



LUNDS
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYTN10, Teoretisk fysik: Introduktion till kvantfältteori, 7,5 högskolepoäng

Theoretical Physics: Introduction to Quantum Field Theory, 7.5 credits

Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2011-02-07 (N 2011/75). Kursplanen träder i kraft 2011-02-07 och gäller från och med höstterminen 2011.

Allmänna uppgifter

Kursen är en valbar kurs på avancerad nivå för en naturvetenskaplig masterexamen med inriktning mot fysik.

Undervisningsspråk: Svenska och Engelska
Vid behov ges kursen i sin helhet på engelska.

Huvudområde Fördjupning

Fysik A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som
förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens syfte är att ge studenten de teoretiska begrepp, baserade på kvantmekanik och speciell relativitetsteori, som behövs för att beskriva relativistiska partiklar och deras växelverknningar.

Kursens mål är att studenten efter avslutad kurs ska ha förvärvat följande kunskaper och färdigheter:

- **Klassisk fältteori:** Studenten behärskar grunderna i Hamilton- och Lagrangeformulering av klassisk fältteori samt relationen mellan symmetrier hos Lagrangefunktionen och bevarandelagar

- **Lorentzkovarians:** Studenten har insikt om vikten av att teorier formuleras på ett Lorentzinvariant sätt samt hur detta manifesteras för olika sorters fält och andra representationer av Lorentzgruppen.
- **Dirac och Klein-Gordon fält:** Studenten behärskar Klein-Gordon- och Diracekvationerna med deras olika symmetriegenskaper samt egenskaperna hos lösningarna till dessa. Studenten förstår hur skalär- och Diracfält kvantiseras samt kan använda dessa för att beräkna bevarade storheter som energi och impuls. Studenten förstår vad en propagator är och hur dess egenskaper är relaterade till kausalitet samt hur den kan användas för att beskriva hur en partikel rör sig i rum-tiden. Studenten förstår hur strömmar och densiteter kan sättas samman av kombinationer av Dirac- och Klein-Gordon-fält. Studenten kan beskriva hur fälten och skapelse- och förintelseoperatorerna transformeras under laddningskonjugerings-, paritets-, och tidsinverterings-transformationer.
- **Störningsteori:** Studenten förstår den grundläggande filosofin bakom störningsteori samt betydelsen av asymptotiska tillstånd och definitionen av träffyta och sönderfallsvidd. Studenten behärskar störningsutvecklingen för korrelationsfunktioner samt spridnings- och sönderfallsprocesser samt hur man kan förenkla dessa beräkningar med Feynmandiagram både för bosoner och fermioner. Studenten behärskar Feynmanreglerna för enklare teorier som Yukawateorin och kvantelektrodynamik samt förstår hur de kan härledas från Lagrangetätheten.
- **Kvantelektrodynamik:** Studenten kan göra enklare beräkningar av processer på trädnivå såsom elektron-positron-spridning och Comptonspridning samt kan relatera olika processer med hjälp av korsningsrelationer
- **Strålningskorrektioner:** Studenten har insikt i hur teorin kan omformuleras på ett konsistent sätt för att inkludera processer med högre ordningars strålningskorrektioner.

Exempel på problem som studenten ska kunna lösa efter genomgången kurs:

- Bestäm Hamiltonoperatör för ett reellt Klein-Gordon-fält utifrån Lagrangetäthet.
- Verifiera transformationsegenskaperna för en vektor- och en axialvektorström under paritets- och laddningskonjugeringstransformationerna.
- Visa att en tidsordnad produkt av skalär- och Dirac-fält kan skrivas som summan av en normalordnad produkt och en propagator.
- Beräkna spridningsamplituden för elektron-myon-spridning.
- Förklara relationen mellan de oändliga delarna av de virtuella och reella strålningskorrektionerna.

Kursens innehåll

Kursen består av ett delmoment enligt ovan om sammanlagt 7,5 högskolepoäng.

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och räkneövningar.

Kursens examination

Examination sker med skriftliga inlämningsuppgifter samt muntlig teoritentamen.

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning härtill.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd muntlig tentamen samt godkända inlämningsuppgifter.

Slutbetyget avgörs genom sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs kvantmekanik (särskilt tidsberoende störningsteori) motsvarande FYTA12 Grundläggande teoretisk fysik 30 hp eller FYSN17 (kvantmekanik) samt fördjupade kunskaper motsvarande minst en av kurserna FYTN04 Teoretisk partikelfysik 7,5 hp eller FYST37 Avancerad kvantmekanik 7,5 hp, samt Engelska B eller motsvarande. Därutöver rekommenderas även kunskaper i matematik motsvarande FYTN01 Fysikens matematiska metoder 7,5 hp.