

Profilutredning Fotonik

I denna utredning som gjorts på uppdrag av programledningen för Fysik ges en sammanfattning av den nuvarande statusen på kurser som ingår i profilen Fotonik samt förslag på förändringar som skulle kunna implementeras för att stärka profilen, öka intresset för profilen från studenter samt stärka studenternas koppling till både näringsliv och forskning.

1. Nulägesanalys

I dagsläget består profilen fotonik av två spår.

- Kvantteknik
- Fotonik med energitillämpningar

1. 2 Nuvarande beskrivning av profilen

Kvantteknik spelar en allt större roll inom modern teknik. Inom mikroelektroniken, där strävan att göra komponenter ständigt mindre, blir kvantmekaniska effekter dominerande. Kvantmekanikens betydelse har stärkts på grund av utvecklingen inom nanoteknologin, som har gjort det möjligt att manipulera naturen med atomär precision. Nya artificiella material sätts samman genom att sammanföra atomer en efter en. För utvecklingen av lasrar spelar kvanttekniken stor roll. Sid 8 (21)
Lasrar används inom ett stort antal områden inom forskning och utveckling. Vid Institutionen för fysik utvecklas bl.a. olika typer av laserbaserade spektroskopiska tekniker för känslig och beröringsfri detektion av atomer och molekyler för olika tillämpningar, t.ex. kemisk analys och miljömässiga mätningar. Laserljus används även för att manipulera små objekt, alltifrån atomer till mikrometerstora levande biologiska objekt. Fria atomer fångas och kyls till temperaturer lägre än en miljondels grad från den absoluta nollpunkten, vilket möjliggör avancerade studier av grundläggande fysik. Större objekt, som t.ex. levande celler eller bakterier, kan beröringsfritt hanteras i s.k. optiska pincetter, vilket ger möjlighet till studier av interaktioner mellan enstaka celler och bakterier. Möjligheter som har öppnat sig är att mäta små bindningskrafter mellan enskilda bakterier och olika typer av vävnadsytor. Profilen Fotonik rör fysik och teknik som relaterar till fotoner. Både kurser av mer teoretisk och mer praktisk karaktär är valbara inom profilen.

Nuvarande kurser:

Kvantteknik

5FY046	Kvantelektronik	7,5 hp
5FY052	Kvantinformation	7,5 hp
5FY050	Kvantfältteori 1	7,5 hp
5FY051	Kvantfältteori 2	7,5 hp
5FY054	Kvantmekanik 2	7,5 hp
5FY056	Kvanttransportteori	7,5 hp
5FY109	Nanomaskiner	7,5 hp
5FY062	Nanoteknik	7,5 hp
5KE032	NMR-spektroskopi	7,5 hp

Notera att Kvantfältteorikurserna kräver antingen Elektrodynamik 2 eller Allmän relativitetsteori som förkunskap.

Fotonik: Fotonik med energitillämpningar Atom- och molekylfysik 7,5 hp

5FY006		
5FY009	Avancerade material	7,5 hp
5FY010	Beröringsfria mätmetoder	7,5 hp
5FY057	Laserfysik	7,5 hp
5FYxxx	Molekylspektroskopi med tillämpningar	7,5 hp
5FY065	Optisk konstruktion	7,5 hp
5FY075	Solceller D	7,5 hp
5FY093	Växelverkan mellan ljus och materia	7,5 hp

2. FOTONIK-profilen

2.1 Vidare nulägesanalys

Profilen fotonik består i dag av två huvudspår. Det ena spåret utgörs av framförallt kurser med fördjupning inom kvantmekanik (kvantteknik) medan det andra spåret utgörs av kurser med inriktning mot spektroskopi/optik/fördjupning inom fasta tillståndets fysik (fotonik med energitillämpningar). Spåret med inriktning mot kvantmekanik är mycket teoretiskt inriktat med ett litet antal experimentella laborationer medan det andra spåret är i hög grad experimentellt orienterat med ett flertal laborationer och projektfördjupningar som obligatoriska moment.

2.2 Begreppet fotonik

Det är inte helt enkelt att definiera begreppet fotonik men det vanligaste sättet är att Fotonik är en i första hand tillämpad vetenskap som syftar till att skapa, styra och registrera fotoner. Tillämpningar som utnyttjar fotoner för att mäta, överföra energi eller information brukar också härröras dit.

Jag har valt att markera kurserna i det aktuella utbudet med noll, en, två eller tre stjärnor där antalet stjärnor visar hur mycket kursen relaterar till fotonik enligt den ”definition” som finns beskriven ovan. Jag har då ändå valt att vidga den normalt sett vedertagna beskrivningen vad gäller tillämpad vetenskap eftersom det annars skulle vara svårt att inordna de teoretiska kurserna. Många av dessa teoretiska kurser har en inriktning mot att förstå interaktionen mellan fotoner och elektroner eller interaktionen mellan fotoner alternativt olika processer och teorier för fotoner/kvantpartiklar. Det är i nuläget väldigt liten koppling mellan de teoretiska kurserna och de experimentella kurserna.

Utifrån den ovanstående ”graderingen av relevans till fotonik” skulle jag vilja föreslå att mer tydliggöra profilen fotonik. Det kommer att innebära att vissa kurser endera fasas ut alternativt frikopplas från fotonikprofilen. Det finns fortfarande ett intresse

för att ge vissa av dessa kurser med det bör inte ske med förespegligen att de är starkt kopplade till fotonikprofilen.

Mitt förslag är sålunda att följande tolv kurser bör ingå i en fotonikprofil. De flesta av dessa är existerande kurser men ett fåtal är kurser som jag anser på sikt borde utvecklas eller modifieras:

- Beröringsfria mätmetoder
- Atom och molekylfysik
- Avancerade Material
- Optisk konstruktion
- Molekylspektroskopi med tillämpningar
- Solceller
- Laserfysik
- Ny kurs i mikro/nanolitografiska metoder/printingtekniker (Piotr Matyba/Christian Larsen/Andreas Sandström/David Barbero)
- Moderna lasrar och lasersystem (Alexandra/Magnus A)
- Laserbaserade spektroskopiska tekniker
- Nanoteknologi (mer teoretisk)
- Karaktärisering av nanomaterial och dess tillämpningar

Kommentarer till ovanstående:

Mönstring och litografi är mycket viktiga moment inom fotonik såväl som nanoteknologi och en utveckling av en kurs inom detta område skulle gagna profilen mycket. Den skulle hjälpa till att länka samman teorier och processer i kurserna med inriktning mot **Avancerade material, Nanoteknologi** och **Solceller**. Lämpliga personer som skulle kunna jobba fram en sådan kurs är Christian Larsen, Andreas Sandström och David Barbero. En nyckelperson skulle också kunna vara Piotr Matyba om han skulle återvända från sin post-doc till Umeå. En kurs i litografi/mönstring skulle också kunna bidra till att kurserna i nanoteknologi och nanomaskiner skulle kunna fokusera mer på vissa av de andra ingående momenten i de kurserna. Detta skulle gagna dessa kurser, då kritik mot dessa anger att de är för generella och täcker för många moment. Grundtanken med dessa kurser är god men i nuläget är det ett närmast totalt överlapp i de "förväntade studieresultat" som anges för de båda kurserna. Jag föreslår att nanoteknologikursen bör vara mer fokuserad på de teoretiska aspekterna på vad som sker med materialens egenskaper när de närmar sig nanostorlek (i stil med de fyra första punkterna under "förväntade studieresultat"). Kursen Nanomaskiner borde byta namn till något i stil med karaktärisering av nanomaterial och dess tillämpningar. Denna kurs bör innefatta mer experimentella tekniker såsom atomkraftmikroskopi, sveptunnelmikroskopi, svepelektronmikroskopi, transmissionselektronmikroskopi samt även några nyckeltillämpningar inom exempelvis elektronområdet eller energitillämpningsområdet. Vissa av elektron/atomkraft mikroskopteknikerna bör

kunna tillhandahållas som laborationer, i nuläget lämpligtvis AFM (vilket görs i nuvarande kursen Nanomaskiner). Det är också mycket viktigt att dessa kurser stramas upp vad gäller examinationen. I nuläget verkar "quiz-liknande" tentamina användas där genomströmningen ter sig alltför hög.

I gränslandet till de ovan angivna kurserna bör man kunna tänka sig ytterligare ett antal teoretiska kurser, exempelvis **Kvantelektronik** och **Växelverkan mellan ljus och Materia** som båda åtminstone i beskrivningarna knyter an på ett mycket bra sätt mot de övriga kurserna i fotonikprofilen. Det skulle emellertid vara önskvärt att dessa kurser fick en ordentlig genomgång och kunde kompletteras med en eller ett par laborationer (helt experimentella eller simuleringar) som kopplar mot de experimentella kurserna. En kursutveckling av kursen Kvantelektronik skulle exempelvis kunna utföras av Jörgen Ramner.

Kurserna **Kvantmekanik 2 D**, **Kvantinformation**, respektive **Kvanttransportteori** bör fasas ut på relativt kort sikt för att möjliggöra utrymme för kursutveckling. Kurserna i **Kvantfältteori** är mycket populära men bör frikopplas från fotonikprofilen. Mitt förslag är att dessa kurser som riktar sig till mycket teoretiskt intresserade studenter fortfarande bör synas tydligt i kursutbud men under en sampling av "allmänna kurser i fysik".

3. Förslag till ny utformning av profilen fotonik

3.2 Beskrivning av profilen

Fotonik är vetenskap som syftar till att förstå och utnyttja fotoner till att mäta, lagra/skapa energi, skapa ljus, överföra energi, eller överföra information. Profilen passar dig som vill ha en gedigen experimentell utbildning i hur ljus och fotoner kan utnyttjas i olika tillämpningar eller lära dig mer om olika typer av avancerade material med egenskaper som lämpar sig för sådana tillämpningar. Exempel på saker du lär dig inom profilen är hur avancerade optik/fotonik komponenter fungerar såsom interferometrar, spektrometrar, lasrar och kameror. Flera sådana komponenter, exempelvis lasrar/kameror får du lära dig att tillverka. Kurserna är mycket forskningsnära och många av kurserna innehåller projektarbeten som ger dig en nära koppling till den experimentella forskningen vid institutionen med inriktning mot nanoteknologi, organisk elektronik, optisk pincett eller spektroskopi. De experimentella kurserna ger dig en bra grund för att arbeta inom forskning/utveckling med de inriktningar som beskrivs ovan. Vissa av kurserna är också en fördjupning av fasta tillståndets fysik och beskriver processer och transportfenomen i fasta material eller gaser. Exempel på frågeställningar och teorier som tas upp i de kurser som ingår i denna profil är, hur fungerar och konstruerar man en laser, hur kan man använda spektroskopi för att förstå och studera atomer och molekyler, hur kan man konstruera lysande komponenter och elektronik baserat på endast organiska material, hur kan kvantmekanik användas för att förklara växelverkan mellan ljus och materia, hur förändras materials egenskaper när dess storlek närmar sig nanonivå.

4. Typiska jobb efter examen

Efter det experimentella spåret av fotonik har du lämpliga kunskaper för att jobba inom forskning/utveckling både inom industri och akademi. Spektroskopiska mätningar är mycket vanliga inom områden som medicin, miljö och kemiindustri. Utvecklingen går i dagsläget mot att mer och mer utnyttja ljus och annan elektromagnetisk strålning för att överföra information, lagra information, skapa energi eller till att forma nya typer av ljuskällor. Profilen fotonik ger en bra bas för att jobba inom det området. Profilen ger också en synnerligen lämplig bakgrund för att arbeta som doktorand.

5. Anknytning till forskning, näringsliv och samhälle

Anknytningen till arbetslivet kan utvecklas ytterligare och framförallt de experimentella kurserna har alla möjligheter att göra så. Det handlar bara om tid och resurser för de inblandade lärarna. Tillämpningarna inom kursutbudet är mycket bra anknutna till aktuella processer i både forskning och näringsliv.

6. Relation till Examensarbetet

De kurser och projekt som ingår i kursen ger en mycket bra bakgrund till att ytterligare fördjupa sig i ett examensarbete, särskilt inom de aktiva forskargrupperna vid institutionen. De senaste åren har ett stort antal doktorander och exjobbare rekryterats från studenter som läst några av kurserna i fotonikprofilen.

7. Förslag på kompletterande kurser att välja utöver profilen

I nuläget anges endast Fysikaliska egenskaper hos mätgivare. Övriga kurser skulle kunna vara: Grundläggande mätteknik, Laborativ problemlösning,

7.1 **Relation till programmets mål (nationella och lokala)**

7.2 **Progression**

Inom profilen finns en rad kurser som är väl "sammanflätade" som ger både bredd, progression och djup inom dessa områden. Samtidigt saknas det mellan vissa kurser kopplingar som skulle kunna vara mer naturliga, bland annat skulle kopplingen mellan kurserna kvantelektronik, kvanttransportteori och kurserna inom nanoteknologi, och avancerade material kunna utvecklas. En starkare koppling bör också ses över för kurserna växelverkan mellan ljus och materia, atom och molekylfysik, samt molekylspektroskopi. I första hand skulle en laboration/en specialstudie i någon av kurserna kvanttransportteori/kvantelektronik kunna behandla exempelvis en en-molekylär transistor. De flesta kurser på profilen startar med kunskaper inom fasta tillståndets fysik, kvantmekanik, vägrörelselära samt elektromagnetism. Min bedömning är att det i kurserna som radas upp nedan finns en stark koppling och en bra progression. Jag har listat kurserna i en ordning som skulle kunna vara en lämplig studieordning men det finns många alternativ som också fungerar och som i mitt tycke "maximerar" progressionen. Man skulle kunna se dessa två varianter som två spår som skulle kunna ges namnen:

Tillämpad laserteknik

-BERÖRINGSFRIA MÄTMETODER-> OPTISK KONSTRUKTION-> ATOM OCH MOLEKYLFYSIK-> LASERFYSIK-> MODERNA LASRAR OCH LASERSYSTEM-> MOLEKYLSPEKTROSKOPI->LASERBASERADE SPEKTROSKOPISKA TEKNIKER

Avancerade Material och nanoteknik

BERÖRINGSFRIA MÄTMETODER-> OPTISK KONSTRUKTION-> AVANCERADE MATERIAL-> SOLCELLER-> NANOTEKNOLOGI-> KARAKTÄRISERING AV NANOMATERIAL OCH DESS TILLÄMPNINGAR-> NY KURS I MIKRO/NANOLITOGRAFISKA METODER

Vad gäller CDIO-färdigheter skulle jag föreslå att programansvarige (Maria Hamrin) tar en genomgång med berörda lärare för att diskutera detta enskilt.

- Matematiska, naturvetenskapliga och teknikvetenskapliga kunskaper, CDIO-färdighet 1
- Problemlösande och ingenjörsmässigt tänkande, CDIO-färdighet 2.1
- Experimenterande och kunskapsbildning, CDIO-färdighet 2.2
- Att arbeta i grupp/projekt (se definition av "projekt" i Teknisk fysiks utbildningsplan s 5), CDIO-färdighet 3.1
- Kommunikation (muntlig, skriftlig, digital, opponering, svenska, engelska etc.), CDIO-färdighet 3,2 och 3,3
- Planering, utveckling, realisering och drift av system (i vid bemärkelse) med hänsyn till olika ramar (tid, ekonomi, resurs, miljö etc.), CDIO-färdighet 4

7.3 Blockschema

Det skulle vara önskvärt att det vore möjligt att läsa de kurser som beskrivs ovan som "spår" gick att läsa i en bra följd. Enligt min bedömning är det inte möjligt i nuläget, däremot verkar det vara möjligt att läsa nedstående kurser i någorlunda rätt ordning

-BERÖRINGSFRIA MÄTMETODER, OPTISK KONSTRUKTION, LASERFYSIK, ATOM OCH MOLEKYLFYSIK, MOLEKYLSPEKTROSKOPI, AVANCERADE MATERIAL, SOLCELLER, NANOTEKNOLOGI, NANOMASKINER (ELLER NYTT NAMN) SAMT DE TVÅ NYA KURSERNA SOM JAG ANSER BÖR UTVECKLAS.

8. Sammanfattning på åtgärder med tidsplan

- Utveckling av kurs "Laserbaserade spektroskopiska tekniker"-skall ges 2013 (Uppdrag ligger hos Alexandra)
- Utveckling av kurs "Moderna Lasrar och lasersystem"-skall ges 2014 (Uppdrag ligger hos Alexandra)

- Undersöka möjligheten att utveckla kurs i Nanolitografi/mikrolitografi-mönstring. (Avvakta något men uppdraget ligger hos Hans F)
- Utveckla kursen Kvantelektronik -koppling mot experiment-införande av laborationer. Skall kunna ges i förändrad form våren 2013 (Beställare H. Forsman, K. Rönmark, styrgrupp Hans, Roger, Krister, Maria, Thomas. Utförare-Jörgen Ramner)
- Utveckla kurserna Nanoteknik, Nanomaskiner enligt riktlinjer ovan. Skall kunna ges i förändrad form hösten 2012 (Beställare H. Forsman, K. Rönmark, styrgrupp Hans, Roger, Krister, Maria, Thomas. Utförare-T. Makarova, A. Shelankov)

9. Bilaga, Kursbeskrivningar och, i de fall de finns, den senaste kursutvärderingen

* Kvantelektronik D, 7.5 hp

Kursens mål är att den studerande ska tillägna sig insikt om transportegenskaper hos konstgjorda strukturer. Kursen behandlar bl.a. kvantmekanikens roll inom fasta tillståndets fysik, konstitutiv funktion och kvantinterferens, klassiska transportfenomen och kvanttransportfenomen, tunnelstrukturer, resonanta tunnelstrukturer, tvådimensionella elektrongaser, MOSFETS och heterostrukturer, elektroniska vägledare, punktkontakter samt kvantpunkter

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- redogöra för elektroners rörelse i en periodisk potential,
- tillämpa kunskaper inom området på dopning av halvledare,
- beskriva p-n övergångar och transistorer,
- förklara tillverkning av, och olika former av tillämpning, för heterostrukturer,
- analysera "molecular beam epitaxy",
- använda transistorereffekten i resonanta nanostrukturer,
- beskriva transport i mesoskopiska strukturer och nanostrukturer,
- beräkna transport genom en kvantpunktkontakt,
- förklara kvantisering av ledningsförmåga och användning av denna som strömstandard,
- redogöra för hur transistorer kan representera logiska grunder,
- förklara fysiska konstruktionen av logiska grunder.

Kursansvarig

Jörgen Ramner

Litteratur

Kompendier utgivna av institutionen för fysik. Laborationsinstruktioner

Kursutvärdering

Saknas

* Kvantinformation D, 7.5 hp

Kursens mål är att den studerande ska tillägna sig kunskaper inom det tvärvetenskapliga området kvantinformation. Kursen inleds med en introduktion om information, beräkningar, felkorrektion och datakompression. Därefter behandlas kvantberäkningar, kvantbitar ("qubits"), grindar och kvantdatakompression, kvantalgoritmer, faktorisering (Shor), sökning (Grover), felkorrektionsalgoritmer, kvantkommunikation, kvantkryptografi och kvantteleportation. Kursen innehåller även en behandling av kvanthårdvaror som jonfällor, optiska kristallgitter och Josephsonövergångar.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- redogöra för grunderna i klassisk informationsteori,
- definiera och använda kvantbitar i kvantinformation,
- beskriva och förklara kvantintrassling ("quantum entanglement"),
- tillämpa kunskaper i kvantinformation för kvantgrindar,
- analysera kvantkretsar,
- använda kvantalgoritmer för massiva parallellberäkningar,
- göra feltoleranta beräkningar och tillämpa felkorrektionsmetoder,
- handha kvantkommunikationsprotokoll för kryptografi och teleportation,
- visa på och välja metoder för praktisk kvantkryptografi,
- ge exempel på hur kvantgrindar och kvantkretsar kan realiseras genom jonfällor, optiska kristallgitter och Josephsonövergångar.

Kursansvarig

Andrei Schelankov

Kursutvärdering

Saknas

* Kvantfältteori I D, 7.5 hp

Kursen behandlar relativistisk kvantmekanik med Dirac- och Klein-Gordonekvationerna, Lagrangeformulering av fältteorier och relationen mellan symmetrier och konserverade storheter. Därefter kvantiseras skalär-, Dirac- och fotonfälten m.h.a. kanonisk kvantisering och annihilations- och kreationoperatorer. Propagatorbegreppet introduceras och S-matrisexpansionen och Feynmanreglerna för kvantelektrodynamik (QED) tas fram. QED tillämpas på olika spridningsprocesser, t.ex. Comptonspridning.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna: • förstå och kunna redogöra för grundläggande begrepp och teorem som Noethers teorem, Klein-Gordon-fält, Dirac-fält, fotonfält, kvantisering av fält, annihilations- och kreationoperatorer, kommutatorer, propagatorer, S-matris, Wicks teorem, Feynmanregler och spridningstvårsnitt, • kvantisera en klassisk fältteori, • utgående från Lagrangianen för en fältteori ta fram motsvarande Feynmanregler, • behandla spinn- och polarisationssummor och beräkna spridningstvårsnitt till lägsta ordning i QED för olika spridningar.

Kursansvarig

Michael Bradley

Kursutvärdering

Saknas

* Kvantfältteori II D, 7.5 hp

Kursen fortsätter där kursen Kvantfältteori I slutar. Först studeras högre ordningar i störningsräkning av QED. Därefter behandlas gaugeteorier, där växelverkan introduceras genom att globala symmetrier görs lokala. Sedan visas hur partiklars massor kan genereras via spontant symmetribrott såsom Goldstone- och Higgsmekanismerna. Resten av kursen ägnas åt den elektrosvaga teorin. Sedan tillämpas teorin för beräkning av olika spridningstvårsnitt.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- förstå och redogöra för grundläggande begrepp som regularisering, renormering, Ward-identiteter, nakna kontra fysikaliska massor och laddningar, gauge-teorier, globala och lokala symmetrier, spontant symmetribrott, Goldstone-boson, Higgs mekanism och vektorbosoner,
- beräkna högre ordnings effekter, som t.ex. Lamb-skift, i QED,
- tillämpa idéerna bakom gaugeteorier och spontant symmetribrott för att introducera växelverkan och massor i en fältteori,
- ta fram Feynmanreglerna för den elektrosvaga teorin,
- beräkna spridningstvårsnitt till lägsta ordning i den elektrosvaga teorin för olika processer.

Kursutvärdering Betyg 5.5 (1-6)

The course content was in agreement with the course syllabus and the system in which the students took turns giving lectures was generally well-received. The examination form (hand-in problems and written exam) was considered reasonable. The course literature was highly appreciated and course material was easily available via a homepage. Students spent on average around 20 h a week on the course

The course needs more allotted hours so that more lectures could be added, as well as problem-solving sessions and possibly presentations of solved problems by students. Hand-in problems should be given more equally-spaced deadlines, following the course continuously.

Kursansvarig

Michael Bradley

* * Kvantmekanik 2 D, 7.5 hp

Om kursen

Kursen innehåller begrepp och matematiska redskap som används inom avancerad kvantmekanik. Kursen inleds med att den harmoniska oscillatorn och laddningar i ett magnetfält med Landau-nivåer behandlas. Därefter studeras Aharonov-Bohm-effekten, relativistisk kvantmekanik och Dirac-ekvationen. Den icke-relativistiska gränsen med spinn, spinn-banväxelverkan, spinn i ett magnetfält och spinnresonans behandlas. Tidsberoende störningsräkning och störningsteori, väteatomens finstruktur, identiska partiklar och atomtillstånd tas upp. Vidare behandlas variationsprincipen, tidsberoende störningsräkning, emission och absorption av strålning, den semiklassiska approximationen (WKB, Wentzel-Kramers-Brillouin-approximationen), energikvantisering och tunnling. Slutligen studeras spridningsteori, Bornapproximationen, och delvägsanalys.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- förklara hur den karakteristiska längdskalan påverkar uppträdandet hos fysikaliska system,
- redogöra för hur kreations- och annihilationsoperatorer fungerar och används,
- använda den magnetiska vektorpotentialen i kvantmekanik och förstå kvantisering i magnetfält,
- beskriva grunderna för relativistisk kvantmekanik och hur antipartiklar uppträder,
- förklara spinnkoppling och dess roll i atomspektra,
- hantera och använda spindynamik,

- tillämpa approximativa metoder i kvantmekanik som störningsräkning och variationsmetoder,
- sammanfatta den semiklassiska approximation,
- tillämpa grundläggande kvantfysik för att beskriva växelverkan mellan ljus och materia,
- förklara och tillämpa kvantmekanisk spridningsteori.

David J.q (David Jeffery) Griffiths

Kursutvärdering Betyg 4.3 (1-6)

Most student felt that they had sufficient prior knowledge for this course and approved of the course examination. A few thought that the bonus exercises were many and rather difficult. Many expressed a desire for a course homepage. Overall, the course was appreciated by the students

Kursansvarig

Andrei Schelankov

*** * Kvanttransportteori D, 7.5 hp**

Kursen behandlar den kvantstatistiska beskrivningen av icke-jämviktsfenomen speciellt med avseende på transportfenomen i metaller och halvledare. Kursen demonstrerar betydelsen av Feynmandiagram i fysiken. Kursen behandlar momenten kvantmekanik och kvantstatistik, vågfunktioner och Greens funktionsbeskrivningar samt en partikels rörelse i oscillatoromgivning. Vidare behandlas Feynmandiagram för täthetsmatrisen och Greens funktioner, kvantkinetiska ekvationer och deras klassiska gräns, Boltzmannekvationen, kvantkorrektioner till transportkoefficienter, lokalisering och svag lokalisering samt dekoherens.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- använda Feynmandiagram, fysikens universella språk för att beskriva alla sorter av fluktuationer,
- lösa, topologiskt klassificera och summera Feynmandiagram,
- använda standarddiagramteknik för oordnade system,
- redogöra för fenomenet lokalisering,
- sammanfatta sina kunskaper om Andersons metall-isolatorövergång,
- redogöra för skaleringsteorin för lokalisering,
- förklara elektronens fasdekoherens orsakad av växelverkan och dess betydelse för materialvetenskap,
- översiktligt kunna redogöra för manifestationen av kvantmekanikens superpositionsprincip på makroskopisk nivå via Aharonov-Bohm-effekten,
- sammanfatta sina kunskaper om universella fluktuationer av ledningsförmåga.

Kursutvärdering Betyg 5.0 (1-6)

The students were very satisfied with the course. Critique was aimed at the pace of the lectures, as very advanced topics were covered in too short a time. The examination form was appreciated, but some had trouble seeing the connection between the lectures and the exercises. A few expressed a desire for a course homepage and wanted to see more hands-on applications of Feynman diagrams. The introductory quantum theory will be decreased to free time for more advanced concepts. Effort will be made to explicitly state the connection between the exercises and the lectures. A very simple exercise in Feynman diagrammatics will be added, with a similar problem being solved during lecture.

Kursansvarig

Jörgen Ramner

*** * Nanomaskiner, 7.5 hp**

Kursen innehåller en genomgång av funktionella elektroniska, fotoniska och nanomekaniska komponenter och system där funktionen är baserad på kvantfysik för nanostrukturer och supramolekylära system. Inom nanoelektroniken behandlas elektronikkomponenter och elektroniska kretsar som fungerar enligt principer som på ett grundläggande sätt skiljer sig från klassiska principer, bl.a. tillämpas Moores lag. Kvantprickar och nanotrådar är exempel inom området. Inom den molekylära elektroniken behandlas molekylära sensorer, t.ex. lysdioder, lasrar, minnen, tunnelstrukturer, enelektrontransistorer och kvantdatorer. Andra viktiga områden som ingår i kursen är spinntronic, jättemagnetoresistans, magnetiska lagringsmedia, fotonik, optiska kretsar och fotoniska kristaller, plasmonik och metamaterial. Vidare tas exempel och tillämpningar inom nanobioteknologin upp: molekylära motorer, artificiella nanomotorer och molekylära maskiner som t.ex. motorproteiner och transmembrana jonpumpar. I kursen ingår även en genomgång av olika tekniker för nanotillverkning, t.ex. elektrokemisk litografi, etsning, självorganisation och SPM-metoder.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna: • redogöra för begreppen fotonik, moletronik, plasmonik, spinntronic, metatronic, • beskriva olika tillverkningsmetoder, inklusive litografi och självorganisation, • redogöra för vanliga verktyg och processer som används för framställning av nanostrukturer, • beskriva tillverkning och karakterisering av nanometerstora elektroniska komponenter, • använda tekniker och instrument för att observera och manipulera nanometerstora komponenter, • redogöra för nanoteknikens potentiella möjligheter, • självständigt inhämta kunskaper om nanoteknik.

Laborationer

- i) Sveptunnelmikroskopi/Atomkraftmikroskopi

Kursutvärdering

Saknas

Kursansvarig

Tatiana Makarova

*** Nanoteknik D, 7.5 hp**

Kursen beskriver sätt att studera och manipulera materien på atomär nivå, det vill säga i gränslandet mellan kemi, fysik och biologi. Kursen introducerar funktionella material, nanoelektronik, molekylär elektronik, nanobiologi och nanoverktyg. Kursen innehåller en beskrivning av grundläggande fysikaliska fenomen på nanometerskalan, karakterisering av nanomaterial, verktyg för tillverkning och användning av nanomaterial samt egenskaper och tillämpningar av nanomaterial. Nya effekter dyker upp på nanonivå och nanomaterial har helt nya egenskaper i jämförelse med bulkmaterial. Enkla molekyelmekanismer specifika för nanoteknologin introduceras, bland annat rotaxanes och catenanes. Kolnanorör som kan användas i framtidens transistorer eller biosensorer behandlas. Kursen innehåller också en genomgång av metoder som har gjort nanotekniken möjlig: litografi, elektronmikroskopi, atomkraftmikroskopi och sveptunnelmikroskopi.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- beskriva hur den karakteristiska längdskalan påverkar uppträdandet hos fysikaliska system,
- redogöra för hur fundamentala fenomen förändras som funktion av storlek och (reducerad)

dimensionalitet,

- redogöra för ytors roll i nanotekniken,
- behandla elektriska ledningsfenomen på nanometernivå och dess kvantisering,
- redogöra för begreppen fotonik, molekylelektronik och supramolekyllkemi,
- beskriva olika tillverkningsmetoder, inklusive litografi och självorganisation,
- beskriva tillverkning och karakterisering av nanometerstora elektroniska komponenter,
- använda tekniker och instrument för att observera och manipulera nanometerstora komponenter,
- redogöra för grundläggande principer och tvärvetenskaplig grund för nanotekniken,
- beskriva betydelsen av såväl konstruktion/design, syntes som materialkarakterisering för den färdiga produktens egenskaper,
- ge exempel på nanoteknikens potentiella genomslagskraft på samhället i stort,
- beskriva hur nanopartiklar kan tränga in i människan och även påverka vår miljö.

Kursutvärdering

As a whole the course was appreciated. It was thought of as a introduction to the subject, since it's such a broad thing to cover. Things from biology, physics and chemistry mixed together. This also led to the feeling that there was too much information to comprehend in this short amount of time.

Some negative remarks: The information handed out could be structured a bit better and the meaning of the course literature was questionable. Another problem was how the information about the examination was handled. The test results from the quiz-exercises during the course could be used as the final grade (not a bad thing in it self), but the information about how this worked was low.

Positive remarks: The lecturer was well prepared and the material was very up to date (in this constantly changing subject). The examination was in the form of a multiple question form, which most of the students thought appropriate.

Next year this course is going to change a lot. It will be split up into two courses, each on 7.5hp. One which will introduce the subject on a theoretical level, and the other which will dive in a bit further and also have laborations. The course material will mainly be handouts from the teacher.

Kursansvarig

Tatiana Makarova

NMR-spektroskopi

Har inte hittat någon information kring denna kurs men den involverar troligen en teoridel med anknytning till Kvantmekanik samt en mer experimentell del med att tolka NMR spektra.

* * Växelverkan mellan ljus och materia

KURSI NFORMATION SAKNAS

Senaste kurstillfället gavs av Emil Lundh. Innan det var det Anders Kastberg som gav kursen.

Kursutvärdering Betyg 5.0 (1-6)

Kursen har överlag fått riktigt bra omdöme och det mesta har fungerat bra. Kursen har behandlat de moment som beskrivs i kursplanen och de förväntade studieresultaten har uppnåtts av studenterna. Föreläsningarna har fått mycket bra kritik. De har varit välstrukturerade och på ett pedagogiskt sätt behandlat teorin och gjort den mer lättbegriplig. I vissa fall skulle de matematiska härledningarna kunnat minskas med hänvisning till boken i förmån för fysikaliska förklaringar.

Examinationssystemet på kursen, med både examinerande teoriuppgifter och tentamen, är uppskattat av studenterna. Att ha inlämningsuppgifter kontinuerligt under kursens gång gör att belastningen sprids jämnare under hela kursen. Dock behöver inlämningsuppgifterna ses över i fråga om nivå och hur de är fördelade i tiden. Nivån på uppgifterna har varit ojämn, med ofta för lite/för lätt fysik och bara matematiskt trixande så att det inte känts givande för kursen. Den sista inlämningsuppgiften var för svår, teorin var inte behandlad i tillräcklig utsträckning och det fanns inte nog med material att läsa. Den låg dessutom för sent på terminen så att den störde förberedelser till tentamen i såväl denna kurs som i de som lästes parallellt. Tydligare problembeskrivningar önskas också så det inte råder några tvivel om vad det är som ska göras. Tentamen höll en bra nivå relativt teoriuppgifterna. Till tentan fick man ta med ett egenskrivet formelblad, önskvärt vore att få tydligare information om vad man får ha med på detta och hur långt det får vara. Kurslitteraturen har fått bra betyg. Dock togs teorin till sista uppgiften inte upp i boken, utan på kompletterande material som inte alls fått lika bra kritik. Det ansågs vara svårläst och inte ta upp något för kursen väsentligt. All information man ville ha (schema, uppgifter, etc.) fanns att tillgå på hemsidan, mycket uppskattat att föreläsningssanteckningar och bilder läggs upp. Arbetsbelastningen på kursen är relativt hög då ämnet av de flesta anses svårt, men man behöver oftast inte lägga ner mer tid per vecka än vad som rekommenderas för en halvfartskurs. Det i kursen som tar ner helhetsintrycket är räkneövningarna och problemhäftet. Räkneövningarna har inte varit ett särskilt uppskattat inslag i kursen, de behöver mer struktur och överlag lite annat upplägg. Som det var nu gavs en genomgång av en redan inlämnad uppgift, detta anses av många inte vara så givande då man redan löst den. Problemhäftet fick mycket hård kritik. Det innehåller mycket tryckfel, många uppgifter är för svåra, många känns oväsentliga för kursen, och det finns varken facit eller lösningsförslag till några problem. Allt detta ledde till att få tyckte det var ide att räkna i problemhäftet, inlämningsuppgifterna och tentan upplevdes därför som svårare än vad de borde varit.

*** * * Beröringsfria mätmetoder**

Kursen behandlar moderna optiska, induktiva, kapacitiva och akustiska beröringsfria mätmetoder samt metoder som involverar joniserande strålning. Särskild vikt läggs vid: (i) optiska mätmetoder för mätning av storheter som läge, avstånd, förflyttning, hastighet, vibrationer, längd och tjocklek, (ii) spektroskopiska metoder för bland annat spektrometrisk fjärr- eller kemisk analys samt temperaturmätningar, (iii) induktiva, kapacitiva och akustiska metoder för materialanalys och mätning av storheter som läge, hastighet, vinkel, tjocklek, elektrisk konduktivitet, magnetiskt flöde, vätskeflöde, tryck och temperatur. Förutom att ge formella kunskaper om beröringsfria mätmetoder syftar kursen till att ge varje student laborativ erfarenhet med att utföra längre uppgifter i självständig form. Kursen innehåller obligatoriska experimentella projektarbeten.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- redogöra för optiska mättekniker för beröringsfria mätningar av läge, avstånd, förflyttning, hastighet, vibrationer, längd, och tjocklek,
- beskriva spektroskopiska mättekniker för beröringsfria mätningar av ämnen i gasfas, av temperatur samt för kemisk analys,
- förklara induktiva, kapacitiva och akustiska mättekniker för beröringsfri materialanalys och mätning av läge, hastighet, vinkel, tjocklek, elektrisk konduktivitet, magnetiskt flöde, vätskeflöde, tryck och temperatur,
- redogöra för mättekniker som utnyttjar joniserande strålning för beröringsfri materialanalys och mätning av densitet, tjocklek, nivå och flöde,
- tillämpa kunskaper om instrumentering, t.ex. för ljuskällor och detektorer.

Därtill skall den studerande kunna:

- ta sig an och genomföra experimentella arbetsuppgifter,
- självständigt införskaffa behövlig information för att kunna lösa en given uppgift inom stipulerad tid,
- penetrera frågeställningarna och utarbeta en fungerande strategi,

- praktiskt lösa uppgifter i laboratoriemiljö,
- konstruera enklare elektroniska system och datainsamlingssystem,
- samarbeta med andra personer,
- skriva rapporter,
- analysera en vetenskaplig, alternativt populärvetenskaplig, artikel och ge en muntlig och skriftlig sammanfattning.

Slutligen skall den studerande kunna:

- genomföra ett självständigt projektarbete

Laborationer

- Karaktärisering av en stånggaffel med hjälp av triangulering.
- Mätning av värmeutvidgningen i en metall med hjälp av triangulering
- Mätning av värmeutvidgningen i en metall med hjälp av interferometri
- Mätning av brytningsindex med hjälp av interferometri
- Bestäm isotopförhållandet i en Rb-gas med hjälp av Diodlaserspektroskopi
- Mätning av excitationer i Jod med en fixfrekvens He-Ne laser.

Kursutvärdering Betyg 5.7 (1-6)

Overall the course was very appreciated, both lectures and lab sessions. Students found it both interesting and useful. The ring binders used as course material were considered a bit out of date and the homepage for the status of the lab reports should be more frequently updated.

Kursansvarig Ove Axner

* * * Atom och molekylfysik

Kursen avser att ge grundläggande kunskaper om atomers och molekylers struktur. Systemen kommer att behandlas med en successivt ökande komplexitetsgrad. Väteatomen behandlas först, därefter helium, alkaliatomer och övriga atomer. En konkret tillämpning av störningsräkning och av kvantmekanik i allmänhet ges då man i behandlingen går från centralfältsapproximationen och gradvis inför banimpulsmoment, spinn, spinn-banväxelverkan, kärneffekter och påverkan av externa fält. De molekyler som betraktas är först diatomära. Bindningsmekanismer som jonbindning och kovalent bindning introduceras och ges en kvantmekanisk bakgrund. Vibrations- och rotationsstrukturer går igenom. Born-Oppenheimerapproximationen går igenom. Kursen avslutas med komplicerade polyatomära molekyler.

Atom- och molekylfysik, tillsammans med spektroskopiska analysmetoder har en mängd tillämpningsområden. Detta innefattar grundläggande mättekniker, viktiga inom t.ex. vetenskap, miljö och infrastruktur.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- tillämpa kvantmekanik och störningsräkning för att lösa enkel atomär struktur,
- redogöra för hur väteatomen, heliumatomen och alkaliatomer är uppbyggda,
- förklara vad spinn-banväxelverkan och finstruktur är,
- förklara konceptet LS-koppling och atomära termer,
- redogöra för kärneffekter såsom hyperfinstruktur och isotopskift,
- beskriva grundläggande molekylära potentialer och Born-Oppenheimerapproximationen,
- beskriva hur två atomer kan bilda en diatomär molekyl genom olika bindningsmekanismer,
- förklara vad vibrationer och rotationer i molekylära system är,

- redogöra för centrala moment som polyatomära atomer och olika vibrationsmoder,
- beskriva hur strukturen hos atomer och molekyler påverkas av externa fält

Kursutvärdering saknas (länkar till Atom och Kärnfysik)

Laborationer

- Datorlaboration, lösa Schrödingerekvationen för en He-atom
- Datorlaboration, Använda programmet Gaussian för att studera en Jod-atom
- Spektroskopisk mätning av en Jod-atom och bestämma dess potentiella energi
- Experimentell studie av en He-atom

Kursansvarig Claude Dion

*** * Avancerade Material**

Kursen inleds med en kort genomgång av fasta tillståndets fysik med fokus på elektroniska och optiska egenskaper hos elektriska ledare, halvledare och supraledare. Därefter beskrivs hur sådana elektroniska material används, och kan komma att nyttjas, inom ett brett spektrum av tillämpningar. Ett speciellt fokus riktas mot nya typer av halvledande och jonledande organiska polymerer och keramiska och kolbaserade interkalatmaterial, med tonvikt lagd på deras användning inom energirelevanta applikationer som batterier, solceller, bränsleceller, och belysning. Andra avancerade material med tillhörande tillämpningar som behandlas från både ett teoretiskt och praktiskt perspektiv inkluderar termoelektriska och nanostrukturerade material samt designade biologiska material.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- beskriva struktur och funktion hos ett antal etablerade och nya avancerade material med speciell relevans för omvandling, lagring, distribution och användning av energi i samhället,
- redogöra för sådana materials befintliga och potentiella användningsområden samt ekonomiska och miljömässiga för- och nackdelar,
- förstå hur man designar och tillverkar nya avancerade nano-, komposit-, och biomaterial och vilka tillämpningsmöjligheter sådana material erbjuder,
- kommunicera ett självständigt projektarbete inom ett fokuserat specialområde och presentera erhållna resultat i både skriftlig och muntlig form.

Laborationer

- Supraledning
- Termoelektrisk effekt

Kursansvarig Ludvig Edman

*** * * Optisk konstruktion**

Kursen behandlar optiskt avbildande system och den inleds med en diskussion kring grunderna för när, var och hur en avbildning uppstår och vad som krävs av ett optiskt system för att en bild ska genereras. Kursen är inriktad på refraktiva (brytande) system. En paraxial formalism introduceras och med den beskrivs första ordningens egenskaper hos optiska system dvs var avbildningar hamnar och hur stora de blir. Allmänna paraxiala ray-tracing -ekvationer härleds. En stor del av kursens tid ägnas åt att behandla orsaker till varför avbildningar inte blir perfekta. Både verkan av diffraktion och avbildningsfel (aberrationer) belyses. Uttryck härleds för kromatisk aberration och för tredje ordningens monokromatiska aberrationer. De olika aberrationerna karakteriseras och deras inverkan på bildkvaliteten analyseras. Kursen avslutas med att metoder och strategier utarbetas för hur optiska system kan konstrueras så att olika aberrationer kan elimineras eller minimeras. Arbetet innefattar en teoretisk behandling, optisk konstruktion med dator "ray-tracing"-program men även realisering i laboratoriemiljö.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna: förklara när, var och hur bilder uppkommer och förklara varför bilder inte blir perfekta, redogöra för grunderna i paraxial formalism och i allmänna paraxiala ray-tracing -ekvationer, redogöra för hur paraxial formalism kan användas för att beräkna bildposition och storlek hos optiska system, redogöra för skillnader mellan reella och virtuella bilder, redogöra för grunder i aberrationsteorin, redogöra för uppkomst av kromatisk aberration samt hur den kan reduceras i optiska system, karakterisera grundläggande monokromatiska aberrationer, utarbeta metoder och/eller strategier för att reducera aberrationer i ett optiskt system, sätta upp, analysera och optimera optiska system i ett ray-tracing -program.

Laborationer

- i) Geometrisk optik
- ii) Interferometri, mätning av sfärisk aberration
- iii) Bygg din egen kamera

Kursutvärdering Betyg 5.4 (1-6)

Kursen var uppskattad av studenterna vilka tyckte om både laborationerna och föreläsningarna såväl som litteraturen. Dock upplevde studenterna att ytterligare handledning krävts på plats under raytracing uppgifterna. Enligt kursansvarig var syftet med ovanstående ray-tracing att studenterna själva skulle lösa problemen samt att tillfället för arbete skulle vara valfritt. Fler datorer med tillgång till Zeemax önskas av studenterna vilket dock ej kan genomföras på grund av kostnaden. Kursen som helhet, och särskilt ray-tracing-laborationerna, var lärorika och tidskrävande.

Kursansvarig Ove Axner

*** * * Molekylspektroskopi med tillämpningar**

Kursen behandlar atomers och molekylers struktur och växelverkan med framförallt infraröd, synlig och ultraviolett elektromagnetisk strålning. Ett flertal olika spektroskopiska metoder, både avseende absorption och emission, studeras experimentellt och teoretiskt. De metoder som studeras är bland annat absorptions-, fluorescens-, infraröd- och Ramanspektroskopi. Kursen anknyter dessutom till metodernas användnings- och tillämpningsområden inom läkemedelsindustri, halvledarindustri, nanoteknologi samt inom avancerad grundforskning och tillämpad forskning i fysik, kemi och biologi. I kursen introduceras grupp teori och molekylers symmetrioperationer som är av relevans för spektroskopiska tekniker. Kursen omfattar en teoridel om 5,0 hp, en experimentell laborationsdel om 1,0 hp samt en projekt del om 1,5 hp.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna: redogöra för grundläggande kunskaper om atomär och molekylär struktur, förklara grunderna för växelverkan mellan atomer/molekyler och elektromagnetisk strålning, beskriva hur punkterna ovan inverkar på molekylära spektra, redovisa grundprinciper för absorptions- och fluorescensspektroskopi, exemplifierat av de tillämpningar som tas upp i kursen, redogöra för ett antal spektroskopiska tillämpningar, tillämpa spektroskopiska metoder vid mätningar.

Laborationer

- i) Fluorescensspektroskopi
- ii) IR spektroskopi på CO₂-gas
- iii) Projekt, Excimer, IR-PO₄³⁻, Kolnanorör-Raman, Kolnanorör-XPS

Kursutvärdering saknas (kursen gavs första tillfället vt-2011)

Kursansvarig Thomas Wågberg

*** * * Solceller**

Kursen inleds med en beskrivning av solljusets spektra och förutsättningar för att kunna använda solceller. En modell för att beskriva solcellers I-V-karaktäristik introduceras. En orientering av uppbyggnad av solcellssystem ingår, där bl.a. skuggningsproblematik, geometriska faktorer och batteridimensionering diskuteras. I kursen demonstreras hur ett simuleringsprogram kan användas för att dimensionera ett solcellssystem utifrån ett givet behov. En stor del av kursen behandlar enkristallina solceller utifrån en bandstrukturmodell. Solcellens prestanda beroende på dimensionering, dopningsgrad och ytbehandling beskrivs. Förutom enkristallina kiselceller behandlas alternativa enkristallina material, tunnfilmsceller, polykristallina och amorfa solceller samt tandemceller. Även teori för våta solceller ingår, där kontakten mellan halvledare och vätska, laddningsöverföring samt korrosionsproblem behandlas. Slutligen behandlas omvandling av solenergi till elektrisk ström i fotogalvaniska celler och vätgasproduktion i fotokemiska celler.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- redogöra för hur en solcell fungerar utifrån en bandstrukturmodell,
- utföra beräkningar för solceller utifrån en makroskopisk modell där cellen modelleras med dioder och resistanser,
- utföra beräkningar av solcellers prestanda utifrån en mikroskopisk modell baserad på energibandmodeller,
- redogöra för skillnader i funktion och prestanda mellan polykristallina, amorfa och traditionella enkristallina solceller,
- redogöra för de grundläggande principerna för elektrokemiska reaktioner vid fasgränser mellan halvledare och lösningar,
- redogöra för valet av elektrodmaterial och redox-lösning i våta solceller av Grätzel typ,
- diskutera fördelar och nackdelar med våta solceller,
- redogöra för sensitization och ljusabsorption vid halvledarelektrotytor,
- utföra beräkningar av faktorer som påverkar prestanda hos våta solceller.

Laborationer

- i) Karaktärisera polykristallina och amorfa solceller-IV-kurvor, temperaturberoende, etc
- ii) Studera och utföra mätningar på en Grätzelcell

Kursutvärdering saknas

Kursansvarig Sune Pettersson

*** * * Laserfysik**

Kursen behandlar hur man utifrån ett grundläggande fysikaliskt perspektiv skapar underlag till, och förståelse för, principerna för lasring och hur olika typer av lasrar fungerar. Exempel på fenomen och begrepp som behandlas är atomers och molekylers växelverkan med ljus, både från ett klassiskt och kvantmekaniskt perspektiv, Doppler-, kollisions-, och livstidsbreddning hos atomära och molekylära system, optisk mätnad, populationsinversion, optisk pumpning, kaviteter och resonatorer, "mode beating", "frequency pulling" och "hole burning". Kursen väver ihop grundläggande koncept från ett flertal av fysikens olika områden framförallt elektromagnetisk fältteori, mekanik, kvantmekanik, statistisk fysik samt optik. Kursen behandlar vidare principerna för, och funktionssätt hos, ett antal typer av lasrar t.ex. gaslasrar som He-Ne- och CO₂-lasrar, fasta tillståndslasrar, färgämneslasrar, diodlasrar och pulsade lasersystem. De olika lasrarnas typiska användningsområden exemplifieras i korthet. Kursen innehåller obligatoriska laborationer.

Förväntade studieresultat

Efter genomgången kurs ska den studerande kunna:

- förklara hur Maxwells ekvationer kan ge upphov till en vågekvation som beskriver ljusets utbredning i olika typer av media,
- förklara hur elektronoscillatormodellen (Lorentzatomen) beskriver interaktionen mellan ljus och materia,
- förklara hur dipolstrålning och Rayleigh-spridning uppkommer från klassiska dipoler,
- redogöra för ursprunget till ett medias brytningsindex och dess roll för att beskriva ett medias dispersion och absorption,
- förklara uppkomsten av, och redogöra för effekten av, Doppler-, kollisions-, och livstidsbreddning hos atomära/molekylära system,
- redogöra för hur emissions och absorptionsprocesser i atomära/molekylära system kan beskrivas, huvudsakligen formulerade i termer av s.k. "rate"-ekvationer,
- redogöra för fenomen som optisk mätnad, populationsinversion och optisk pumpning,
- redogöra för ljusets utbredning i en optisk kavitet (så kallad Fabry-Perot-kavitet),
- redogöra för grunderna för laserverkan, huvudsakligen baserade på koncept som förstärkning, "feedback", och tröskelnivåer, i såväl tre- som fyrnivåsystem,
- redogöra för kontinuerliga lasrars effekt- och frekvensegenskaper, huvudsakligen baserade på fenomen som "mode beating", "frequency pulling" och "hole burning",
- redogöra för lasrars transienta egenskaper, huvudsakligen "Q-switching", "relaxation oscillations", och "mode-locking", baserat på s.k. "rate" ekvationer,
- redogöra för kaviteters och resonatorers spatiella egenskaper,
- redogöra för hur Gaussiska strålar utbreder sig i rymden och i optiska system,
- beskriva specifika lasrars grundläggande principer och funktion (gaslasrar, vätskelasrar, fasta tillståndslasrar, pulsade kontra kontinuerliga etc.),
- ge exempel på olika typer av lasrars generella egenskaper

Laborationer

- iii) Studera modstruktur hos en He-Ne laser
- iv) Konstruera en egen He-Ne laser

Kursutvärdering Betyg 5.1 (1-6)

Overall the course was very appreciated, both lectures and lab sessions. Students found it both

interesting and useful. The ring binders used as course material were considered a bit out of date and the homepage for the status of the lab reports should be more frequently updated.

Kursansvarig Ove Axner