LUNDS UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

FYTN04, Teoretisk fysik: Teoretisk partikelfysik, 7,5 högskolepoäng

Theoretical Physics: Theoretical Particle Physics, 7.5 credits

Avancerad nivå / Second Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2007-03-01 att gälla från och med 2007-07-01, höstterminen 2007.

Allmänna uppgifter

Kursen är på avancerad nivå i en naturvetenskaplig masterexamen med inriktning mot fysik.

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

Huvudområde	*Fördjupning*
Fysik	A1N, Avancerad nivå, har endast kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursens syfte att ge studenten de teoretiska grunderna för standardmodellen för partikelfysik samt dess möjliga utvidgningar.

Kursens mål är att studenter efter avslutad kurs skall ha förvärvat följande kunskaper och färdigheter:

- *Standardmodellens byggstenar:* Studenten kan redogöra för alla kvarkar, leptoner och gaugebosoner som ingår i standardmodellen. Studenten kan även redogöra för de vanligaste hadronerna, samt beskriva partiklarnas inbördes ordning i massa.
- *Gruppteori*: Studenten förstår grunderna i gruppteori och hur grupper kan användas för att beskriva symmetrier.
- *Lagrangefunktioner*: Studenten förstår hur lokala gaugesymmetrier via kovarianta derivator ger upphov till växelverkanstermer i lagrangetätheten och kan redogöra för hur man ur enkla symmetriantaganden kommer fram till Maxwells ekvationer. Studenten förstår hur Dirac-ekvationen hanteras i lagrangetätheten.

- *Standardmodellen*: Studenten kan redogöra för de olika termerna i lagrangetätheten för standardmodellen samt vilka typer av processer dessa leder till. Studenten förstår och kan redogöra för higgsmekanismen och hur partikelmassor kan introduceras genom denna.
- *Träffytor*: Studenten förstår hur man översätter växelverkanstermer i lagrangetätheten till Feynman-diagram och kan använda detta för att göra uppskattningar av tvärsnitt för olika produktions-, sönderfalls- och spridningsprocesser.
- *Stark växelverkan*: Studenten förstår begreppet asymptotisk frihet och hur denna leder till instängningsmekanismen för kvarkar och gluoner. Studenten kan redogöra för hur kvarkar omvandlas till hadroner i spridningsexperiment. Studenten förstår hur partontäthetsfunktioner mäts och används för att beräkna tvärsnitt i hadronkollissioner.
- *Elektrosvag växelverkan*: Studenten kan beräkna livstider och sönderfallsvidder för de elektrosvaga vektorbosonerna och för higgspartikeln, samt kan uppskatta produktionstvärsnitt för dessa.
- *Skalbrott*: Studenten kan redogöra för hur och varför kopplingskonstanter anses kunna variera beroende på hur höga energier som är involverade i en process, samt förklara varför den starka kopplingen minskar med ökande energi, medan den elektromagnetiska kopplingen ökar.
- *CP-brott*: Studenten kan härleda hur mixning mellan kvarkfamiljer beskrivs i standardmodellens lagrangetäthet, samt hur mixning mellan alla tre kvarkfamiljer leder till att CP-symmetrin inte är bevarad.
- *Experiment*: Studenten kan redogöra för de viktigaste experimenten inom partikelfysik sedan omkring 1980. Studenten förstår vilka typer av partiklar som kan detekteras i dessa experiment och kan redogöra för de vanligaste typerna av detektorer.
- *Neutrinomassor och -oscillationer*: Studenten förstår hur existensen av neutrinomassor kan leda till neutrinooscillationer. Studenten kan uppskatta hur stora oscillationerna blir beroende på hur stora masskillnaderna är.
- *Storförening och supersymmetri*: Studenten kan beskriva hur man genom att lägga till termer i standardmodellens lagrangetäthet kan studera möjliga utvidgningar av standardmodellen. Studenten kan även beskriva de grundläggande antagandena bakom storförening och supersymmetri.
- *Anknytningar till kosmologi och astrofysik*: Studenten ska kunna ge exempel på hur astrofysiska observationer kan begränsa vilka utvidgningar av standardmodellen som är möjliga. Studenten kan uppskatta hur stor andel av den mörka materien som kan utgöras av neutriner.

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

- Givet en standardmodellprocess vid ett givet kollisionsexperiment, uppskatta med utgångspunkt från standardmodellens lagrangetäthet hur stort tvärsnittet är och hur många motsvarande händelser man kan tänkas observera med en given integrerad luminositet.
- Visa genom att uppskatta tvärsnitt vilka de viktiga produktions- och sönderfallskanalerna för higgspartikeln är vid Large Hadron Collider experimenten på CERN, och hur beror dessa på higgsmassan. Redogör också för hur higgspartikeln kan detekteras vid experimentet för de olika kanalerna.
- Redogör för vilka parametrar som ingår i standardmodellen och ge exempel på hur dessa kan mätas.

Kursens innehåll

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

Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar samt räkneövningar.

Kursens examination

Examination sker med skriftliga inlämningsuppgifter, muntlig seminarieuppgift samt muntlig tentamen. För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning härtill.

Prov/moment för denna kurs finns i en bilaga i slutet av dokumentet.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.
För godkänt betyg på hela kursen krävs godkänd muntlig tentamen, godkända inlämningsuppgifter samt godkänd seminarieuppgift.
Slutbetyget avgörs genom en sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs engelska B samt grundläggande behörighet samt kunskaper motsvarande 90 hp fysik och 30 hp matematik.

Prov/moment för kursen FYTN04, Teoretisk fysik: Teoretisk partikelfysik

Gäller från H07

0701 Teoretisk partikelfysik, 7,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd