



# Studieordning for Kandidatuddannelsen i fysik

Aalborg Universitet  
September 2017

## 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 og tilhørende eksamensordning ved Det Tekniske Fakultet for IT og Design, Det Ingeniør- og 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 .....	3
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
3.1.0 COURSE IN PROBLEM BASED LEARNING AND PROJECT MANAGEMENT AT AALBORG UNIVERSITY .....	10
3.1.1 <i>Projektmoduler på FYS7</i> .....	10
3.1.2 <i>Kursusmoduler på FYS7</i> .....	13
3.2 MODULBESKRIVELSER FOR 2. SEMESTER PÅ KANDIDATUDDANNELSEN, FYS8 .....	17
3.2.1 <i>Projektmoduler på FYS8</i> .....	17
3.2.2 <i>Kursusmoduler på FYS8</i> .....	19
3.3 MODULBESKRIVELSER FOR 3. SEMESTER .....	23
3.3.1 <i>Projektmodul på FYS9</i> .....	23
<i>Projektorienteret forløb i en virksomhed (Academic Internship)</i> .....	24
3.3.2 <i>Kursusmoduler (valgfag) på FYS9</i> .....	26
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 .....	31
5.5 REGLER OG KRAV OM LÆSNING AF TEKSTER PÅ FREMMEDSPROG .....	31
5.6 UDDYBENDE INFORMATION .....	31

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

### **1.1 Bekendtgørelsesgrundlag**

Kandidatuddannelsen i fysik er tilrettelagt i henhold til Uddannelses- og Forskningsministeriets bekendtgørelse nr. 1328 af 15. november 2016 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 1062 af 30. juni 2016 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 Ingeniør- og 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 er tilknyttet censorkorpset for fysik.

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

### **2.1 Optagelse**

#### **Ansøgere med retskrav på optagelse**

Ansøgere, der har bestået en af følgende uddannelser, har krav på optagelse på kandidatuddannelsen i fysik:

- Bacheloruddannelsen i fysik, Aalborg Universitet

#### **Ansøgere uden 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.

## 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
- porteføljarbejde

### 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"

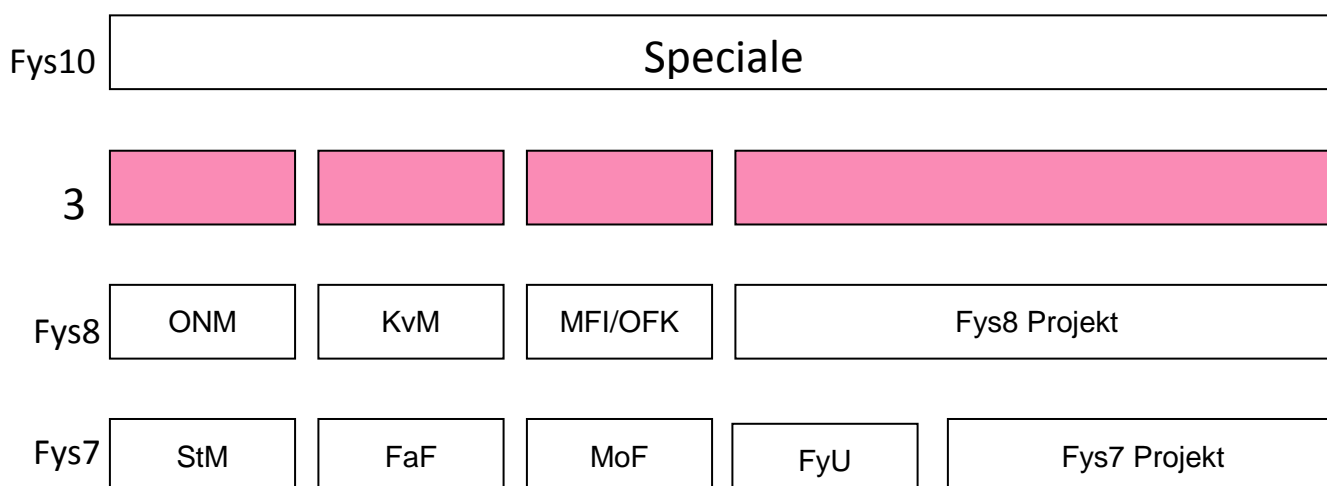
NT4	BP	IDR2	BP
NT3		IDR1	
FYS4	NT2	FYS4	
FYS3		FYS3	
FYS2		FYS2	
FYS1		FYS1	

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 og projekt B			
	Fys8-1A	A: Optik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-1B	B: Overfladefysik	15	7-skala	Ekstern
	Fys8-2	Optiske nanostrukturer og materialer	5	B/IB	Intern
	Fys8-3	Kvantemekanik II: metoder	5	7-skala	Intern
	Fys8-4A	Der vælges mellem kursus A og B: A: Numerisk modellering i fysik og ingeniørvidenskab	5	B/IB	Intern
	Fys8-4B	B: Overfladefysik og -kemi	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	Fys7-1A Fys7-1B	Projektmodul: Fysikkens anvendelser. A eller B vælges				
		A: Teoretisk faststoffysik B: Eksperimentel faststoffysik	10 10	7-skala 7-skala	Intern 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	Fys8-1A Fys8-1B	Projektmodul: Nanofysik. Der vælges mellem projekt A og projekt B				
		A: Optik B: Overfladefysik	15 15	7-skala 7-skala	Ekstern Ekstern	
	Fys8-2	Optisk nanostrukturer og materialer	5	B/IB	Intern	
	Fys8-3	Kvantemekanik II: metoder	5	7-skala	Intern	
	Fys8-4A	Der vælges mellem kursus A og B: A: Numerisk modellering i fysik og ingeniørvidenskab B: Overfladefysik og -kemi	5	B/IB	Intern	
	Fys8-4B		5	7-skala	Intern	
3. Fys9	A eller Valgfag	Fys9-1	Projektmodul: Avanceret faststoffysik og optik	+20	7-skala	Intern
		Syntese og karakterisering		5	B/IB	Intern
	Halvledere: fysik, komponenter og teknologi		5	7-skala	Intern	
	B eller	Studieophold på et dansk eller udenlandsk universitet		30	Meritoverførslen	Meritoverførslen
	C eller	Projektorienteret forløb i en virksomhed		30	7-skala	Intern
D	Langt afgangprojekt		+30	7-skala	Ekstern	
4./Fys10	Fys10-1	Speciale	30	7-skala	Ekstern	
Sum			120			

Projektmodulet på 3. semester (Fys9) kan være på 20, 25, eller 30 ECTS afhængigt af antallet af kursusmoduler (valgfag) på semesteret. På 3. semester (Fys9) kan projektmodulet også kombineres med kandidatspecialet i et **langt afgangprojekt**, således at kandidatspecialet er på

60 ECTS. Det er også muligt at kombinere langt afgangsprøve med to kursusmoduler fra 3. semester således, at afgangsprøven er på 50 ECTS eller 60 ECTS, hvis der ikke vælges nogen kursusmoduler. **Studieophold, projektorienteret forløb og langt afgangsprøve** kræver forudgående ansøgning til og godkendelse af studienævnet. Ansøgning og godkendelse skal ske før semesterstart.

### 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

#### 3.1.0 Course in Problem Based Learning and Project Management at Aalborg University

<p><b>Title:</b> Problem based learning and project management (Problembaseret læring og projektledelse)</p>
<p><b>Prerequisites:</b> None</p>
<p><b>Objectives:</b> The objective is to make newly started Master students coming from institutions other than AAU prepared to enter the problem based learning environment at AAU and manage study projects in close collaboration with peers.</p>
<p><b>Type of instruction:</b> Three half day workshops centered around the individual student working with an individual challenge or curiosity in relation to using a PBL approach. Peer learning is also a hallmark, since the students will discuss and reflect their individual challenges/curiosities in a peer learning group.</p>
<p><b>Learning outcomes:</b> After completion of the course the student should be able to</p> <p><b>Day 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe and discuss the Aalborg PBL model based on the three key words: group work, project work, problem orientation</li> <li>- identify an initial individual challenge when using a PBL approach</li> </ul> <p><b>Day2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- develop and practice peer feedback skills</li> <li>- practice collaborative learning in a group</li> <li>- design a plan of action to deal with an initial individual PBL challenge or curiosity</li> </ul> <p><b>Day 3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- practice presentation skills</li> <li>- practice critical skills when giving feedback to peers</li> <li>- reflect on own and peer skills in relation to PBL practice</li> </ul>
<p><b>Exam format:</b> Internal assessment during the course/class participation according to the rules in the Examination Policies and Procedures of Faculty of Engineering and Science, Aalborg University. In this case the assessment is primarily based on the oral performance during the course, which means that the student has to be active during the course time and participate in discussions. The course is an integrated part of the project for those not acquainted to the Aalborg PBL model, and is a precondition for participation in the project examination. In this way there will be no diploma for the course and it will not be visible on the academic transcripts.</p>
<p><b>Evaluation criteria:</b> The criteria for the evaluation are specified in the Joint programme regulations.</p>

#### 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 fællesbestemmelserne.

## **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 fællesbestemmelserne.

### 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.

**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 fællesbestemmelserne.

## **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.

**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 fællesbestemmelserne.

## **Moderne fysik (Modern Physics)**

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

**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 fællesbestemmelserne.



## 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 fællesbestemmelserne.

## 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) og overfladefysik (B).

#### 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 fællesbestemmelserne.

## **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 fællesbestemmelserne.

### 3.2.2 Kursusmoduler på FYS8

#### Optiske nanostrukturer og materialer (Optical Nanostructures and Materials)

**Prerequisites:** The module builds on knowledge in the area of Electromagnetism, and Optics and Spectroscopy.

**Aim:** The student must obtain knowledge about optical nanostructures and components, optical microscopy techniques for nanostructures, propagation, scattering and absorption of light in nanostructures, the optical response of nanomaterials, and the related theory and theoretical methods. Students completing the module will obtain

**Knowledge:** Knowledge within the following areas

- Optical nanostructures and components
- Optical microscopy techniques for nano- and microstructures including the physical limitations to the resolution of the microscopies
- Theoretical methods for the optics of nanostructures including the modeling of electromagnetic fields in nanostructures, the scattering of light by nanostructures, and propagation and absorption of light in nanostructures.
- Optical response of nanomaterials including effects due to electronic quantization in nanoscale structures

**Skills:** The student must be able to apply the knowledge in above mentioned areas for solving problems including modeling of the optics of nanostructures on a computer.

**Competencies:** Based on given information the student must be able to discuss and argument using concepts from the field of optical nanostructures and materials.

**Type of instruction:** Lectures combined with theoretical exercises

**Examination form:** Individual written or oral evaluation, graded.

**Evaluation criteria:** Are stated in the Joint programme regulations.

## **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.

### *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 fællesbestemmelserne.

Den studerende skal vælge mellem kursus Numerisk modellering i fysik og ingeniørvidenskab (A) og Overfladefysik og -kemi (B):

### **A: Numerisk modellering i fysik og ingeniørvidenskab (Computational Modeling for Physics and Engineering)**

**Prerequisites:** The module builds on a solid background in either physics or an engineering discipline. The type of computational problems used as examples in the course will be selected according to the background of the participants.

**Aim:** The student must obtain knowledge about common numerical methods for modeling of problems in physics and engineering, and be able to use the methods for computational modeling. The latter includes the construction and usage of computer programs in Matlab based on the numerical methods, and the usage of commercial software packages. Students completing the module will obtain

**Knowledge:** Knowledge within the following areas

- Common numerical methods in physics including but not limited to: Finite-Difference-Time-Domain (FDTD) method, Finite-Difference-Methods in the frequency domain, The Fourier Modal Method (FMM), The Finite Element Method (FEM), and Greens Function Integral Equation Methods (GFIEM).
- Construction of computer programs in Matlab for numerical modeling of physics and engineering problems.
- Commercial software packages for computational modeling.

**Skills:** The student must be able to judge which numerical method from a range of methods is most suitable for a specific problem in physics or engineering. The student must be able to carry out computational modeling for physics and engineering by constructing and using his / her own programs in Matlab based on common numerical methods, and by using commercial software packages.

**Competencies:** The student will gain insight into numerical methods for computational modeling in physics and engineering, and will gain experience in using the methods. This will serve as a foundation based on which the student will be able to choose and use appropriate numerical methods for specific problems in physics and engineering, including constructing and using numerical programs in matlab and using commercial software packages.

**Type of instruction:** Lectures combined with theoretical exercises

**Examination form:** Evaluation of report on a specific computational modeling study carried out during the semester, passed / not-passed.

**Evaluation criteria:** Are stated in the Joint programme regulations.

**B: Overfladefysik og -kemi (Physics and Chemistry of Surfaces)**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i faststoffysik, grund- og fysiskkemi.

**Mål:** at give viden om specielle aspekter samt fysiske og kemiske fænomener på overflader og grænseflader.

*Viden* Skal have viden om:

- struktur af krystalliske overflader samt metoder og teknologier indenfor fremstilling og karakterisering;
- grundlæggende termodynamik og kinetik af overfladeprocesser herunder fænomener om overfladespænding og adsorption/desorption;
- de vigtigste interaktioner nær grænsefladerne herunder van der Waals og dobbeltlags kræfter;
- fysi- og kemisorption på overflader og katalyse;
- struktur af grænseflader, befugtning teori, hydrofobicitet, membraner og vækst af tynde film;
- elektronisk struktur af overflader, elektriske og magnetiske fænomener på overflader og grænseflader;

*Færdigheder:* Den studerende vil blive uddannet i at løse problemer inden for de emner, der er anført ovenfor, og vil være i stand til at anvende teorier og metoder fra overfladefysik og -kemi

*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 fællesbestemmelserne.

### 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:

Projektet på 3. semester (Fys9) kan skrives som et særskilt projekt på 30 ECTS, men også som et projekt på 20 eller 25 ECTS således, at summen af kursusmoduler (valgfag) og projektet udgør 30 ECTS.

Den studerende kan også vælge at skrive et **langt afgangspjekt**, når projektet har eksperimentel karakter. Et langt afgangspjekt kan kombineres med op til to kursusmoduler fra 3. semester og være 50, 55 eller 60 ECTS.

Studerende på 3. semester har også mulighed for et **studieophold** på et dansk eller udenlandsk universitet eller et **projektorienteret forløb** i en virksomhed.

Studieophold, projektorienteret forløb og langt afgangspjekt kræver godkendelse af studienævnet.

#### 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. Projektets omfang afspejler arbejdsbelastningen i ECTS.

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 fællesbestemmelserne.

### **Projektorienteret forløb i en virksomhed (Academic Internship)**

**Prerequisites:** This module is based on knowledge obtained on the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> Semester of the MSc in Physics Programme.

**Objective:** Upon completion of the module (project or academic internship), the student can:

#### *Knowledge*

- Discuss the subject matter of the project specified within the area of the study programme

#### *Skills*

- Solve complex problems using theory and concepts within physics
- Evaluate and choose among potentially relevant theories, concepts and methodologies applied to solve problem within physics.
- Evaluate the relevance and limitations of the theories, concepts, methods and tools actually applied in the project
- Account for any choices made during the problem analysis and solution development
- Develop solution alternatives and evaluate the consequences of solution alternatives and make a well-informed choice based on that
- Plan, execute and report an extensive individual research project within an agreed time frame
- Write a well-structured project report, which meets all the usual requirements of an academic work, including:
  - Empirical background
  - Research problem/project objective
  - Relevant theory
  - Research design:
  - Presentation of data
  - Presentation and discussion of findings

- Evaluation of the project; i.e., findings, methods and, if relevant, considerations regarding the limitations and generalizability of the study.
- specific for internship: a personal reflection is required, a reflection on: how was it to work alone, full-time in a company, and, if applicable, in a different country with a different culture, language, industrial structure, etc.

#### *Competences*

- Analyze and solve an actual problem of industrial relevance through application of systematic research and development processes, including advanced analytical, experimental, and/or numerical methods and models.
- Work together with an organization and identify problems and finally develop solutions.
- Operationalize theoretical contributions in a practical setting
- Compare and critically evaluate the results of the project in relation to existing knowledge and accepted theories within the subject area
- Communicate a balanced view of the results and conclusions of the project in well-organized written and oral presentation

Organization: The student is included in the company's daily work and carry out independent project work on an industrial problem relevant for the company. Concurrent to the work in the company, the student makes a project report, which is evaluated after the ending of the internship.

Exam Format: Oral examination based on a written report

Evaluation criteria: As stated in the Joint Programme Regulations.

### 3.3.2 Kursusmoduler (valgfag) på FYS9.

#### Syntese og karakterisering (Synthesis and Characterisation)

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

**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 fællesbestemmelserne.

## **Halvledere: fysik, komponenter og teknologi (Semiconductors: Physics, Devices and Engineering)**

**Forudsætninger:** Modulet bygger på viden opnået i faststoffysik, grundlæggende kvantemekanik.

**Mål:** At give en forståelse af halvlederegenskaber, principper for funktion af vigtige halvlederkomponenter samt viden om metoder til syntese af halvledermaterialer og grundlæggende teknologier indenfor fabrikation af komponenter

### *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, bipolar transistorer, metaloxid-halvlederkomponenter og komponenter for effektelektronik
- Skal have viden om grundlæggende metoder og teknologier indenfor fabrikation af 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 samt teknologier indenfor fabrikation af halvlederkomponenter

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

**Undervisningsform:** Forelæsninger med opgaveregning

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

**Vurderingskriterier:** Er angivet i fællesbestemmelserne.

### 3.4 Kandidatspeciale

#### Kandidatspeciale (Master's Thesis)

Den studerende har mulighed for at skrive langt kandidatspeciale (over 2 semestre), hvis specialet er af eksperimentel karakter. Et langt kandidatspeciale kan vælges som enten 50 ECTS eller 60 ECTS. Omfanget af det eksperimentelle arbejde skal modsvare specialets ECTS-belastning

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

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

#### 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 fagområdet/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-trinsskala, ekstern censur.

**Vurderingskriterier:** Er angivet i fællesbestemmelserne.

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

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2017.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra 2016, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2018, 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 fællesbestemmelserne.

### **5.3 Eksamensregler**

Eksamensreglerne fremgår af eksamensordningen, der er offentliggjort på Det Teknisk Fakultet for IT og Design, Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultets hjemmeside.

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

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

## 5.4 Dispensation

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 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, for uddannelser, der udbydes på dansk.

Det forudsættes, at studerende kan læse akademiske tekster på moderne engelsk samt anvende opslagsværker mv. på andre europæiske sprog, for uddannelser der udbydes på engelsk.

## 5.6 Uddybende information

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