp	U, 3, 4, 5

Betygsskala

Fyrgradig skala, LiU, U, 3, 4, 5

Övrig information

Om undervisnings- och examinationsspråk

Undervisningsspråk visas på respektive kurstillfälle på fliken "Översikt". Examinationsspråk relaterar till undervisningsspråk enligt nedan:

- Om undervisningsspråk är Svenska ges kursen i sin helhet eller till stora delar på svenska. Observera att även om undervisningsspråk är svenska kan delar av kursen ges på engelska. Examinationsspråk är svenska.
- Om undervisningsspråk är Svenska/Engelska kan kursen i sin helhet ges på engelska vid behov. Examinationsspråk är svenska eller engelska.
- Om undervisningsspråk är Engelska ges kursen i sin helhet på engelska. Examinationsspråk är engelska.

Övrigt

Kursen bedrivs på ett sådant sätt att både mäns och kvinnors erfarenhet och kunskaper synliggörs och utvecklas.

Planering och genomförande av kurs skall utgå från kursplanens formuleringar. Den kursvärdering som ingår i kursen skall därför genomföras med kursplanen som utgångspunkt.

Institution

Institutionen för fysik, kemi och biologi

Studierektor eller motsvarande

Magnus Boman

Examinator

Vanya Darakchieva

Kurshemsida och andra länkar

http://www.ifm.liu.se/undergrad/fysikgtu/coursepage.html?selection=all&sort=kk

Undervisningstid

Preliminär schemalagd tid: 54 h
Rekommenderad självstudietid: 106 h

Kurslitteratur

Böcker

Davies, John H, Davies, John H, (2009) *The physics of low-dimensional semiconductors : an introduction*
ISBN: 9780521481489, 9780521484916

Artiklar

H. L. Stormer, The quantized Hall effect *Science* 220/1983/1241

Övrigt

Utdelat material, forskningsartiklar