



AALBORG UNIVERSITET

# KANDIDATUDDANNELSEN I FYSIK, 2017

CAND.SCIENT.  
AALBORG

MODULER SOM INDGÅR I STUDIEORDNINGEN

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Statistisk mekanik 2020/2021 .....	3
Solid State Physics II: Electronic Structure 2020/2021 .....	5
Moderne fysik 2020/2021 .....	7
Fysiske undervisningsforsøg 2020/2021 .....	9
Optical Nanostructures and Materials 2020/2021 .....	11
Kvantemekanik II: metoder 2020/2021 .....	13
Kandidatspeciale 2020/2021 .....	15
Kandidatspeciale 2020/2021 .....	17
Kandidatspeciale 2020/2021 .....	19
Fysikkens anvendelser: (A) Teoretisk faststoffysik 2020/2021 .....	21
Fysikkens anvendelser: (B) Eksperimentel faststoffysik 2020/2021 .....	23
Nanofysik: (A) Optik 2020/2021 .....	25
Nanofysik: (B) Overfladefysik 2020/2021 .....	27
Computational Modeling for Physics and Engineering 2020/2021 .....	29
Overfladefysik og -kemi (B) 2020/2021 .....	31
Avanceret faststoffysik og optik 20 ECTS 2020/2021 .....	33
Avanceret faststoffysik og optik 25 ECTS 2020/2021 .....	35
Avanceret faststoffysik og optik 30 ECTS 2020/2021 .....	37
Academic Internship (30 ECTS) 2020/2021 .....	39
Syntese og karakterisering (kursusmodul) 2020/2021 .....	42
Halvledere: fysik, komponenter og teknologi 2020/2021 .....	44

# STATISTISK MEKANIK

2020/2021

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende mekanik og Termodynamik samt Grundlæggende kvantemekanik.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

## LÆRINGSMÅL

### 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 faseligevægt

### 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

### KOMPETENCER

- 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

### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Statistisk mekanik
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5

Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Statistical Mechanics
Modulkode	F-FYS-K1-3
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# SOLID STATE PHYSICS II: ELECTRONIC STRUCTURE

**2020/2021**

## PREREQUISITE/RECOMMENDED PREREQUISITE FOR PARTICIPATION IN THE MODULE

Introduction to Mechanics and Thermodynamics, Linear algebra, Calculus, Solid State Physics I: Geometric Structure and Introduction to Quantum Mechanics.

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

Students completing the module will gain insight into the electronic and magnetic properties of solids as well as a number of phenomena that occur in solids when one or more dimensions are at the nanoscale.

## LEARNING OBJECTIVES

### KNOWLEDGE

- Must have knowledge of basic concepts and theories regarding the electronic structure of solids, both metals and semiconductors
- Must have knowledge of methods for calculating electronic band structure and band gap
- Must have knowledge of magnetic properties of solids, including a microscopic description of dia-, para- and ferromagnetism.
- Must have knowledge of the electronic and magnetic properties of selected nanostructures

### SKILLS

- Be able to explain and apply basic concepts and theories regarding the electronic structure of solids, both metals and semiconductors
- Must be able to explain theories and methods for calculating electronic band structure in solids
- Must be able to explain theories for the calculation of magnetic properties of solids

### COMPETENCES

The competencies gained must develop and strengthen knowledge, understanding and application of theories and methods in solid state physics. Based on given prerequisites, the student must be able to reason and argue using concepts from solid state physics

### TYPE OF INSTRUCTION

Please see §17 in the curriculum.

### EXTENT AND EXPECTED WORKLOAD

Since it is a 5 ECTS course the expected work load is 150 hours.

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Solid State Physics II: Electronic Structure
Type of exam	Oral exam

ECTS	5
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	Internal examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Faststoffysik II: Elektronisk struktur
Module code	F-FYS-K1-4
Module type	Course
Duration	1 semester
Semester	Autumn
ECTS	5
Language of instruction	English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Lars Diekhöner</a>

## ORGANISATION

Study Board	Study Board of Mechanical Engineering and Physics
Department	Department of Materials and Production
Faculty	Faculty of Engineering and Science

# MODERNE FYSIK

2020/2021

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i modulet Mekanisk fysik, Elektromagnetisme og Grundlæggende kvantemekanik.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kernefysikken danner grundlag for forståelsen af væsentlige og samfundsrelevante fænomener som kernespaltning (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.

## LÆRINGSMÅL

### 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

## UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

## OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Moderne fysik
Prøveform	Mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala

Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Modern Physics
Modulkode	F-FYS-K1-5
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Garm Pedersen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet



# FYSISKE UNDERVISNINGSFORSØG

## 2020/2021

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### LÆRINGSMÅL

##### 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

##### KOMPETENCER

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

##### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Fysiske undervisningsforsøg
Prøveform	Aktiv deltagelse/løbende evaluering Løbende evaluering baseret på aktiv deltagelse og afleveringsopgaver.
ECTS	5
Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Didactic Issues in Physics
Modulkode	F-FYS-K1-6
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Lars Diekhöner</a> , <a href="#">Enok Johannes Haahr Skjølstrup</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# OPTICAL NANOSTRUCTURES AND MATERIALS

**2020/2021**

## PREREQUISITE/RECOMMENDED PREREQUISITE FOR PARTICIPATION IN THE MODULE

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

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

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:

### LEARNING OBJECTIVES

#### 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.

#### COMPETENCES

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.

#### EXTENT AND EXPECTED WORKLOAD

This is a 5 ECTS course module and the work load is expected to be 150 hours for the student

**EXAM****EXAMS**

Name of exam	Optical Nanostructures and Materials
Type of exam	Written or oral exam
ECTS	5
Assessment	Passed/Not Passed
Type of grading	Internal examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

**FACTS ABOUT THE MODULE**

Danish title	Optiske nanostrukturer og -materialer
Module code	F-NFM-K2-2
Module type	Course
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	5
Language of instruction	Danish and English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

**ORGANISATION**

Study Board	Study Board of Mechanical Engineering and Physics
Department	Department of Materials and Production
Faculty	Faculty of Engineering and Science

# KVANTEMEKANIK II: METODER

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i modulet Grundlæggende kvantemekanik.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### 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

#### KOMPETENCER

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.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSATS

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kvantemekanik II: metoder
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## YDERLIGERE INFORMATIONER

For studerende på tofagsuddannelser med sidefag i fysik:  
Kurset kan gennemføres som et miniprojekt med samme læringsmål.

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Quantum Mechanics II: Methods
Modulkode	F-FYS-K2-3
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Garm Pedersen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# KANDIDATSPECIALE

2020/2021

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

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.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

### LÆRINGSMÅL

#### 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

Projektarbejde med vejledning.

## OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 30 ECTS svarende til 900 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kandidatspeciale
Prøveform	Speciale/afgangsprojekt
ECTS	30
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Master's Thesis
Modulkode	F-FYS-K4-1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	30
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Lars Diekhöner</a>
Censornorm	D

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet



# KANDIDATSPECIALE

## 2020/2021

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

#### LÆRINGSMÅL

##### 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

Projektarbejde med vejledning.

##### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 50 ECTS svarende til 1500 timers studieindsats.

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

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kandidatspeciale
Prøveform	Speciale/afgangsprojekt
ECTS	50
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Master's Thesis
Modulkode	F-FYS-K3-5
Modultype	Projekt
Varighed	2 semestre
Semester	Efterår
ECTS	50
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Lars Diekhöner</a>
Censornorm	D

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# KANDIDATSPECIALE

## 2020/2021

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

#### LÆRINGSMÅL

##### 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

Projektarbejde med vejledning.

##### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 60 ECTS svarende til 1800 timers studieindsats.

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

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kandidatspeciale
Prøveform	Speciale/afgangsprojekt
ECTS	60
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Master's Thesis
Modulkode	F-FYS-K3-6
Modultype	Projekt
Varighed	2 semestre
Semester	Efterår
ECTS	60
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Lars Diekhöner</a>
Censornorm	D

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# FYSIKKENS ANVENDELSER: (A) TEORETISK FASTSTOFFYSIK

**2020/2021**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

### LÆRINGSMÅL

#### 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

Projektarbejde med vejledning.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 10 ECTS svarende til 300 timers studieindsats.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Fysikkens anvendelser: (A) Teoretisk faststoffysik
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	10

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Applications of Physics: (A) Theoretical Solid State Physics
Modulkode	F-FYS-K1-1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	10
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# FYSIKKENS ANVENDELSER: (B) EKSPERIMENTEL FASTSTOFFYSIK

**2020/2021**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

### LÆRINGSMÅL

#### 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

Projektarbejde med vejledning.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 10 ECTS svarende til 300 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Fysikkens anvendelser: (B) Eksperimentel faststoffysik
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	10

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Applications of Physics: (B) Experimental Solid State Physics
Modulkode	F-FYS-K1-2
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	10
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet



# NANOFYSIK: (A) OPTIK

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS7.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

### LÆRINGSMÅL

#### 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

Projektarbejde med vejledning.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 15 ECTS svarende til 450 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Nanofysik: (A) Optik
--------------	----------------------

Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Nano Physics: (A) Optics
Modulkode	F-FYS-K2-1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Kjeld Pedersen</a>
Censornorm	B

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# NANOFYSIK: (B) OVERFLADEFYSIK

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS7.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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

### LÆRINGSMÅL

#### 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 materials 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

Projektarbejde med vejledning.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 15 ECTS svarende til 450 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Nanofysik: (B) Overfladefysik
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Nano Physics: (B) Nano Physics: Surface Science
Modulkode	F-FYS-K2-2
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Kjeld Pedersen</a>
Censornorm	B

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# COMPUTATIONAL MODELING FOR PHYSICS AND ENGINEERING

**2020/2021**

## PREREQUISITE/RECOMMENDED PREREQUISITE FOR PARTICIPATION IN THE MODULE

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.

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

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:

### LEARNING OBJECTIVES

#### 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.

#### COMPETENCES

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.

#### EXTENT AND EXPECTED WORKLOAD

This is a 5 ECTS course module and the work load is expected to be 150 hours for the student.

**EXAM****EXAMS**

Name of exam	Computational Modeling for Physics and Engineering
Type of exam	Written exam Evaluation of report on a specific computational modeling study carried out during the semester.
ECTS	5
Assessment	Passed/Not Passed
Type of grading	Internal examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

**FACTS ABOUT THE MODULE**

Danish title	Numerisk modellering i fysik og ingeniørvidenskab (A)
Module code	F-FYS-K2-4
Module type	Course
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	5
Language of instruction	English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

**ORGANISATION**

Study Board	Study Board of Mechanical Engineering and Physics
Department	Department of Materials and Production
Faculty	Faculty of Engineering and Science

# OVERFLADEFYSIK OG -KEMI (B)

2020/2021

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

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

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kursets mål er, at give viden om specielle aspekter samt fysiske og kemiske fænomener på overflader og grænseflader.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- 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 dobbelt-lags 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.

#### KOMPETENCER

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.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Overfladefysik og -kemi
Prøveform	Mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve

Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning
---------------------	---

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Physics and Chemistry of Surfaces
Modulkode	F-FYS-K2-5
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Leonid Gurevich</a> , <a href="#">Vladimir Popok</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet



# AVANCERET FASTSTOFFYSIK OG OPTIK 20 ECTS

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS8.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

## LÆRINGSMÅL

### 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

Projektarbejde med vejledning.

### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 20 ECTS svarende til 600 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Avanceret faststoffysik og optik 20 ECTS
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	20
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Advanced Condensed Matter Physics and Optics
Modulkode	F-FYS-K3-1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	20
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

### ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# AVANCERET FASTSTOFFYSIK OG OPTIK 25 ECTS

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS8.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

## LÆRINGSMÅL

### 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

Projektarbejde med vejledning.

### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Projektmodulets omfang er 25 ECTS svarende til 750 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Avanceret faststoffysik og optik 25 ECTS
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	25
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Advanced Condensed Matter Physics and Optics
Modulkode	F-FYS-K3-2
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	25
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

### ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# AVANCERET FASTSTOFFYSIK OG OPTIK 30 ECTS

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i projektet på FYS8.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

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.

## LÆRINGSMÅL

### 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

Projektarbejde med vejledning.

### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSATS

Projektmodulets omfang er 30 ECTS svarende til 900 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Avanceret faststoffysik og optik 30 ECTS
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	30
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Advanced Condensed Matter Physics and Optics
Modulkode	F-FYS-K3-3
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	30
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>

### ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# ACADEMIC INTERNSHIP (30 ECTS)

**2020/2021**

## PREREQUISITE/RECOMMENDED PREREQUISITE FOR PARTICIPATION IN THE MODULE

This module is based on knowledge obtained on the 1st and 2nd semester of the master programme.

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

### LEARNING OBJECTIVES

#### 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:
  - o Empirical background
  - o Research problem/project objective
  - o Relevant theory
  - o Research design:
  - o Presentation of data
  - o Presentation and discussion of findings
  - o Evaluation of the project; i.e., findings, methods and, if relevant, considerations regarding the limitations and generalizability of the study.
- o 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

## TYPE OF INSTRUCTION

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.

## EXTENT AND EXPECTED WORKLOAD

This is a 30 ECTS project module and the work load is expected to be 900 hours for the student.

The Project-oriented study in an external organization must have a scope that correspond the ECTS load.

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Academic Internship
Type of exam	Oral exam based on a project
ECTS	30
Permitted aids	All written and all electronic aids
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	Internal examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Projektorienteret forløb i en virksomhed (30 ECTS)
Module code	F-FYS-K3-4
Module type	Project
Duration	1 semester
Semester	Autumn
ECTS	30
Language of instruction	Danish
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Thomas Møller Søndergaard</a>



## ORGANISATION

Study Board	Study Board of Mechanical Engineering and Physics
Department	Department of Materials and Production
Faculty	Faculty of Engineering and Science

# SYNTSE OG KARAKTERISERING (KURSUSMODUL)

2020/2021

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

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

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### 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.

#### KOMPETENCER

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 teoretiske og praktiske øvelser.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Syntese og karakterisering (kursusmodul)
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Synthesis and Characterisation (course module)
Modulkode	F-FYS-K3-8
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Christian Buhl Sørensen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# HALVLEDERE: FYSIK, KOMPONENTER OG TEKNOLOGI

**2020/2021**

## FORUDSÆTNINGER/ANBEFALEDE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden opnået i faststoffysik, grundlæggende kvantemekanik.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kursets mål er at give en forståelse af halvlederegenskaber, principper for funktion af vigtige halvlederkomponenter samt viden om metoder til syntese af halvledermaterialer og grundlæggende teknologier inden for fabrikation af komponenter.

### LÆRINGSMÅL

#### 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

#### KOMPETENCER

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.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Halvledere: fysik, komponenter og teknologi
--------------	---

Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Semiconductors: Physics, Devices and Engineering
Modulkode	F-FYS-K3-9
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Vladimir Popok</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet