



Kursplan

Fakulteten för teknik

Institutionen för fysik och elektroteknik

4FY535 Experimentell fysik och teknik av nanostrukturer, 7,5
högskolepoäng

Experimental physics and technology of nanostructures, 7.5 credits

Huvudområde

Fysik

Ämnesgrupp

Fysik

Nivå

Avancerad nivå

Fördjupning

A1F

Fastställande

Fastställd av Fakulteten för teknik 2016-10-10

Kursplanen gäller från och med höstterminen 2017

Förkunskaper

Matematik 45 hp eller motsvarande; Fysik 90 hp, inklusive en 7.5 hp kurs i kvantmekanik, en 7.5 hp kurs i termodynamik & statistisk fysik och en 7.5 hp introduktion kurs i fasta tillståndets fysik eller motsvarande

Mål

Efter kursens slut ska studenterna kunna:

- redogöra för några olika typer av kondenserade materiens nanostrukturer som för närvarande tillverkas i forskningslaboratorier över hela världen
- redogöra för fysikaliska egenskaper hos 2D (kvantbrunnar), 0D (kvantprickar) och 1D (kvant, trådar) nanostrukturer
- förklara tillverkningsmetoder för nanostrukturer (i) top-down-strategi - optisk och elektronstrålelitografi och kemisk etsning (ii) bottom-up-strategi genom självmonterande (självorganiserade) tillväxt
- förklara experimentella verktyg som används för realisering av (i) och (ii) med fokus på molecular beam epitaxy tillväxt
- förklara experimentella verktyg som används för karakterisering av nanostrukturer - SEM, TEM, micro PL, katodluminiscens
- förklara fysiska modeller som beskriver bildandet av självmonterande 0D och 1D nanostrukturer

Innehåll

Typer av nanostrukturer som har tillverkats och undersökts under de senaste två decennierna inom halvledarfysik, särskilt

- (1) 2-dimensionella strukturer - kvantbrunnar och supergitter
- (2) 0-dimensionella strukturer - kvantprickar
- (3) 1-dimensionella strukturer - nanotrådar

Grundläggande fysikaliska egenskaperna hos nanostrukturer (1) - (3) via en enkel modellbeskrivning i effektiv massa approximationen.

De mest populära bildningsmetoder för nanostrukturer

- (1) Top-down-strategi - optiska, elektronstråle, AFM, nanoimprintlitografi
- (2) Bottom-up-strategi - MBE, CBE, MOVPE, ALD

De viktigaste nanostrukturer med tanke på forskning och potentiella tillämpningar

(1) Kvantprickar

- Stranski-Krastanow QDs, Dropp epitaxi QDs, Kvantum ringar, Colloidal kvantprickar
- Teoretiska beskrivning av uppkomstmekanismer

(2) Nanotrådar

- VLS och VSS tillväxtmekanismer
- Självkatalyserade NWS
- Kolloidala nanotrådar
- Nanotrådars heterostrukturer
- Teoretiska beskrivning av uppkomstmekanismer

Experimentella verktyg som används för undersökningar av nanostrukturer

- Svepelektronmikroskopi
- Transmissionelektronmikroskopi & grunderna för elektron diffraktion
- Sveptunnelmikroskopi
- Mikro fotoluminiscens och mikroRamanSpridning
- Röntgendiffraktion

Tillämpningar av kvantprickar

- Kvantpicklasrar
- Enkelfotonsändare
- Läkemedelsbärande vektor

Tillämpningar av nanotrådar

- Enkelelektrontransistorer
- Nanosensorer
- Solceller
- Enkelnanotråds lasrar
- Minnesstrukturer

Utvalda aktuella forskningsresultat om nanotrådar och kvantprickar

(1) Nanotrådar

- Polytypism
- Heterostrukturer för axiella och radiella nanotrådar
- Grenade nanotrådar
- Nanotrådars fraktala struktur
- Nanotrådar kvantprickar

(2) Kvantprickar

- en-elektron kvantprickar
- Kvantprickar med enkelmagnetiskatom
- Kvantprickar i mikrokaviteter

Undervisningsformer

Undervisningen består av föreläsningar och labbar.

Examination

Kursen bedöms med betygen A, B, C, D, E, Fx eller F.

Betyget A utgör det högsta betygssteget, resterande betyg följer i fallande ordning där betyget E utgör det lägsta betygssteget för att vara godkänd. Betyget F innebär att studentens prestationer bedömts som underkända.

Bedömning av de studerandes prestationer sker genom labbrapporter.

Kursvärdering

Under kursens genomförande eller i nära anslutning till kursen genomförs en kursvärdering. Resultat och analys av kursvärderingen ska återkopplas till de studenter som genomfört kursen och de studenter som deltar vid nästa kurstillfälle.

Kursvärderingen genomförs anonymt. Den sammanställda rapporten arkiveras vid fakulteten.

Övrigt

Betygskriterier för A-F-skalan kommuniceras till studenten via särskilt dokument. Studenten informeras om kursens betygskriterier senast i samband med kursstart.

Kurslitteratur och övriga läromedel

Referenslitteratur

Kapitel kommer att väljas ur böckerna nedan:

Alexander Tartakovskii Quantum Dots: Optics, Electron Transport and Future Applications Cambridge University Press 2012. 378 sidor

Helmut. Sitter, Marian A. Herman, Molecular beam Epitaxy Fundamentals and current status Springer, 1996. 453 sidor

Marian A. Herman, W. Richter, Helmut Sitter - Epitaxy: Physical Principles and Technical Implementation, Springer 2004. 525 sidor

M. Henini (Ed), Molecular Beam Epitaxy: From research to mass production, Elsevier 2013. 744 sidor

Vetenskapliga rapporter