



Studieplan för ämne på forskarnivå

| Ämne | Fastställd | Diarienummer | Ks-kod |
|--------------|------------|--------------|--------|
| Fysik | 2017-05-10 | V-2017-0435 | 3.2.3 |

Allmän studieplan för utbildning på forskarnivå i Fysik

Skolan för Teknikvetenskap
Skolan för Informations- och Kommunikationsteknik
Skolan för Datavetenskap och Kommunikation
Kungliga Tekniska Högskolan
Stockholm

Nationella föreskrifter för forskarstudier finns angivna i Högskoleförordningen (SFS 1993:100). Gemensamma föreskrifter och riktlinjer för forskarstudier vid KTH finns angivna KTH:s övergripande regelverk för utbildning på forskarnivå. Denna studieplan för utbildning på forskarnivå i ämnet fysik kompletterar dessa gemensamma föreskrifter och riktlinjer med följande ämnesspecifika anvisningar.

Ämnets benämning

Forskarutbildningsämnet benämns Fysik. Det engelska namnet är *Physics*.

1. Ämnesbeskrivning

1.1 Vetenskapligt område

Fysiken är den vetenskap som beskriver materiens struktur, växelverkan och samband mellan materia och energi samt naturens grundläggande processer. Doktorsprogrammet i Fysik omfattar en mängd olika forskningsområden inom fysiken och sträcker sig från grundläggande och teoretisk forskning inom modern fysik samt tillämpad och riktad forskning inom kärnteknik, till tvärvetenskaplig och interdisciplinär forskning inom biologisk och biomedicinsk fysik.

1.2 Inriktningar

Forskarutbildningen bedrivs inom sex inriktningar: *Atomär, subatomär och astrofysik, Teoretisk fysik, Material- och nanofysik, Optik och fotonik, Biologisk och biomedicinsk fysik, samt Kärnteknik.*

På grund av den tvärvetenskapliga karaktären för forskningen som bedrivs inom inriktningen *Biologisk och biomedicinsk fysik* ingår även forskarutbildningsämnet *Biologisk fysik* inom Doktorsprogrammet i Fysik för forskarstuderande som inte uppfyller behörighet för forskarutbildningsämnet *Fysik* (se separat ämnesstudieplan för Biologisk fysik).

2. Mål för utbildning på forskarnivå i ämnet fysik

Målen för forskarutbildningen i Fysik följer de gemensamma målen för utbildning på forskarnivå enligt högskoleförordningen. Dessa mål är uppdelade i tre kategorier: 1. Kunskap och förståelse, 2. Färdighet och förmåga, 3. Värderingsförmåga och förhållningssätt. En konkretisering av hur dessa mål kan uppfyllas inom ramen för doktorsprogrammet i Fysik finns bifogat i bilaga A.

För att säkerställa att samtliga formella krav för doktorsexamen blir uppfyllda ska doktoranden examineras i den enda obligatoriska kursen på programmet, SH3000 – *Bredd och etik i fysik* (7.5 hp).

3. Utbildningens uppläggning

Utbildningen på forskarnivå består av en kursdel och en avhandlingsdel och kan avslutas med doktorsexamen eller licentiatexamen. Doktorsexamen motsvarar fyra års heltidsstudier (240 hp) och licentiatexamen två års heltidsstudier (120 hp). Under utbildningstiden handleds doktoranden av en huvudhandledare samt av en eller flera biträdande handledare. Huvudhandledaren utses i samband med antagningen och har tillsammans med doktoranden ansvar för att kursstudierna och avhandlingsarbetet framskrider planenligt. I anslutning till antagningen skall en individuell studieplan upprättas enligt de interna föreskrifter och riktlinjer som finns angivna i KTH:s övergripande regelverk. Den individuella studieplanen ska uppdateras årligen.

Kursdelen kan bestå av föreläsningar, litteraturstudier och problemlösning samt aktivt deltagande i seminarier, och ska omfatta minst 30 högskolepoäng för licentiatexamen samt minst 60 högskolepoäng för doktorsexamen. För doktorsexamen ska minst 45 hp vara på forskarnivå, samt högst 10 hp på grundnivå. För licentiatexamen ska minst 15 hp vara på forskarnivå, samt högst 10 hp på grundnivå.

Under utbildningens gång uppmanas doktoranden att aktivt delta i forskningsseminarier inom Doktorsprogrammet i Fysik. För internationell erfarenhet bör doktoranden, om möjlighet ges, genom internationellt forskningsamarbete förlägga del av sina forskningsstudier utomlands.

Om doktoranden undervisar eller utför annan institutionstjänstgöring kan licentiatexamen och doktorsexamen i normalfallet ta upp till 2.5 år respektive 5 år. Vid undervisning inom utbildning på grundnivå eller avancerad nivå skall den forskarstuderande ha genomgått kurser med inriktning mot inledande högskolepedagogik eller på annat sätt förvärvat i huvudsak motsvarande kunskaper.

4. Kurser

Valet av kurser som ska ingå i utbildningen ska baseras på doktorandens tidigare kunskaper, och på kunskap och färdigheter som anses nödvändiga för avhandlingsarbetets genomförande, samt för att uppnå programmålen. För att säkerställa att samtliga formella krav för doktorsexamen blir uppfyllda ska doktoranden examineras i den enda obligatoriska kursen på programmet, *Bredd och etik i fysik*, 7.5 hp.

I övrigt, till följd av programmets bredd, interdisciplinära och tvärvetenskapliga karaktär samt att forskarutbildningen i hög grad är individuellt anpassad efter doktorandens kunskapsbehov och det specifika forskningsprojektet ingår inga andra obligatoriska kurser inom programmet. Inom Doktorsprogrammet i Fysik kommer därför doktorandens och huvudhandledarens planeringsarbete, utformning och uppföljning av den individuella studieplanen vara av central betydelse för forskarutbildningen.

Ett stort antal kurser erbjuds inom Doktorsprogrammet i Fysik, men den forskarstuderande kan i samråd med sin huvudhandledare även välja andra kurser inom eller utanför KTH för att tillgodose det kunskapsbehov som anses nödvändig för avhandlingsarbetets utförande.

Doktorander med annan utbildningsbakgrund än inom fysik bör komplettera med kurs inom Modern fysik om minst 8 högskolepoäng för allmänt fördjupad kunskap inom ämnesområdet. Om doktoranden läst kurser med motsvarande kunskapsinnehåll i en tidigare utbildning behöver inga ytterligare kompletterande kurser läsas.

Allmän studieplan för Fysik

Kurser i högskolepedagogik är ett krav om undervisning inom grundnivå och avancerad nivå ska ske under utbildningstiden.

Följande kurser är de som ges vid Doktorsprogrammet i Fysik för närvarande:

Obligatoriska kurser

Kursnamn

Bredd och etik i fysik

Breddningskurser

Kursnamn

Aktuella ämnen inom astrofysik
Aktuella ämnen inom experimentell kärnfysik
Avancerade ämnen i kondenserade materiens fysik
Avancerade ämnen i materialvetenskap
Bildkvalitet inom medicin
Biomedicin för ingenjörer
Fysikens historia och kunskapsteori
Introduktion till biomedicin
Kvantelektronik
Material för energitillämpningar
Röntgenfysik och tillämpningar
Seminariekurs i teoretisk fysik
Statistisk mekanik
Ultraljudsfysik och tillämpningar

Fördjupningskurser

Kursnamn

Inriktning

| | |
|---|----------------------------------|
| Detektorteknik för kärn- och partikelfysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Experimentell kärnfysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Experimentell kosmisk strålningsfysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Fortsättningskurs i astrofysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Icke-Hermiteisk kvantmekanik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Kvantmångkroppsfysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Partikeldetektorer och deras tillämpningar | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Stjärnors slutstadier, supernovor och gammastrålningsutbrott | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Symmetrier i fysikaliska system | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Teoretisk kärnfysik | Atomär, subatomär och astrofysik |
| Bildfysik med inriktning mot biomedicinsk mikroskopi | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Bildfysik med inriktning mot biomedicinsk mikroskopi, utökad kurs | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Dator-och Simuleringsmetoder för medicinsk bildfysik | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Den biologiska cellens fysik I | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Den biologiska cellens fysik II | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Fluorescens-spektroskopi för biomolekylära studier | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Forskningens frontlinjer i Medicinsk och Biomedicinsk Teknik | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Fotonräknande system inom medicin | Biologisk och biomedicinsk fysik |
| Konvex optimering inom medicinsk avbildning | Biologisk och biomedicinsk fysik |

