



LUNDS
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYTN19, 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 2022-06-08. Kursplanen träder i kraft 2022-06-08 och gäller från och med vårterminen 2023.

Allmänna uppgifter

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

Undervisningsspråk: Engelska

Huvudområde Fördjupning

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

Kursens mål

Kursens övergripande mål är att ge grundläggande kunskap om kvantfältteoriens fundamentala koncept i den kanoniska formuleringen, baserad på kvantmekanik och speciell relativitetsteori, som behövs för att beskriva relativistiska partiklar och deras växelverknings.

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- förklara grunderna i Hamilton- och Lagrangeformulering av klassisk fältteori samt relationen mellan symmetrier hos Lagrangefunktionen och bevarandelagar,
- beskriva Klein-Gordon-, Dirac- och Maxwellekvationerna med deras olika symmetriegenskaper samt egenskaperna hos lösningarna till dessa,

- förklara hur skalär-, fermion- och vektorfält kvantiseras inkluderande deras propagatorer, fysikaliska tillstånd och egenskaper under laddningskonjugerings-, paritets-, och tidsinverterings-transformationer,
- beskriva störningsutvecklingen för korrelationsfunktioner samt spridnings- och sönderfallsprocesser samt hur man kan förenkla dessa beräkningar med Feynmandiagram,
- förklara den grundläggande filosofin bakom störningsteori inkluderande asymptotiska tillstånd, träffyta och sönderfallsvidd,
- förklara på ett grundläggande sätt hur teorin kan omformuleras på ett konsistent sätt för att inkludera processer med högre ordningars strålningskorrektioner.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- beräkna bevarade storheter som energi och impuls från Lagrangetätheten,
- växla mellan Heisenberg-, Schrödinger- och växelverkansbilderna och använda dem på ett korrekt sätt,
- härleda Feynmanreglerna för enklare teorier som Yukawateorin och kvantelektrodynamik från Lagrangetätheten,
- göra enklare beräkningar av processer på trädnivå såsom elektron-positron-spridning och Comptonspridning samt relatera olika processer med hjälp av korsningsrelationer.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- argumentera för vikten av att teorier formuleras på ett Lorentzinvariant sätt samt hur detta manifesteras för olika sorters fält och andra representationer av Lorentzgruppen.

Kursens innehåll

Kursen behandlar:

- grunderna i Hamilton- och Lagrangeformulering av klassisk fältteori,
- Klein-Gordon-, Dirac- och Maxwellekvationerna och deras lösningar med kvantisering, egenskaper under Lorentztransformationer och diskreta symmetrier,
- principerna för störningsteori och beräkningen av träffytor och sönderfallsvidder med hjälp av Feynmandiagram
- Feynmanregler för enklare teorier som Yukawateorin och kvantelektrodynamik
- beräkningar av processer på trädnivå i kvantelektrodynamik
- strålningskorrektioner med infraröda och ultravioletta divergenser samt begreppet renormering.

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar och räkneövningar.

Kursens examination

Examination sker i form av skriftliga inlämningsuppgifter under kursens gång samt muntlig teoritentamen vid kursens slut. För deltagande i muntlig teoritentamen krävs godkända inlämningsuppgifter.

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

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt studentstöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Betyg

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

Betygsskalan för skriftliga inlämningsuppgifter är Underkänd, Godkänd, medan muntlig teoritentamen betygsätts enligt betygsskala Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

Slutbetyget avgörs av den muntliga teoritentamen.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs 135 hp i naturvetenskapliga studier varav 90 hp i fysik och 45 hp i matematik, alternativt en kandidatexamen i fysik – i båda fallen inkluderande kvantmekanik (särskilt tidsberoende störningsteori) motsvarande FYSN17, Kvantmekanik, 7,5 hp samt fördjupade kunskaper motsvarande minst en av kurserna FYTN18, Teoretisk partikelfysik, 7,5 hp eller FYST37, Avancerad kvantmekanik, 7,5 hp, samt Engelska 6/B eller motsvarande.

Övrigt

Kursen ersätter FYTN10, Introduktion till kvantfältteori, 7,5 hp, och kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med denna kurs.

Kunskaper i matematik motsvarande FYTN01, Fysikens matematiska metoder, 7,5 hp, rekommenderas men är inte ett krav.

Kursen ges vid institutionen för astronomi och teoretisk fysik, Lunds universitetet.