



# Studieordning for kandidatuddannelsen i fysik

Aalborg Universitet  
September 2016

## Forord

I medfør af lov 261 af 18. marts 2015 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning for kandidatuddannelsen i fysik. Uddannelsen følger endvidere Fællesbestemmelserne og tilhørende eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet.

## Indholdsfortegnelse

<b>KAPITEL 1: STUDIEORDNINGENS HJEMMEL MV.....</b>	<b>2</b>
1.1 BEKENDTGØRELSESRUNDLAG .....	2
1.2 FAKULTETSTILHØRSFORHOLD.....	2
1.3 STUDIENÆVNSTILHØRSFORHOLD .....	2
1.4 CENSORKORPS .....	2
<b>KAPITEL 2: OPTAGELSE, BETEGNELSE, VARIGHED OG KOMPETENCEPROFIL.....</b>	<b>2</b>
2.1 OPTAGELSE .....	2
2.2 UDDANNELSENS BETEGNELSE PÅ DANSK OG ENGELSK .....	2
2.3 UDDANNELSENS NORMERING ANGIVET I ECTS .....	2
2.4 EKSAMENSBEVISETS KOMPETENCEPROFIL.....	3
2.5 UDDANNELSENS KOMPETENCEPROFIL: .....	3
<b>KAPITEL 3: UDDANNELSENS INDHOLD OG TILRETTELÆGGELSE .....</b>	<b>4</b>
3.1 GENEREL OPBYGNING AF DE NATURVIDENSKABELIGE GYMNASIEFAGLIGE UDDANNELSER .....	4
3.2 OPBYGNINGEN AF KANDIDATUDDANNELSEN I FYSIK: .....	4
3.1 MODULBESKRIVELSER FOR 1. SEMESTER PÅ KANDIDATUDDANNELSEN, FYS7 .....	10
3.1.1 Projektmoduler på FYS7 .....	10
3.1.2 Kursusmoduler på FYS7 .....	12
3.2 MODULBESKRIVELSER FOR 2. SEMESTER PÅ KANDIDATUDDANNELSEN, FYS8 .....	16
3.2.1 Projektmoduler på FYS8 .....	16
3.2.2 Kursusmoduler på FYS8 .....	18
3.3 MODULBESKRIVELSER FOR 3. SEMESTER .....	22
3.3.1 Projektmodul på FYS9 .....	22
3.3.2 Kursusmoduler på FYS9. Valgfagskatalog .....	24
3.4 KANDIDATSPECIALE .....	28
<b>KAPITEL 4: IKRAFTTRÆDELSE, OVERGANGSREGLER OG REVISION .....</b>	<b>30</b>
<b>KAPITEL 5: ANDRE REGLER.....</b>	<b>30</b>
5.1 REGLER OM SKRIFTLIGE OPGAVER, HERUNDER KANDIDATPROJEKTET .....	30
5.2 REGLER OM MERIT, HERUNDER MULIGHED FOR VALG AF MODULER, DER INDGÅR I EN ANDEN UDDANNELSE VED ET UNIVERSITET I DANMARK ELLER UDlandet .....	30
5.3 EKSAMENSREGLER .....	30
5.4 DISPENSATION .....	30
5.5 AFSLUTNING AF KANDIDATUDDANNELSEN .....	31
5.6 REGLER OG KRAV OM LÆSNING AF TEKSTER PÅ FREMMEDSPROG .....	31
5.7 UDDYBENDE INFORMATION .....	31

## **Kapitel 1: Studieordningens hjemmel mv.**

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Kandidatuddannelsen i fysik er tilrettelagt i henhold til Ministeriet for Forskning, Innovation og Videregående Uddannelsers bekendtgørelse nr. 1520 af 16. december 2013 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 670 af 19. juni 2014 om eksamen ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen) med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 258 af 18. marts 2015 (Adgangsbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 114 af 3. februar 2015 (Karakterbekendtgørelsen) med senere ændringer.

### **1.2 Fakultetstilhørsforhold**

Kandidatuddannelsen hører under Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet.

### **1.3 Studienævnstilhørsforhold**

Kandidatuddannelsen hører under Studienævn for Matematik, Fysik og Nanoteknologi ved School of Engineering and Science.

### **1.4 Censorkorps**

Uddannelsen tilhører censorkorps for fysik og astronomi

## **Kapitel 2: Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil**

### **2.1 Optagelse**

Ansøgere med en bacheloruddannelse i fysik har retskrav på optagelse.

Studerende med en anden bacheloruddannelse vil efter ansøgning til studienævnet kunne optages efter en konkret faglig vurdering, såfremt ansøgeren skønnes at have uddannelsesmæssige forudsætninger, der kan sidestilles hermed. Universitetet kan fastsætte krav om aflæggelse af supplerende prøver forud for studiestart

### **2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk**

Kandidatuddannelsen giver ret til betegnelsen cand.scient. (candidatus/candidata scientiarum) i *fysik*. Den engelske betegnelse: Master of Science (MSc) in *Physics*.

Kandidatuddannelsen giver også ret til betegnelsen cand.scient. (candidatus/candidata scientiarum) i fysik og [sidefag], når fysik læses som centralt fag i en to-fags-kombination. Studerende, der gennemfører et andet (individuel) studieforløb til kandidatniveau med hovedvægt indenfor *fysik*, og som fagligt kan godkendes af studienævnet, får titlen cand.scient. (MSc) i *fysik*.

### **2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS**

Kandidatuddannelsen er en 2-årig forskningsbaseret heltidsuddannelse. Uddannelsen er normeret til 120 ECTS.

## 2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil

Nedenstående kompetenceprofil vil fremgå af eksamensbeviset:

En kandidat har kompetencer erhvervet gennem et uddannelsesforløb, der er foregået i et forskningsmiljø.

Kandidaten kan varetage højt kvalificerede funktioner på arbejdsmarkedet på baggrund af uddannelsen. Desuden har kandidaten forudsætninger for forskning (ph.d.-uddannelse). Kandidaten har i forhold til bacheloren udbygget sin faglige viden og selvstændighed, således at kandidaten selvstændigt anvender videnskabelig teori og metode inden for såvel akademisk og erhvervsmæssig/ professionel sammenhæng.

## 2.5 Uddannelsens kompetenceprofil:

En person, der dimitterer med en kandidatgrad i fysik, skal have følgende viden, færdigheder og kompetencer:

### Viden

- inden for et eller flere fagområder have viden, som på udvalgte områder er baseret på højeste internationale forskning inden for fysik, herunder statistisk mekanik, kernefysik, relativitetsteori, elektronisk struktur af faste stoffer og strukturer på nanoskala, overfladefysik, kvantemekaniske metoder og optik
- kunne forstå og på et videnskabeligt grundlag reflektere over viden inden for fysikken samt kunne identificere videnskabelige problemstillinger

### Færdigheder

- mestre fysikkens videnskabelige metoder og redskaber samt mestre generelle færdigheder, der knytter sig til beskæftigelse med problemstillinger inden for fysik
- kunne vurdere og vælge blandt fysikkens videnskabelige teorier, metoder, redskaber og generelle færdigheder samt på et videnskabeligt grundlag opstille nye analyse- og løsningsmodeller
- kunne formidle forskningsbaseret viden og diskutere professionelle og videnskabelige problemstillinger med både fagfæller og ikke-specialister

### Kompetencer

- kunne styre arbejds- og udviklingssituationer, der er komplekse, uforudsigelige og forudsætter nye løsningsmodeller
- selvstændigt kunne igangsætte og gennemføre fagligt og tværfagligt samarbejde og påtage sig professionelt ansvar
- selvstændigt kunne tage ansvar for egen faglig udvikling og specialisering

### **Kapitel 3: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse**

Uddannelsen er modulopbygget og tilrettelagt som et problembaseret studium. Et modul er et fagelement eller en gruppe af fagelementer, der har som mål at give den studerende en helhed af faglige kvalifikationer inden for en nærmere fastsat tidsramme angivet i ECTS-point, og som afsluttes med en eller flere prøver inden for bestemte eksamensterminer, der er angivet og afgrænset i studieordningen.

Uddannelsen bygger på en kombination af faglige, problemorienterede og tværfaglige tilgange og tilrettelægges ud fra følgende arbejds- og evalueringsformer, der kombinerer færdigheder og faglig refleksion:

- forelæsninger
- klasseundervisning
- projektarbejde
- workshops
- opgaveløsning (individuel og i grupper)
- lærerfeedback
- faglig refleksion
- porteføljearbejde

#### **3.1 Generel opbygning af de naturvidenskabelige gymnasiefaglige uddannelser**

De naturvidenskabelige gymnasiefaglige uddannelser ved Aalborg Universitet omfatter Datalogi, Fysik, Geografi, Kemi, Biologi, Idræt og Matematik. Alle naturvidenskabelige gymnasiefaglige uddannelser kan opbygges af to fag, hvoraf det ene betegnes det "centrale fag" og det andet "sidefaget". Ovenstående uddannelser kan også læses som ét-fagsuddannelser.

Tofags-uddannelsen i naturvidenskab kan opbygges af et centralt fag i naturvidenskab og et sidefag i enten naturvidenskab eller et fag fra den gymnasiale fagrække, der ligger uden for det naturvidenskabelige hovedområde.

For opnåelse af faglig kompetence i et fag fra den gymnasiale fagrække kræves mindst 90 ECTS-point (tre semestre) for naturvidenskabelige sidefag og mindst 120 ECTS-points (fire semestre) for sidefag uden for det naturvidenskabelige hovedområde (medtaget idræt).

#### **3.2 Opbygningen af kandidatuddannelsen i Fysik:**

Den **to-faglige kandidatuddannelse** læses med centralt fag på de første to semestre (Fys7 + Fys8) og sidefag på det 3. semester (også kaldet 9. semester). På 4. semester (Fys10) skrives speciale inden for det centrale fag.

Dette gælder ikke for idræt som sidefag. Her læses sidefaget (idræt) de første to semestre og det centrale fag på 3. og 4. semester (Fys7 + Fys8). På 5. semester (Fys10) skrives speciale inden for det centrale fag.

Der er også mulighed for at læse en **et-fag kandidatuddannelse** i fysik. De første to semestre (Fys7 + Fys8) og det 4. semester (Fys10) er fælles for tofags og et-fag kandidatuddannelsen. På 3. semester (også kaldet 9. semester) følges et ekstra semester (Fys9) inden for fysik.

Generel opbygning af to-fags uddannelsen i Fysik er illustreret på figur 1, hvor søjlen til venstre angiver opbygningen, når der vælges sidefag i naturvidenskab (uden Idræt) og søjlen til højre angiver en mulig opbygning, når der vælges idræt som sidefag. Opbygning af to-fags kandidatuddannelsen i Fysik (for sidefag i naturvidenskab/ bortset fra idræt) er illustreret på figur 2.

## To-fags uddannelsen i fysik

	FYS10
FYS10	FYS8
NT9T	FYS7
FYS8	IDR8T
FYS7	IDR7T

Kandidatuddannelse i fysik + "sidefag"

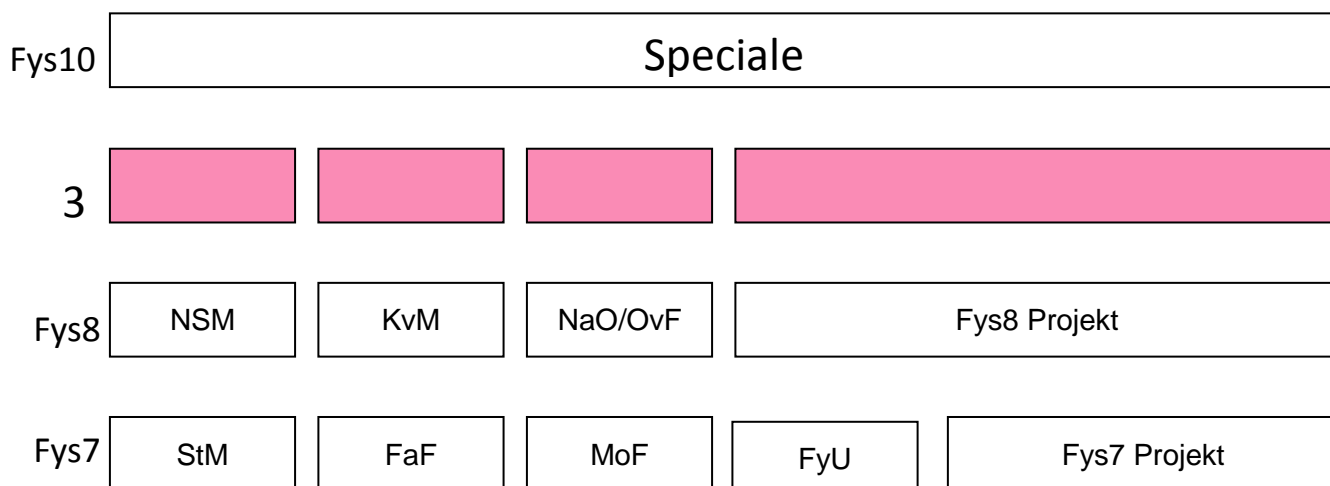
NT4	BP	IDR2	BP
NT3		IDR1	
FYS4	NT2	FYS4	
FYS3		FYS3	
FYS2		FYS2	
FYS1		FYS1	

Bacheloruddannelse i fysik + "sidefag"

### Figur 1: Opbygningen af to-fags uddannelsen i fysik:

Semestrene eller modulerne hørende til det centrale fag er markeret med hvid baggrund, moduler hørende til sidefaget er markeret med rød baggrund. Betegnelsen "NT" står for "et vilkårligt naturvidenskabeligt sidefag" (minus idræt). "IDR" står for "idræt". Betegnelsen "BP" står for "bachelorprojekt" som bliver skrevet inden for centralt fag eller/og sidefaget. Tilføjelsen "T" på kandidatsemestre betegner at semestret læses i forbindelse med en tofags uddannelse.

## To-fags kandidat i fysik + "sidefag"



**Figur 2: to-fags kandidatuddannelsen i fysik:** Studiemoduler (kursus- og projektmoduler) hørende til det centrale fag er markeret med hvid baggrund, moduler hørende til sidefaget er markeret med rød baggrund.

### Uddannelsesoversigt for tofags kandidatuddannelsen i fysik – centralt fag fysik

Alle moduler bedømmes gennem individuel gradueret karakter efter 7-trinsskalaen *eller* bestået/ikke bestået (B/IB). Alle moduler bedømmes ved ekstern prøve (ekstern censur) eller intern prøve (intern censur eller ingen censur).

Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1. Fys7		Projektmodul: Fysikkens anvendelser. A eller B vælges			
	Fys7-1A	A: Teoretisk faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-1B	B: Eksperimentel faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-2	Statistik mekanik	5	B/IB	Intern
	Fys7-3	Faststoffysik II: Elektronisk struktur	5	7-skala	Intern
	Fys7-4	Moderne fysik	5	7-skala	Intern
	Fys7-5	Fysiske undervisningsforsøg	5	B/IB	Intern
2. Fys8		Projektmodul: Nanofysik. Der vælges mellem projekt A med kursus A og projekt B med kursus B			
	Fys8-1A	A: Optik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-1B	B: Overfladefysik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-2	Nanostrukturer og -materialer	5	B/IB	Intern
	Fys8-3	Kvantemekanik II: metoder	5	7-skala	Intern
	Fys8-4A	A: Nanooptik	5	7-skala	Intern
	Fys8-4B	B: Overfladefysik	5	7-skala	Intern
3.		Sidefag	30		
4./Fys10	Fys10-1	Speciale	30	7-skala	Ekstern
Sum			90		



## Uddannelsesoversigt for etfags kandidatuddannelsen i fysik

Alle moduler bedømmes gennem individuel gradueret karakter efter 7-trinsskalaen *eller* bestået/ikke bestået (B/IB). Alle moduler bedømmes ved ekstern prøve (ekstern censur) eller intern prøve (intern censur eller ingen censur).

Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1. Fys7		Projektmodul: Fysikkens anvendelser. A eller B vælges			
	Fys7-1A	A: Teoretisk faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-1B	B: Eksperimentel faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-2	Statistik mekanik	5	B/IB	Intern
	Fys7-3	Faststoffysik II: Elektronisk struktur	5	7-skala	Intern
	Fys7-4	Moderne fysik	5	7-skala	Intern
2. Fys8		Projektmodul: Nanofysik. Der vælges mellem projekt A med kursus A og projekt B med kursus B			
	Fys8-1A	A: Optik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-1B	B: Overfladefysik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-2	Nanostrukturer og -materialer	5	B/IB	Intern
	Fys8-3	Kvantemekanik II: metoder	5	7-skala	Intern
	Fys8-4A Fys8-4B	A: Nanooptik B: Overfladefysik	5 5	7-skala 7-skala	Intern Intern
3. Fys9 eller	Fys9-1	Projektmodul: Avanceret faststoffysik og optik	15	7-skala	Intern
	Fys9-2	Valgfag	5		Intern
	Fys9-3	Valgfag	5		Intern
	Fys9-4	Valgfag	5		Intern
3.*		Langt afgangprojekt	15-30	7-skala	Ekstern
4./Fys10	Fys10-1	Speciale	30	7-skala	Ekstern
Sum			120		

\*På 3. semester kan projektmodulet kombineres med kandidatspecialet i et **langt afgangprojekt**, når projektet har eksperimentel karakter. Det er muligt at kombinere langt afgangprojekt med op til tre kursusmoduler (fra valgfagskataloget) således, at summen af kursusmoduler og afgangprojekt udgør 30 ECTS på 3. semester. **Den studerende kan sammensætte et semesterforløb, der omfatter tværgående uddannelseselementer.** Den studerende kan inden for projektets tema henlægge projektarbejdet til en **virksomhed**. Den studerende kan tage relevant **studieophold** på et andet dansk eller udenlandsk universitet. Det kræver forudgående ansøgning til og godkendelse af studienævnet. Ansøgning og godkendelse skal ske før semesterstart.

### Valgfagskatalog for Fys9:

**Valgfag 1: Syntese og karakterisering (5 ECTS)**

**Valgfag 2: Halvlederfysik (5 ECTS)**

**Valgfag 3: Nanoelektronik (5 ECTS)**

**Valgfag 4: Optoelektronik (5 ECTS)**

Der vælges op til tre kursusmoduler fra valgfagskatalog. Projektmodulet på 3. semester kan være mellem 15 og 30 ECTS.

## Uddannelsesoversigt for tofags kandidatuddannelsen - sidefag i fysik og centralt fag i naturvidenskab (minus idræt) - vejledende

Alle moduler bedømmes gennem individuel gradueret karakter efter 7-trinsskalaen *eller* bestået/ikke bestået (B/IB). Alle moduler bedømmes ved ekstern prøve (ekstern censur) eller intern prøve (intern censur eller ingen censur).

Tofags kandidat – sidefag i fysik					
Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1		Centralt fag			
2		Centralt fag			
3	Projektmodul: Fysikkens anvendelser. A eller B vælges				
	Fys7-1A	A: Teoretisk faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-1B	B: Eksperimentel faststoffysik	10	7-skala	Intern
	Fys7-2	Statistik mekanik	5	B/IB	Intern
	Fys7-3	Faststoffysik II: Elektronisk Struktur	5	7-skala	Intern
	Fys7-4	Moderne fysik	5	7-skala	Intern
	Fys7-5	Fysiske undervisningsforsøg	5	B/IB	Intern
4		Speciale – centralt fag			
Sum			30		

Beskrivelse af kursus- og projektmoduler på Fys7 findes i denne studieordning.

### 3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester på kandidatuddannelsen, FYS7

#### 3.1.1 Projektmoduler på FYS7

Den studerende kan vælge mellem et teoretisk projekt (A: Teoretisk faststoffysik) eller et mere praktisk projekt (B: Eksperimentel faststoffysik).

#### **A: Fysikkens anvendelser: Teoretisk faststoffysik (Applications of Physics: Theoretical Solid State Physics)**

**Mål:** Projektmodulet skal give den studerende grundlæggende forståelse for fysikkens anvendelser indenfor såvel grundvidenskabelige som tekniskvidenskabelige problemstillinger, med særlig fokus på de teoretiske aspekter af faststoffysikken.

Studerende der gennemfører modulet:

##### *Viden:*

- Skal have kendskab til hvordan faste stoffers egenskaber kan beregnes ud fra fysikkens teorier, modeller og metoder
- Skal kunne redegøre for hvordan de egenskaber af faste stoffer der beregnes i projektet kan måles eller karakteriseres eksperimentelt
- Skal have kendskab til anvendelsesmulighederne af de dele af faststoffysikken som har direkte relation til det aktuelle projektfelt

##### *Færdigheder:*

- Skal kunne anvende teoretiske og/eller numeriske metoder til at beregne karakteristiske egenskaber af faste stoffer
- Skal kunne anvende begreber, teori og metoder fra kvantemekanik, statistisk mekanik og faststoffysik til beskrivelse af faste stoffers egenskaber
- Skal demonstrere indsigt i fagets videnskabelige metode og kunne vurdere og føre en faglig diskussion af kvalitet og relevans af projektarbejdets resultater

##### *Kompetencer:*

- Skal kunne anvende begreber og teori fra Statistisk Mekanik og Faststoffysik til at beskrive egenskaberne af faste stoffer og relaterede fænomener til både fagfæller og til ikke-specialister
- Skal kunne tage ansvar for egen læring og selv kunne opsøge og udforske viden og teoretiske/numeriske metoder fra andre discipliner, som kunne være relevante for problemfeltet

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Intern mundtlig prøve, Gruppeeksamen på baggrund af fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## **B: Fysikkens anvendelser: Eksperimentel faststoffysik (Applications of Physics: Experimental Solid State Physics)**

**Mål:** Projektmodulet skal give den studerende grundlæggende forståelse for fysikkens anvendelser indenfor såvel grundvidenskabelige som tekniskvidenskabelige problemstillinger, med særlig fokus på de eksperimentelle aspekter af faststoffysikken.

Studerende der gennemfører modulet opnår:

### *Viden:*

- Skal kunne redegøre for relevante eksperimentelle teknikker til syntese og karakterisering af materialer af samme type som dem der anvendes i projektet
- Skal have kendskab til hvordan de egenskaber af faste stoffer der måles eller karakteriseres i projektet kan beregnes eller simuleres ud fra fysikkens teorier, modeller og metoder
- Skal have kendskab til anvendelsesmulighederne af de dele af faststoffysikken som har direkte relation til det aktuelle projektfelt

### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende eksperimentelle metoder og teknikker til at fremstille og karakterisere prøver af faste stoffer med videnskabelig- eller anvendelsesorienteret relevans
- Skal kunne anvende begreber, teori og metoder fra kvantemekanik, statistisk mekanik og faststoffysik til beskrivelse af faste stoffers egenskaber
- Skal demonstrere indsigt i fagets videnskabelige metode og kunne vurdere og føre en faglig diskussion af kvalitet og relevans af projektarbejdets resultater

### *Kompetencer:*

- Skal kunne anvende begreber og teori fra Statistisk Mekanik og Faststoffysik til at beskrive egenskaberne af faste stoffer og relaterede fænomener til både fagfæller og til ikke-specialister
- Skal kunne tage ansvar for egen læring og selv kunne opsøge og udforske viden og eksperimentelle teknikker fra andre discipliner, som kunne være relevante for problemfeltet

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Intern mundtlig prøve, gruppeeksamen på baggrund af fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.1.2 Kursusmoduler på FYS7

#### Statistisk mekanik (Statistical Mechanics)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende Mekanik og Termodynamik samt Grundlæggende Kvantemekanik eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå følgende viden, færdigheder og kompetencer:

##### *Viden*

- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende den statistisk mekaniske beskrivelse af fysiske fænomener og egenskaber, herunder begreber som fordelingsfunktioner, tilstandssummer, fri energi, entropi, kemisk potential
- Skal have viden om metoder til anvendelse af statistisk mekanik ved beregning af en række fysiske egenskaber, som varmekapacitet og paramagnetisme.
- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier om fysisk kemi vedrørende reaktions-kinetik, elektrokemi, fasediagrammer og fasebalance.

##### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende teorier og metoder fra statistisk mekanik og fysisk kemi til at løse problemer inden for de emner der er tilegnet viden omkring
- Skal kunne anvende teorier og metoder fra statistisk mekanik og fysisk kemi på simple modelsystemer.

##### *Kompetencerne*

- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra statistisk mekanik og fysisk kemi.
- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder fra statistisk mekanik og fysisk kemi inden for andre fagområder.

*Motivation:* Kurset skaber forbindelsen mellem den mikroskopiske, statistiske beskrivelse af atomer/molekyler og stofs makroskopiske egenskaber. Endvidere skaber kurset grundlaget for en fysisk beskrivelse af kemiske processer.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Intern løbende prøve. Prøven udgøres af aktiv deltagelse i kurset, fx aflevering af skriftlige opgaver eller lignende. Den præcise beskrivelse af prøveformen fastlægges og beskrives af kursusholderen i forbindelse med semesterplanlægningen. Bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## **Faststoffysik II: Elektronisk struktur (Solid State Physics II: Electronic Structure)**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende Mekanik og Termodynamik, Lineær Algebra, Calculus, Faststoffysik I: Geometrisk Struktur samt Grundlæggende Kvantemekanik eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå en indsigt i elektroniske og magnetiske egenskaber af faste stoffer samt en række fænomener, som opstår i faste stoffer, når en eller flere dimensioner er på nanoskala.

### *Viden*

- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende den elektroniske struktur af faste stoffer, både metaller og halvledere
- Skal have viden om metoder til beregning af elektronisk båndstruktur og båndgab
- Skal have viden om magnetiske egenskaber af faste stoffer, herunder den mikroskopiske beskrivelse af dia-, para- og ferromagnetisme.
- Skal have viden om udvalgte nanostrukturers elektroniske og magnetiske egenskaber

### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for og anvende grundlæggende begreber og teorier vedrørende, den elektroniske struktur af faste stoffer, både metaller og halvledere
- Skal kunne redegøre for teorier og metoder til beregning af elektronisk båndstruktur i faste stoffer
- Skal kunne redegøre for teorier til beregning af magnetiske egenskaber af faste stoffer

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i faststoffysik. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra faststoffysik.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig prøve. 7-trinsskala

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## Moderne fysik (Modern Physics)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Mekanisk Fysik, Elektromagnetisme og Grundlæggende Kvantemekanik eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå flg. viden, færdigheder og kompetencer:

### *Viden*

- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende kernefysik, herunder atomkerners opbygning, kernereaktioner (fission og fusion) samt radioaktivitet.
- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende elementarpartikelfysik
- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende den specielle relativitetsteori

### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for begreber og teorier til beskrivelse af kernefysik.
- Skal kunne redegøre for begreber og teorier om elementarpartikelfysik
- Skal kunne redegøre for begreber og teorier om den specielle relativitetsteori

### *Kompetencer*

- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra moderne fysik og kunne anvende dem på simple modelsystemer.
- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder fra moderne fysik inden for andre fagområder.

*Motivation:* Kernefysikken danner grundlag for forståelsen af væsentlige og samfundsrelevante fænomener som kernespløtning (fission), fusion og radioaktivitet. Endvidere repræsenterer relativitetsteorien (sammen med kvantemekanikken) 1900-tallets helt store paradigmeskift i forhold til den klassiske fysiks absolutte opfattelse af tid og rum.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig prøve, 7-trinsskala

Vurderingskriterier: Er angivet i rammestudieordningen.

## Fysiske undervisningsforsøg (Didactic Issues in Physics)

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå følgende viden, færdigheder og kompetencer:

### *Viden*

- Skal have viden om didaktiske problemstillinger i forbindelse med undervisning i fysik på gymnasialt niveau med særlig fokus på det eksperimentelle arbejde
- Skal have viden om hvordan man gennem eksperimentelt arbejde i gymnasiet kan øge indlæringen blandt eleverne
- Skal have viden om funktionaliteten af et bredt udvalg af det eksperimentelle apparatur, der indgår i fysikundervisningen på gymnasialt niveau, både anvendt ved demonstrationsforsøg og ved elevforsøg

### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for didaktiske problemstillinger i forbindelse med undervisning i fysik på gymnasialt niveau med særlig fokus på det eksperimentelle arbejde
- Skal kunne redegøre for hvordan anvendelsen af eksperimenter i fysikundervisningen på gymnasialt niveau kan bidrage til læringen
- Skal kunne anvende eksperimentelt udstyr i undervisningen på gymnasialt niveau

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til didaktiske problemstillinger i forbindelse med fysikundervisningen i gymnasiet.

**Undervisningsform:** Undervisningen gennemføres med adgang til eksperimentelt udstyr på gymnasialt niveau. Der interageres med lokale gymnasier gennem besøg på et gymnasium og besøg af gymnasielever på universitetet.

**Prøveform:** Løbende evaluering baseret på aktiv deltagelse og afleveringsopgaver. Bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.



## 3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester på kandidatuddannelsen, FYS8

### 3.2.1 Projektmoduler på FYS8

Den studerende skal vælge mellem et projekt inden for optik (A) eller overfladefysik (B). Hvis optikprojektet vælges, skal Nanooptik kursusmodulet følges. Hvis overfladefysikprojektet vælges, skal Overfladefysik kursusmodulet følges.

#### A: Nanofysik: Optik (Nano Physics: Optics)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS7.

**Mål:** Projektmodulet skal give den studerende en dybere forståelse af et eller flere aspekter af (nano)optik, herunder teoretisk analyse af nanostrukturers optiske egenskaber og eksperimentel karakterisering og fremstilling af nanostrukturer med karakteristiske optiske egenskaber.

Studerende der gennemfører modulet:

#### *Viden*

- Skal have kendskab til grundlæggende nanooptiske teorier og begreber
- Skal kunne redegøre for de optiske egenskaber af relevante nanostrukturerede materialer
- Skal kunne anvende teoretiske metoder til analyse af problemstillinger indenfor (nano)optik
- Skal kunne redegøre for principperne bag relevante metoder til fabrikation og karakterisering af nano- og mikrostrukturer

#### *Færdigheder*

- Skal kunne præsentere de anvendte eksperimentelle og/eller teoretiske metoder på en klar og struktureret måde både skriftligt og mundtligt.
- Skal kunne drage paralleller mellem teoretiske metoder fra kvantemekanikken og teoretiske metoder i nanooptik
- Skal kunne anvende teoretiske/numeriske metoder til beregning af optiske egenskaber af nanostrukturer og/eller skal kunne anvende eksperimentelle metoder til fabrikation og karakterisering af mikro- eller nanostrukturer med særlige optiske egenskaber.
- Skal kunne føre en videnskabelig diskussion af resultaterne fra projektarbejdet og sammenholde teori og eksperimenter hvis begge foreligger.

#### *Kompetencer*

- Skal kunne anvende begreber og teori fra Kvantemekanik og Nanooptik til at beskrive optiske fænomener på nanoskala til både fagfæller og til ikke-specialister
- Skal kunne tage ansvar for egen læring og selv kunne opsøge viden og udvikle færdigheder fra andre discipliner, som kunne være relevante for problemfeltet

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Mundtlig prøve, gruppeeksamen på baggrund af fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala, ekstern censor

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## **B: Nanofysik: Overfladefysik (Nano Physics: Surface Science)**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS7.

**Mål:** Projektmodulet skal give den studerende forståelse af faste stoffers overfladefysik, samt evne til at beskrive og karakterisere fænomener der foregår på overflader.

Studerende der gennemfører modulet:

### *Viden*

- Skal have kendskab til de grundlæggende teorier, begreber og eksperimentelle metoder indenfor overfladefysik
- Skal kunne anvende disse teorier, begreber og metoder på relevante problemer
- Skal have kendskab til og kunne redegøre for principperne bag eksperimentalfysiske og laboratorietekniske aspekter af overfladefysikken

### *Færdigheder*

- Skal kunne præsentere de anvendte eksperimentelle og/eller teoretiske metoder på en klar og struktureret måde både skriftligt og mundtligt.
- Skal kunne anvende eksperimentelle metoder til karakterisering af metalliske og halvledende materialers overflader
- Skal kunne analysere og beskrive kendte fysiske fænomener og processer der foregår ved overflader
- Skal kunne føre en videnskabelig diskussion af resultaterne fra projektarbejdet og sammenholde teori og eksperimenter hvis begge foreligger.

### *Kompetencer*

- Skal kunne anvende begreber og teori fra faststoffysik og overfladefysik til at beskrive fænomener og processer der foregår på overflader til både fagfæller og til ikke-specialister
- Skal kunne tage ansvar for egen læring og selv kunne opsøge viden og udvikle færdigheder fra andre discipliner, som kunne være relevante for problemfeltet

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Mundtlig prøve, gruppeeksamen på baggrund af fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala, ekstern censor

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.2.2 Kursusmoduler på FYS8

#### Nanostrukturer og –materialer (Nanostructures and –materials)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende Kvantemekanik, Statistisk Mekanik samt Faststoffysik II: Elektronisk Struktur eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå grundlæggende forståelse af teorien bag forskellige nanoskala elektriske og optiske komponenters funktion.

##### *Viden*

- Skal have viden om begreber og teorier vedrørende kvantemekaniske beregninger af faste stoffers elektroniske og optiske egenskaber, herunder egenskaber af metaller, halvledere og metal-halvleder-forbindelser. Der lægges vægt på nanostrukturers egenskaber og kvantiseringseffekter
- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier til beskrivelse af en række anvendelsesorienterede metoder og komponenter, herunder halvleder- og tunneldioder, halvlederlasere, fotoniske båndgabsstrukturer, samt optiske egenskaber af nanopartikler.

##### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for begreber, teorier og metoder til beregning af nanostrukturers og nanomaterialers egenskaber.
- Skal kunne anvende teorier og metoder på simple modelsystemer til beregning af nanoskala elektriske og optiske komponenters funktioner og egenskaber.

##### *Kompetencer*

Den studerende opnår indsigt i realistiske nanostrukturers opbygning og elektroniske struktur samt sammenhængen mellem deres opbygning og egenskaber. På baggrund af de tilsvarende egenskaber ved makrostrukturer bliver den studerende i stand til at forstå specielle optiske, elektriske og magnetiske egenskaber af nanostrukturer. Herunder særligt kvantiseringseffekter og udbredelsen af elektromagnetiske felter i nanostrukturer.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig eller skriftlig prøve. Prøveformen fastlægges og beskrives af kursusholderen i forbindelse med semesterplanlægningen. Bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## **Kvantemekanik II: metoder (Quantum Mechanics II: Methods)**

For studerende på tofagsuddannelser med sidefag i fysik:

Kurset kan gennemføres som et miniprojekt med samme læringsmål som beskrevet herunder.

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende Kvantemekanik eller tilsvarende.

### *Viden*

- Skal have viden om simple atomer
- Skal have viden om simple to-atomige molekylers elektroniske og vibrationelle tilstande
- Skal have viden om kvantemekaniske beregningsmetoder, herunder variationsregning, LCAO formalismen, Slater determinanter, Hartree-Fock approksimationen og tæthedsfunktionalteori

### *Færdigheder:*

- Skal kunne redegøre for de vigtigste kvantemekaniske metoder og redskaber
- Skal kunne redegøre for anvendelsen af metoder og redskaber på atomer og molekyler

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i kvantemekanik. Desuden opbygges forståelse for, at nanostrukturers særlige egenskaber ofte bunder i kvantemekaniske effekter, således at praktiske redskaber til beskrivelse heraf vigtige.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Individuel intern prøve. Prøveformen fastlægges og beskrives af kursusholderen i forbindelse med semesterplanlægningen. 7-trinsskala

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## Nanooptik (Nano Optics)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Elektromagnetisme, optik og spektroskopi eller tilsvarende.

**Mål:** At give kendskab til nanooptiske komponenter, lysudsendelse og lysudbredelse i nanoskala omgivelser samt den bagvedliggende teori og teoretiske metoder. Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå:

### *Viden*

- Skal have viden om fysiske begrænsninger for fokusering af lys og opløsningsevne
- Skal have viden om nærfelts og fjernfelts optisk mikroskopi
- Skal have viden om elektromagnetiske felter i mikro- og nanostrukturer genereret af lokale kilder eller lysspredning, herunder metoder til beregning af elektromagnetiske felter
- Skal have viden om nanooptiske komponenter og nanooptiske lyskilder

### *Færdigheder:*

- Skal kunne redegøre for teorier om fysiske begrænsninger for fokusering af lys og opløsningsevne
- Skal kunne redegøre for nærfelts og fjernfelts optisk mikroskopi
- Skal kunne redegøre for teorier for og metoder til beregning af elektromagnetiske felter i mikro- og nanostrukturer genereret af lokale kilder eller lysspredning
- Skal kunne redegøre for nanooptiske komponenter og nanooptiske lyskilder

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i nanooptik inden for andre fagområder. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra nanooptik.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning. Computermodelleringsøvelser.

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig eller skriftlig prøve. 7-trinsskala

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## Overfladefysik (Surface Science)

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Faststoffysik I: Geometrisk Struktur, Grundlæggende Kvantemekanik, samt Faststoffysik II: Elektronisk struktur eller tilsvarende.

**Mål:** Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå en indsigt i principper og metoder fra faststoffysik og -kemi, samt atom- og molekylfysik på faste stoffers overflader, på grænselag og tynde film på nanometerskala. Vækst af nanostrukturer og tynde film samt kemiske reaktioner foregår alle ved overfladen af faste stoffer, hvorfor det er vigtigt at forstå den grundlæggende fysik af overflader samt anvendelser, der har relation til overflader.

### Viden

- Skal have viden om morfologi og struktur af krystallinske overflader og grænselag samt vækstfænomener i 1, 2 og 3 dimensioner
- Skal have viden om elektronisk struktur af metaller og halvleders overflader
- Skal have viden om gas-overflade-vekselvirkninger
- Skal have viden om eksperimentelle metoder og teknikker til karakterisering af overfladers og grænselags elektroniske og geometriske struktur samt vakuumteknologi

### Færdigheder:

- Skal kunne redegøre for overfladers, grænselags og tynde films struktur og egenskaber
- Skal kunne redegøre for metoder til karakterisering af overfladers egenskaber

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i overfladefysik. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra overfladefysik.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig prøve. 7-trinsskala

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester

#### To-fags kandidat i fysik:

Projektmodulet og kursusmoduler på 3. semester læses fra "sidefag".

#### Et-fags kandidat i fysik:

Op til tre kursusmoduler (à 5 ECTS) vælges fra valgfagskataloget, se afsnit 3.3.2. (Kursusmoduler på Fys9).

Projektet på 3. semester (Fys9) kan skrives som et særskilt projekt på 15-30 ECTS således, at summen af kursusmoduler og projektet udgør 30 ECTS. Den studerende kan også vælge at skrive et langt afgangsprøve på 45-60 ECTS over to semestre (Fys9 + Fys10) når projektet har eksperimentel karakter.

Det er også mulighed for at læse 3. semester i udlandet.

#### 3.3.1 Projektmodul på FYS9

##### Avanceret faststoffysik og optik/ Advanced Condensed Matter Physics and Optics

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i projektet på Fys8

**Mål:** Projektmodulet skal, afhængigt af fokus i projektet, enten give den studerende en dybere forståelse af faste stoffers fysik og grundlæggende (elektriske, optiske og/eller magnetiske) egenskaber eller også skal projektet give den studerende en dybere indsigt i et eller flere aspekter af den klassiske optik.

Studerende der gennemfører modulet:

##### Viden

- Skal kunne identificere og redegøre for de grundlæggende fysiske teorier og begreber som er relevante for analysen og beskrivelsen af problemfeltet
- Skal kunne anvende relevante teoretiske metoder til analyse af problemstillinger indenfor problemfeltet
- Skal kunne identificere og redegøre for principperne bag relevante eksperimentelle teknikker og metoder til at løse problemstillinger indenfor problemfeltet

##### Færdigheder

- Skal kunne anvende teoretiske og/eller eksperimentelle metoder til bearbejdelse af faststoffysiske og/eller optiske problemstillinger.
- Skal kunne
- Skal kunne føre en videnskabelig diskussion af resultaterne fra projektarbejdet og sammenholde teori og eksperimenter hvis begge foreligger.
- Skal kunne forholde sig kritisk til egne resultater og løbende evaluere valg af metoder og teknikker til løsning af problemfeltet

##### Kompetencer

- Skal kunne identificere teorier, metoder og teknikker fra fysikkens mange discipliner som er relevante i forbindelse med løsning/bearbejdelse af problemfeltet

- Skal kunne tage ansvar for egen læring og selv kunne opsøge viden og udvikle færdigheder fra andre discipliner, som kunne være relevante for problemfeltet

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Intern mundtlig prøve, gruppeeksamen på baggrund af fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.



### 3.3.2 Kursusmoduler på FYS9. Valgfagskatalog

Der vælges op til tre kursusmoduler ud fra valgfagskataloget.

Valgfagskatalog:

**Valgfag 1: Syntese og karakterisering / Synthesis and Characterisation (5 ECTS)**

**Valgfag 2: Halvlederfysik / Semiconductor Physics (5 ECTS)**

**Valgfag 3: Nanoelektronik / Nanoelectronics (5 ECTS)**

**Valgfag 4: Optoelektronik / Optoelectronics (5 ECTS)**

#### **Valgfag 1: Synthesis and Characterisation/Syntese og karakterisering.**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Faststoffysik II: Elektronisk Struktur eller tilsvarende.

**Mål:** Students completing the module will obtain:

##### *Viden*

- Skal have viden om eksperimentelle metoder og teknikker til karakterisering af overflader og nanostrukturer, herunder optiske metoder, ellipsometri og elektronmikroskopi,
- Skal have viden om teknikker til fremstilling af tynde (metalliske) film og nanostrukturer, herunder deponeringsteknikker og litografi.
- 

##### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for anvendelsen af eksperimentelle metoder til geometrisk karakterisering af nanostrukturer
- Skal kunne fremstille og karakterisere tynde (metalliske) film
- Skal kunne fremstille strukturer ved brug af partikel-strålings-litografi

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til og forståelse af teknikker og metoder til fremstilling og karakterisering af tynde film og nanostrukturer og komponenter. Den studerende skal være i stand til at kende muligheder og begrænsninger af de forskellige metoder og teknikker.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med teoretisk og praktisk øvelser

**Prøveform:** Individuel intern løbende evaluering med øvelser, bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## Valgfag 2: Semiconductor Physics/Halvlederfysik.

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Kurset Faststoffysik II: Elektronisk Struktur eller tilsvarende.

**Mål:** To provide an understanding of the principles behind semiconductors and their applications as well as explain the operation of important electronic and optoelectronic semiconductor components such as transistors.

### *Viden*

- Skal have viden om krystalstruktur og karakteristiske egenskaber af halvledere
- Skal have viden om elektronisk båndstruktur af halvledere, både for intrinsiske og doterede halvledere samt ladningsbærerstatistik og -dynamik
- Skal have viden om grundlæggende komponenters karakteristika, herunder PN-overgange og metaloxid-halvlederkomponenter

### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for og anvende teorier og metoder for beskrivelse af halvlederes egenskaber, herunder krystalstruktur, elektroniske egenskaber af intrinsiske og doterede halvledere, og ladningsbærerstatistik og -dynamik
- Skal kunne redegøre for grundlæggende halvlederbaserede komponenters egenskaber og karakteristika

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til egenskaber af halvledere og de grundlæggende principper der ligger bag halvlederbaserede komponenter. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra halvlederfysik.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med opgaveregning

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig eller skriftlig prøve, 7-trinsskala.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### **Valgfag 3: Nanoelectronics/Nanoelektronik.**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Kurserne Faststoffysik II og Kvantemekanik II eller tilsvarende.

**Mål:** To provide knowledge of foundations and operation of low-dimensional semiconductor and nanoelectronic components based on low-dimensional structures.

#### *Viden*

- Skal have viden om hvordan man beregner og simulerer elektroniske egenskaber af lav-dimensionale strukturer som kvantebrønde og kvantetråde
- Skal have viden om 1- og 2-dimensionale nanostrukturer anvendt i metaloxid transistorer

#### *Færdigheder*

- Skal kunne anvende teorier og metoder til beregning og computersimulering af lav-dimensionale strukturers egenskaber
- Skal kunne redegøre for funktion og egenskaber af udvalgte komponenter til nanoelektronik

*Kompetencerne* som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til egenskaber af elektroniske komponenter på nanoskala, samt forstå principperne der ligger bag nanoelektroniske komponenter.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med opgaveregning

**Prøveform:** Individuel løbende evaluering baseret på aktive deltagelse, bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

#### **Valgfag 4: Optoelectronics/Optoelektronik.**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i modulet Kurset Optik og Spektroskopi eller tilsvarende.

**Mål:** The student must obtain knowledge about electro-optic components such as electro-optic modulators, displays, light-emitting diodes, lasers, photodetectors, optical fibers, and how these components can be assembled into a communication system.

##### *Viden*

- Skal have viden om et bredt udvalg af optoelektroniske komponenter herunder forskellige typer af lasere og lysdioder, modulatorer, detektorer, displays, optiske fibre og optiske kommunikationssystemer

##### *Færdigheder*

- Skal kunne redegøre for optoelektroniske komponenters funktioner og om hvordan flere optoelektroniske komponenter kan sættes sammen til et system

**Competencies:** Competencies that will develop and strengthen knowledge and understanding of the theories and methods of optoelectronics within other fields. Based on given information the student must be able to discuss and argument using concepts from the field of optoelectronics.

**Undervisningsform:** Forelæsninger med teoretisk øvelser

**Prøveform:** Individuel intern mundtlig eller skriftlig prøve, bestået/ikke bestået.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

### 3.4 Kandidatspeciale

#### Kandidatspeciale (Master's Thesis)

**Forudsætninger** for *tofags kandidat i fysik*: Modulet bygger på viden opnået i projektet på 2. semester.

**Forudsætninger** for *effags kandidat i fysik*: Modulet bygger på viden opnået i projektet på 3. semester.

Etfags kandidat studerende har mulighed til at skrive et langt afgangprojekt (langt kandidatspeciale) over to semestre (Fys9 + Fys10), når projektet har eksperimentel karakter. Studerende, der vælger et langt afgangprojekt, opnår samme kompetence, som studerende, der skriver et kort afgangprojekt (se beskrivelse nedenfor) men problemstilling burde tilsvarende være mere komplekst.

#### Mål:

Modulet skal give den studerende mulighed at dokumentere viden, færdigheder og kompetencer på kandidatniveau.

Den studerende formulerer selv det problem, der behandles; men problemformuleringen skal godkendes af vejleder og studieleder, før projektet påbegyndes.

Studerende der gennemfører modulet opnår følgende kompetencer:

#### Viden

- skal inden for et eller få udvalgte elementer i det faglige felt have specialistforståelse som er baseret på international forskning på højt niveau, eller skal have en bredere faglig indsigt i feltet hvad angår såvel dets teorier og metoder samt centrale elementer og disses indbyrdes sammenhænge
- skal kunne forstå og på et videnskabeligt grundlag reflektere over fagområdets/-ernes viden samt kunne identificere videnskabelige problemstillinger

#### Færdigheder

- skal selvstændigt, systematisk og kritisk gennem anvendelse af videnskabelig teori og metode kunne identificere, formulere og analysere den aktuelle problemstilling
- skal på relevant måde kunne relatere problemstillingen til fagområdet, herunder redegøre for de valg der er truffet i forbindelse med afgrænsning af problemstillingen
- skal selvstændigt kunne træffe og begrunde valg af videnskabelige, teoretiske og/eller eksperimentelle metoder
- skal selvstændigt og kritisk kunne vurdere såvel de valgte teorier og metoder som projektets analyser, resultater og konklusioner, både undervejs i projektet og ved dets afslutning
- skal kunne vurdere og vælge blandt fagområdet/-ernes videnskabelige teorier, metoder, redskaber og generelle færdigheder

#### Kompetencer

- skal kunne styre arbejds- og udviklingssituationer der er komplekse, uforudsigelige og forudsætter nye løsningsmodeller
- skal selvstændigt kunne igangsætte og gennemføre fagligt samarbejde, og hvis relevant også tværfagligt samarbejde, samt påtage sig professionelt ansvar
- skal kunne formidle relevante faglige og professionelle aspekter af projektarbejdet på klar og systematisk måde
- skal selvstændigt kunne tage ansvar for egen faglig udvikling og specialisering

**Undervisningsform:** Projekt med vejledning

**Prøveform:** Individuel mundtlig evaluering med udgangspunkt i afleveret specialeprojekt, 7 trinsskals, ekstern censor

**Vurderingskriterier:** Er angivet i rammestudieordningen.

## **Kapitel 4: Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision**

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2016.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2015, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2017, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

## **Kapitel 5: Andre regler**

### **5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder kandidatprojektet**

I bedømmelsen af samtlige skriftlige arbejder skal der ud over det faglige indhold, uanset hvilket sprog de er udarbejdet på, også lægges vægt på den studerendes stave- og formuleringsevne. Til grund for vurderingen af den sproglige præstation lægges ortografisk og grammatisk korrekthed samt stilistisk sikkerhed. Den sproglige præstation skal altid indgå som en selvstændig dimension i den samlede vurdering. Dog kan ingen prøve samlet vurderes til bestået alene på grund af en god sproglig præstation, ligesom en prøve normalt ikke kan vurderes til ikke bestået alene på grund af en ringe sproglig præstation.

Studienævnet kan i særlige tilfælde (f.eks. ordblindhed og andet sprog end dansk som modersmål) dispensere herfor.

Kandidatspecialet skal indeholde et resumé på engelsk<sup>1</sup>. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resuméet skrives på dansk<sup>2</sup>. Resuméet skal være på mindst 1 og må højst være på 2 sider (indgår ikke i eventuelle fastsatte minimum- og maksimumsidetal pr. studerende). Resuméet indgår i helhedsvurderingen af projektet.

### **5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet**

Studienævnet kan i hvert enkelt tilfælde godkende, at beståede uddannelseselementer fra andre bacheloruddannelser træder i stedet for uddannelseselementer i denne uddannelse (merit). Studienævnet kan også godkende, at beståede uddannelseselementer fra en anden dansk eller udenlandsk uddannelse på samme niveau træder i stedet for uddannelseselementer efter denne studieordning. Afgørelser om merit træffes af studienævnet på baggrund af en faglig vurdering. For regler om merit se Rammestudieordningen.

### **5.3 Eksamensregler**

I Eksamensreglerne fremgår af eksamensordningen, der er offentliggjort på Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultets hjemmeside.

### **5.4 Dispensation**

<sup>1</sup> Eller et andet et fremmedsprog (fransk, spansk eller tysk) efter studienævnets godkendelse

<sup>2</sup> Studienævnet kan dispensere herfra

Studienævnet kan, når der foreligger usædvanlige forhold, dispensere fra de dele af studieordningens bestemmelser, der ikke er fastsat ved lov eller bekendtgørelse. Dispensation vedrørende eksamen gælder for den først kommende eksamen.

### **5.5 Afslutning af kandidatuddannelsen**

Kandidatuddannelsen skal være afsluttet senest fire år efter, den er påbegyndt.

### **5.6 Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog**

Det forudsættes, at den studerende kan læse akademiske tekster på moderne dansk, norsk, svensk og engelsk samt anvende opslagsværker mv. på andre europæiske sprog

### **5.7 Uddybende information**

Gældende version af studieordningen er offentliggjort på studienævnets hjemmeside, herunder mere udførlige oplysninger om uddannelsen, herunder om eksamen.

---