Allmän studieplan för Fysik

Entreprenörskap för tekniska fysiker
Fysikens historia och kunskapsteori
Grundläggande kommunikation och undervisning
Praktikaliteter för forskarstuderanden
Seminariekurser

5. Avhandling eller uppsats

Utbildningen i denna del syftar till att den studerande ska utveckla en förmåga att ge självständiga bidrag till forskningen samt också en förmåga till vetenskapligt samarbete, inom och utom det egna ämnet. Avhandlingen ska innehålla nya forskningsresultat som den forskarstuderande har tagit fram själv eller i samarbete med andra. De vetenskapliga huvudresultaten ska uppfylla kvalitetskraven för publicering i internationellt erkända tidskrifter med referentgranskning. Avhandlingen skrivs normalt som en sammanläggning av vetenskapliga artiklar med en särskilt författad sammanfattning, s.k. sammanläggningsavhandling. Under avhandlingsarbetet eftersträvas därför internationell publicering av uppnådda resultat. En licentiatuppsats bör innehålla vetenskapligt material svarande mot minst två för inriktningen representativa artiklar som kan publiceras i internationellt erkända tidskrifter med referentgranskning, samt att forskningsresultaten har presenterats vid åtminstone en internationell konferens. En doktorsavhandling bör innehålla vetenskapligt material svarande mot minst fyra för inriktningen representativa artiklar, samt att forskningsresultaten har presenterats vid åtminstone två internationella konferenser. Doktorsavhandlingen och licentiatuppsats bör skrivas på engelska.

Avhandlingsarbetet är en obligatorisk del av utbildningen på forskarnivå som skall försvaras vid en offentlig disputation i enlighet med de interna föreskrifter och riktlinjer som finns angivna för doktorsexamen samt licentiatexamen i KTH:s övergripande regelverk.

6. Behörighet och urval

6.1 Grundläggande och särskild behörighet samt förkunskaper

Grundläggande behörighet följer de allmänna regler som fastställts enligt högskoleförordningen.

Som särskild behörighet för antagning till utbildning på forskarnivå i ämnet Fysik gäller att den sökande skall ha:

1. uppfyllt grundläggande behörighet inom området fysik, eller
2. på något annat sätt inom eller utom landet förvärvat i huvudsak motsvarande kunskaper inom för inriktningen relevanta områden.

Forskarstuderande förväntas kunna läsa och skriva vetenskaplig engelska samt kunna tala engelska obehindrat. Högre ställda krav på behörighet kan förekomma beroende på forskningens utformning och inriktning, och beskrivs i samband med utlysning av lediga studieplatser.

6.2 Urval

Urval bland de sökande görs utifrån den kunskapsprofil som eftersöks för det specifika doktorandprojekt som formulerats i samband med annonsering av lediga studieplatser. Av stort intresse vid denna bedömning är tidigare studieresultat i kurser av fördjupningskaraktär i akademisk utbildning på avancerad nivå eller självständigt utförda vetenskapliga arbeten. Förutom behörighet är det graden av mogenhet och förmåga till självständigt omdöme och

kritisk analys som läggs till grund för urvalet. Det slutliga valet baseras på studentens bedömda förmåga och möjlighet att genomföra och tillgodogöra sig hela utbildningen på forskarnivå.

För slutlig antagning till utbildningen på forskarnivå i ämnet Fysik krävs även:

- att handledare är tillgängliga och kan utses till doktoranden,
- att det finns finansiering för doktoranden,
- att en plats kan beredas inom en forskargrupp, samt
- att det finns tillgång till utrustning och infrastruktur nödvändig för utbildningens genomförande.

7. Examina och prov i utbildningen på forskarnivå

I kurser på forskarnivå ska ingå ett muntligt prov eller skriftligt kunskapsprov. Utformningen av examinationen ska i enskilt fall vara sådan att examinatorn kan övertyga sig om att den studerande uppfyller kursens lärandemål. Beslut om tillgodoräknande av kurser som tagits före antagning till utbildning på forskarnivå fattas i enlighet med de interna föreskrifter och riktlinjer som finns angivna för doktorsexamen samt för licentiatexamen i KTH:s övergripande regelverk.

Bilaga A

Konkretisering av hur HF:s mål för forskarutbildningen kan uppfyllas

HF:s mål för forskarutbildningen skall kontinuerligt bedömas och redovisas i ISP under utbildningens gång. Målen och förslag på hur dessa kan uppfyllas och kontrolleras för en doktorsexamen, uppdelat i tre olika kategorier (A, B och C) ges nedan (formuleringarna för en Licentiatexamen skiljer sig marginellt men finns också med). I början av utbildningen, då inga eller få mål är uppfyllda, bör en kort beskrivning ges om hur målen planeras uppfyllas. Under utbildningen bör planen för måluppfyllande succesivt ersättas med korta redovisningar av hur de olika målen har uppfyllts.

Doktorsexamen

A. Kunskap och förståelse:

A1. Visa brett kunnande inom och en systematisk förståelse av forskningsområdet samt djup och aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av forskningsområdet.

- *Detta mål anses uppfyllt t.ex. genom att delta i forskarnivåkurser och läsa in och följa relevant vetenskaplig litteratur. Målet kan t.ex. kontrolleras genom författandet av välbalanserade introduktioner och bakgrunder i vetenskapliga artiklar, konferensbidrag och doktorsavhandlingens introduktion, samt genom att kunna presentera och diskutera sina och andras forskningsresultat vid konferenser och seminarier.*

A2. Visa förtrogenhet med vetenskaplig metodik i allmänhet och med det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. genom att delta i relevanta forskarnivåkurser och i avhandlingen och vetenskapliga artiklar identifiera och använda för ämnet aktuella metoder vid lösandet av ställda forskningsfrågor.*

B. Färdighet och förmåga:

B1. Visa förmåga till vetenskaplig analys och syntes samt till självständig kritisk granskning och bedömning av nya och komplexa företeelser, frågeställningar och situationer.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. genom att ha identifierat ej tidigare observerade fenomen och föreslagit nya forskningsfrågor, bidragit med en vetenskaplig förklaring och dragit relevanta slutsatser i de vetenskapliga artiklar och konferensbidrag som doktoranden författat/medförfattat.*

B2. Visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder bedriva forskning och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och att granska och värdera sådant arbete.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. kritisk granskning av tidigare arbeten i området, vilka sammanfattas i de vetenskapliga artiklar som doktoranden författat/medförfattat samt i doktorsavhandlingen; och baserat på denna kunskap genom lämpliga val av lösningsmetodik för att lösa ställda forskningsfrågor. Den slutgiltiga bedömningen av detta mål görs av betygsnämnden vid disputationen.*

B3. Med en avhandling visa sin förmåga att genom egen forskning väsentligt bidra till kunskapsutvecklingen.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat av en avhandling som godkänts av en betygsnämnd.*

B4. Visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt med auktoritet presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. presentationer på vetenskapliga konferenser och/eller presentationer i ett industriellt sammanhang, samt uppfyllt och kontrollerat av en avhandling som diskuteras vid disputation och godkänts av en betygsnämnd.*

B5. Visa förmåga att identifiera behov av ytterligare kunskap.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning. Detta dokumenterats i viss mån i de vetenskapliga artiklarna och bör diskuteras i avhandlingen.*

B6. Visa förutsättningar för att såväl inom forskning och utbildning som i andra kvalificerade professionella sammanhang bidra till samhällets utveckling och stödja andras lärande.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. undervisning på grundutbildningen eller företagspresentationer, genom att vara behjälplig vid handledning av examensarbeten eller genom kunskapsöverföring till eventuella industriella partners.*

C. Värderingsförmåga och förhållningssätt:

C1. Visa intellektuell självständighet och vetenskaplig redlighet samt förmåga att göra forskningsetiska bedömningar.

- *Detta mål anses uppfyllt genom att, i den mån det varit relevant, etiska aspekter bedömts och diskuterats tillsammans med handledare i valet och utformningen av forskningsproblem. Forskningsresultatens inverkan på samhället i stort bör diskuteras med handledaren. Intellektuell självständighet klargörs bl.a. genom att den forskarstuderandes egna insatser tydligt redovisas i avhandlingen. Vetenskaplig redlighet kontrolleras t.ex. genom den plagiatkontroll som skall genomföras av avhandlingen.*

C2. Visa fördjupad insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

- *Genom att delta i och följa diskussioner och debatter i den akademiska miljön lokalt (institutionen) och i ett större sammanhang.*

Licentiatexamen

A. Kunskap och förståelse:

A1. Visa kunskap och förståelse inom forskningsområdet inbegripet aktuell specialistkunskap inom en avgränsad del av forskningsområdet.

- *Detta mål anses uppfyllt t.ex. genom att delta i forskarnivåkurser och läsa in och följa relevant vetenskaplig litteratur. Målet kan t.ex. kontrolleras genom författandet av välbalanserade introduktioner och bakgrunder i vetenskapliga artiklar, konferensbidrag och licentiatuppsatsens introduktion, samt genom att kunna presentera och diskutera sina och andras forskningsresultat vid konferenser och seminarier.*

A2. Visa fördjupad kunskap i vetenskaplig metodik i allmänhet och det specifika forskningsområdets metoder i synnerhet.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. genom att delta i relevanta forskarnivåkurser och i avhandlingen och vetenskapliga artiklar identifiera och använda för ämnet aktuella metoder vid lösandet av ställda forskningsfrågor.*

B. Färdighet och förmåga:

B1. Visa förmåga att kritiskt, självständigt, kreativt och med vetenskaplig noggrannhet identifiera och formulera frågeställningar samt att planera och med adekvata metoder genomföra ett begränsat forskningsarbete och andra kvalificerade uppgifter inom givna tidsramar och därigenom bidra till kunskapsutvecklingen samt att utvärdera detta arbete.

- *Detta mål anses uppfyllt och kontrollerat t.ex. kritisk granskning av tidigare arbeten i området, vilka sammanfattas i de vetenskapliga artiklar som doktoranden författat/ medförfattat samt i licentiatuppsatsen, föreslagit nya forskningsfrågor; och baserat på denna kunskap genom lämpliga val av lösningsmetodik för att lösa ställda forskningsfrågor.*

B2. Visa förmåga att i såväl nationella som internationella sammanhang muntligt och skriftligt klart presentera och diskutera forskning och forskningsresultat i dialog med vetenskapssamhället och samhället i övrigt.

- *Detta mål anses uppfyllt genom t.ex. presentationer på vetenskapliga konferenser och/ eller presentationer i ett industriellt sammanhang, samt uppfyllt och kontrollerat av en avhandling som diskuteras vid licentiatseminarium och godkänts av examinator.*

B3. Visa sådan färdighet som fordras för att självständigt delta i forsknings- och utvecklingsarbete och för att självständigt arbeta i annan kvalificerad verksamhet.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning och genom kunskapsöverföring till eventuella industriella partners. Detta dokumenterats i viss mån i de vetenskapliga artiklarna och bör diskuteras i avhandlingen.*

C. Värderingsförmåga och förhållningssätt

C1. Visa förmåga att göra forskningsetiska bedömningar i sin egen forskning.

- *Detta mål anses uppfyllt genom att, i den mån det varit relevant, etiska aspekter bedömts och diskuteras tillsammans med handledare i valet och utformningen av forskningsproblem. Forskningsresultatens inverkan på samhället i stort bör diskuteras med handledaren. Vetenskaplig redlighet kontrolleras t.ex. genom den plagiatkontroll som skall genomföras av avhandlingen.*

C2. Visa insikt om vetenskapens möjligheter och begränsningar, dess roll i samhället och människors ansvar för hur den används.

Allmän studieplan för Fysik

- *Genom att delta i och följa diskussioner och debatter i den akademiska miljön lokalt (institutionen) och i ett större sammanhang.*

C3. Visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att ta ansvar för sin kunskapsutveckling.

- *Detta mål anses uppfyllt, t.ex. genom att behovet av ny kunskap identifierats och lett till förslag på ny forskning eller deltagande i forskarutbildningskurs eller work-shop. Detta dokumenterats i viss mån i den individuella studieplanen.*