



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

**FYTN18, 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 2019-11-29 och senast reviderad 2020-12-14. Den reviderade kursplanen gäller från och med 2020-12-14, höstterminen 2021.

### Allmänna uppgifter

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

*Undervisningsspråk:* Engelska

*Huvudområde*

Fysik

*Fördjupning*

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

### Kursens mål

Kursens syfte är att studenten ska lära sig de teoretiska grunderna för standardmodellen för partikelfysik och dess möjliga utvidgningar, samt kunskap om standardmodellens experimentella stöd.

### Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- redogöra för alla kvarkar, leptoner och gaugebosoner som ingår i standardmodellen samt de vanligaste hadronerna.
- redogöra för vilka parametrar som ingår i standardmodellen och ge exempel på hur dessa kan mätas.
- redogöra för grunderna i gruppteori och hur grupper kan användas för att beskriva symmetrier.
- redogöra för hur lokala gaugesymmetrier via kovarianta derivator ger upphov till växelverkanstermer i lagrangetätheten

- redogöra för Klein-Gordon och Dirac-ekvationerna och deras relation.
- redogöra för de olika termerna i lagrangetätheten för standardmodellen samt vilka typer av processer dessa leder till.
- förklara higgsmekanismen och hur partikelmassor kan introduceras genom denna.
- förklara begreppet asymptotisk frihet och hur detta leder till instängningsmekanismen för kvarkar och gluoner.
- redogöra för hur kvarkar omvandlas till hadroner i spridningsexperiment.
- redogöra för hur och varför kopplingskonstanter anses kunna variera beroende på hur höga energier som är involverade i en process.
- förklara hur existensen av neutrino massor leder till neutrinooscillationer.

### **Färdighet och förmåga**

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- översätta växelverkanstermer i lagrangetätheten till Feynman-diagram och använda detta för att göra uppskattningar av träffytor för olika produktions-, sönderfalls- och spridningsprocesser.
- beskriva hur partontäthetsfunktioner mäts och används för att beräkna träffytor i hadronkollisioner.
- beräkna livstider och sönderfallsvidder för de elektrosvaga vektorbosonerna och för higgspartikeln, samt uppskatta produktionsträffytan för dessa partiklar.
- beräkna hur den starka kopplingen minskar med ökande energi och hur den elektromagnetiska kopplingen ökar.
- härleda hur mixning mellan kvarkfamiljer beskrivs i standardmodellens lagrangetäthet, samt hur mixning mellan alla tre kvarkfamiljer leder till att CP-symmetrin inte är bevarad.
- uppskatta hur stora neutrinooscillationerna blir beroende på hur stora masskillnaderna är.

### **Värderingsförmåga och förhållningssätt**

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

- beskriva hur man genom att lägga till termer i standardmodellens lagrangetäthet kan studera möjliga utvidgningar av standardmodellen.
- beskriva de grundläggande antagandena bakom storförening och supersymmetri och ge exempel på hur astrofysiska observationer kan begränsa vilka utvidgningar av standardmodellen som är möjliga.
- givet en standardmodellprocess vid ett visst kollisionsexperiment, uppskatta med utgångspunkt från standardmodellens lagrangetäthet hur stor träffytan är och hur många motsvarande händelser man kan tänkas observera med en given integrerad luminositet.
- genom att uppskatta träffytan kunna redogöra för de viktigaste produktions- och sönderfallskanalerna för higgspartikeln vid Large Hadron Collider experimenten på CERN, och visa hur dessa beror på higgsmassan.

### **Kursens innehåll**

Kursen behandlar teoretisk partikelfysik. Särskilt ingår följande:

- Standardmodellens byggstenar
- Grundläggande gruppteori
- Lagrangetäthetsfunktioner
- Dirac- och Klein-Gordon ekvationerna

- Standardmodellens lagrangetäthet
- Träffytor
- Stark växelverkan
- Elektrosvag växelverkan
- Skalberoende
- CP-brott
- Experimentellt stöd för standardmodellen
- Neutrinomassor och -oscillationer
- Storförening och supersymmetri

## Kursens genomförande

Undervisningen utgörs av föreläsningar samt räkneövningar.

## Kursens examination

Examination sker i form av en skriftlig tentamen samt två muntliga tentamina vid kursens slut. 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 stöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

*Provmoment 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 skriftlig tentamen samt godkända muntliga tentamina. Slutbetyget avgörs genom en sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen med vikterna 1/3 för skriftlig tentamen och 1/3 för vardera av de muntliga tentamina.

## Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs 90 hp i fysik och 45 hp i matematik, alternativt en kandidatexamen i fysik – i båda fallen inkluderande kunskaper motsvarande FYTB14 Klassisk mekanik och speciell relativitetsteori, 7,5 hp. Engelska 6/B samt grundläggande behörighet. Kunskaper motsvarande FYSC14 Partikelfysik, kosmologi och accelerators, 7,5 hp, rekommenderas.

## Övrigt

Kursen kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med FYTN04 Teoretisk partikelfysik, 7,5 hp.

## Prov/moment för kursen FYTN18, Teoretisk fysik: Teoretisk partikelfysik

### Gäller från H21

- 2101 Skriftlig tentamen, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2102 Muntlig tentamen fenomenologi, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2103 Muntlig tentamen teori, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd

### Gäller från H20

- 2001 Skriftlig hemtentamen, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2002 Muntlig tentamen fenomenologi, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2003 Muntlig tentamen teori, 2,5 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd