



INSTITUTIONEN FÖR FYSIK

FYM290 Kvantmekanik, 4,5 högskolepoäng

Quantum mechanics, 4.5 credits

Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Institutionen för fysik 2019-03-11 och senast reviderad 2023-05-08. Den reviderade kursplanen gäller från och med 2024-01-15, vårterminen 2024.

Utbildningsområde: Naturvetenskapligt 100 %

Ansvarig institution: Institutionen för fysik

Inplacering

Kursen ingår i masterprogrammet i fysik.

Kursen kan ingå i följande program: 1) Physics, Master Program (N2PHY) och 2) Complex Adaptive Systems, Master Program (N2CAS)

Huvudområde

Fysik

Fördjupning

A1N, Avancerad nivå, har endast kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Förkunskapskrav

Kandidatexamen i fysik eller motsvarande, inklusive 30 hp matematik (inbegripet linjär algebra och analys) samt elektromagnetism och kvantmekanik).

Sökande måste påvisa kunskaper i engelska: engelska 6/engelska B från svenska gymnasiet, eller motsvarande nivå av ett internationellt erkänt test, till exempel TOEFL, IELTS.

Lärandemål

Kursen är en fortsättning på de inledande kvantfysikkurserna och syftar till att ge studenterna djupare kunskap om icke-relativistisk kvantmekanik, att demonstrera hur kvantmekaniken kan användas för att beskriva mikroskopiska fenomen och att

introducera kvantfysikens moderna tillämpningar. Kursen börjar med en kort genomgång av kvantmekanikens grunder och fortsätter sedan med att redogöra för kraftfulla metoder för att studera en- och fåpartikelsystem. Därefter behandlas gradvis allt mer komplexa system, vilket slutligen leder till andrakvantisering och en beskrivning av spontan och stimulerad ljusemission. Dessa begrepp illustreras med exempel från modern teknik, inklusive en gästföreläsning om kvantinformation och kvantdatorer. På så sätt förbereds studenterna för kurser i exempelvis kondenserade materiens fysik, kvantfältteori eller spektroskopi.

Efter godkänd kurs ska studenten kunna:

- Redogöra för och förklara de grundläggande principerna för kvantmekanik
- Redogöra för dynamiken hos kvantmekaniska system i Schrödingers, Heisenbergs och växelverkanbeskrivning
- Förklara korrespondensprincipen och hur den klassiska mekaniken relateras till kvantmekaniken
- Använda WKB-approximationen
- Tillämpa spridningsteori för att beräkna tvärsnittet för partiklar som växelverkar med en potential, en annan partikel eller en kristall
- Redogöra för hur partiklar i ett magnetfält modelleras och använda detta för att förklara Zeemans och Aharonov-Bohms effekter
- Förstå begreppet täthetsoperator och tillämpa det för att beskriva ensembler och öppna system
- Redogöra för och förklara andrakvantisering och tillämpa den på gittervibrationer (fononer) och det elektromagnetiska fältet (fotoner)
- Använda de begrepp som utvecklats i kursen för att beskriva fenomenen spontan och stimulerad emission
- Redogöra för de grundläggande principerna bakom kvantinformation och kvantdatorer
- Läsä vetenskaplig litteratur om ovanstående ämnen

Innehåll

- Genomgång av Diracs formalism, icke-kommuterande observerbara storheter och representationer
- Kvantdynamik: Schrödingers, Heisenbergs och växelverkanbeskrivning
- Korrespondensprincipen, Ehrenfests sats, dolda variabler och Bell-olikheter
- WKB-approximationen
- Spridningsteori
- Laddade partiklar i ett magnetiskt fält, Zeemaneffekten, Aharonov-Bohms effekt
- Täthetsoperatorn, rena och blandade tillstånd, ensembles och öppna system
- Andrakvantiseringen

- Radiativa övergångar; spontan och stimulerad emission; Rabi-oscillationer
- Kvantinformation; sammanflätning; no-cloning theorem; kvantdatorer

Former för undervisning

Kursen omfattar föreläsningar, problemlösning och gästföreläsningar. Deltagande i gästföreläsningar är obligatoriskt.

Undervisningsspråk: engelska

Former för bedömning

Examinationen baseras på obligatoriska inlämningsuppgifter som lämnas in under kursens gång och en obligatorisk muntlig tentamen i slutet av kursen.

Om student som underkänts två gånger på samma examinerande moment önskar byte av examinator inför nästa examinationstillfälle, ska sådan begäran inlämnas skriftligt till institutionen och bifallas om det inte finns särskilda skäl däremot (HF 6 kap § 22).

I det fall en kurs har upphört eller genomgått större förändringar ska student garanteras minst tre examinationstillfällen (inklusive ordinarie examinationstillfälle) under en tid av minst ett år, dock som längst två år efter det att kursen upphört/förändrats. Vad avser praktik och VFU gäller motsvarande, men med begränsning till endast ett ytterligare examinationstillfälle.

Betyg

På kursen ges något av betygen Väl godkänd (VG), Godkänd (G) och Underkänd (U). För betyg VG krävs VG både på inlämningsuppgifterna och på den muntliga tentamen.

Kursvärdering

Resultatet och eventuella förändringar i kursens upplägg ska förmedlas både till de studenter som genomförde värderingen och till de studenter som ska påbörja kursen.