



Studieordning for bacheloruddannelsen i nanoteknologi

Aalborg Universitet
September 2016

Forord

I medfør af lov 261 af 18. marts 2016 om universiteter (Universitetsloven) med senere ændringer fastsættes følgende studieordning for bacheloruddannelsen i nanoteknologi. Uddannelsen følger endvidere Fællesbestemmelserne og tilhørende Eksamensordning ved Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet.

Indholdsfortegnelse

Forord	2
1. Studieordningens hjemmel mv.	4
1.1 Bekendtgørelsesgrundlag	4
1.2 Fakultetstilhørsforhold	4
1.3 Studienævnstilhørsforhold	4
1.4 Censorkorps	4
2. Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil	4
2.1 Optagelse	4
2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk	4
2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS	4
2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil	5
2.5 Uddannelsens kompetenceprofil	5
3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse	6
3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester, NANO1	8
3.1.1 Projektmoduler for 1. semester	8
3.1.2 Kursusmoduler på 1. semester	10
3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester, NANO2	14
3.2.1 Projektmodul på 2. semester	14
3.2.2 Kursusmoduler på 2. semester	15
3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester, NANO3	19
3.3.1 Projektmodul på 3. semester	19
3.3.2 Kursusmoduler på 3. semester	20
3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester, NANO4	23
3.4.1. Projektmodul på 4. semester	23
3.4.2 Kursusmoduler på 4. semester	24
3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester, NANO5	28
3.5.1. Projektmodul på 5. semester	28
3.5.2 Kursusmoduler på 5. semester	29
3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester, NANO6	32
3.6.1 Modulbeskrivelser for A: Nanobioteknologi	32
3.6.2 Modulbeskrivelser for B: Nanofysik.....	34
3.6.2 Modulbeskrivelser for fælleskurser på 6. semester.....	36
4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision	38
5. Andre regler	38
5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet	38
5.2 Regler om merit, herunder mulighed for valg af moduler, der indgår i en anden uddannelse ved et universitet i Danmark eller udlandet	38
5.3 Regler omkring forløb og afslutning af bacheloruddannelsen	38
5.4 Særligt projektforsløb	39
5.5 Eksamensregler	39
5.6 Dispensation	39
5.7 Uddybende information	39

1. Studieordningens hjemmel mv.

1.1 Bekendtgørelsesgrundlag

Bacheloruddannelsen i nanoteknologi er tilrettelagt i henhold til Ministeriet for Forskning, Innovation og Videregående Uddannelsers bekendtgørelse nr. 1520 af 16. december 2013 om bachelor- og kandidatuddannelser ved universiteterne (Uddannelsesbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 670 af 19. juni 2014 om eksamen ved universitetsuddannelser (Eksamensbekendtgørelsen) med senere ændringer. Der henvises yderligere til bekendtgørelse nr. 257 af 18. marts 2015 (Adgangsbekendtgørelsen) og bekendtgørelse nr. 114 af 3. februar 2015 (Karakterbekendtgørelsen) med senere ændringer.

1.2 Fakultetstilhørsforhold

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

1.3 Studienævnstilhørsforhold

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

1.4 Censorkorps

Bacheloruddannelsen er tilknyttet ingeniøruddannelsernes landsdækkende censorkorps inden for retningerne matematik og fysik.

2. Optagelse, betegnelse, varighed og kompetenceprofil

2.1 Optagelse

Optagelse på bacheloruddannelsen i nanoteknologi forudsætter en gymnasial uddannelse.

Uddannelsens specifikke adgangskrav er:

- Dansk A
- Engelsk B
- Matematik A

Samt ét af følgende sæt krav:

- Fysik B og Kemi B
- Fysik B og Bioteknologi A
- Geovidenskab A og Kemi B

2.2 Uddannelsens betegnelse på dansk og engelsk

Studerende, der har gennemført specialiseringen i fysik opnår betegnelsen bachelor (BSc) i teknisk videnskab (nanoteknologi med specialisering i fysik). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Nanotechnology with specialisation in Physics)

Studerende, der har gennemført specialiseringen i bioteknologi opnår betegnelsen bachelor (BSc) i teknisk videnskab (nanoteknologi med specialisering i bioteknologi). Den engelske betegnelse: Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Nanotechnology with specialisation in Biotechnology)

2.3 Uddannelsens normering angivet i ECTS

Bacheloruddannelsen er en treårig forskningsbaseret heltidsuddannelse. Uddannelsen er normeret til 180 ECTS.

2.4 Eksamensbevisets kompetenceprofil

Nedenstående vil fremgå af eksamensbeviset:

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

En bachelor har grundlæggende kendskab til og indsigt i sit fags metoder og videnskabelige grundlag. Disse egenskaber kvalificerer bacheloren til videreuddannelse på et relevant kandidatstudium samt til ansættelse på baggrund af uddannelsen.

2.5 Uddannelsens kompetenceprofil

Personer der har opnået bachelorgraden i nanoteknologi har følgende kompetenceprofil:

Viden og forståelse	<ul style="list-style-type: none"> • Skal have viden om og indsigt i centrale teoretiske, metodiske og praksisnære fagområder inden for nanoteknologi • Skal kunne forstå og reflektere over teorier, metode og praksis inden for ovennævnte område • Skal have viden om og indsigt i grundlæggende fysiske, kemiske og bioteknologiske principper inden for nanoteknologi. • Skal have viden om og indsigt i ingeniørmæssigt matematisk grundlag • Skal have viden om og indsigt i grundlæggende laboratorieteknikker, dataopsamling og praktik • Skal have viden om og indsigt i grundlæggende fysiske teorier og metoder vedrørende atomer, molekyler og faste stoffer i særdeleshed med henblik på de egenskaber materialer på nanoskala udviser • Skal have viden om og indsigt i kemiske, fysiske og nanoteknologisk relevante strukturelle principper inden for biologiske og bioteknologiske systemer.
Færdigheder	<ul style="list-style-type: none"> • Skal kunne anvende up-to-date metoder og redskaber til at beskrive og løse problemstillinger på et videnskabeligt grundlag inden for nanoteknologiske område. • Skal kunne vurdere teoretiske og praktiske nanoteknologiske problemstillinger samt begrunde og vælge relevante løsningsmodeller med udgangspunkt i opstillede nanoteknologiske simulering- og/eller analysemodeller • Skal kunne foretage videnskabelige analyser på baggrund af opnåede resultater fra modeller eller praktiske målinger på nanoteknologiske systemer. • Skal kunne formidle faglige problemstillinger og løsningsmodeller til fagfæller og ikke-specialister eller samarbejdspartnere og brugere.
Kompetencer	<ul style="list-style-type: none"> • Skal kunne håndtere komplekse og udviklingsorienterede situationer i studie- eller arbejdssammenhænge. • Skal selvstændigt kunne indgå i fagligt og tværfagligt samarbejde med en professionel tilgang inden for det nanoteknologiske område. • Skal kunne identificere egne læringsbehov og strukturere egen læring i forskellige læringsmiljøer. • Skal kunne omsætte akademiske kundskaber og færdigheder til praktisk problembearbejdning og løsning

Efter endt bacheloruddannelse i nanoteknologi har den studerende opnået erhvervskompetencer inden for fysik, kemi og bioteknologi af nanoteknologiske systemer. De opnåede kompetencer sætter den studerende i stand til at udføre funktioner inden for projektering, udvikling, rådgivning i danske eller udenlandske virksomheder og offentlige institutioner.

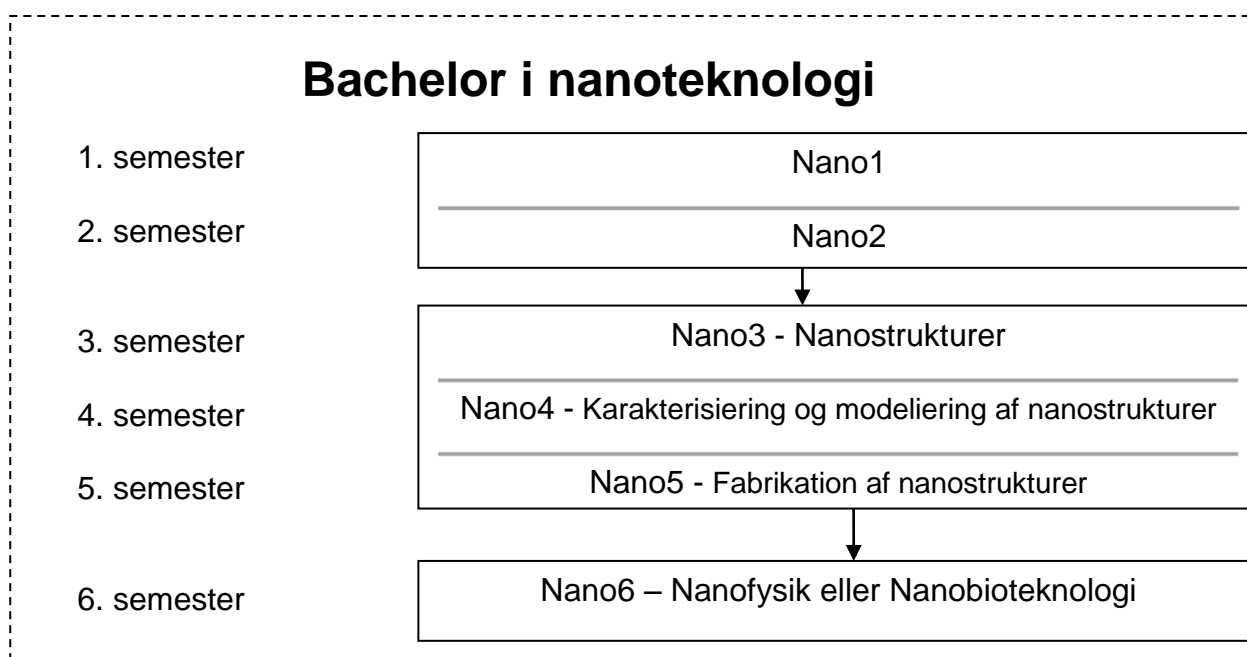
3. Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

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

Bacheloruddannelsen i nanoteknologi indeholder faglige elementer inden for fysik, kemi og bioteknologi og er fælles for alle studerende på 1.-5. semester. På 6. semester har studerende mulighed for at vælge mellem et kursus og projekt for 20 ECTS inden for nanofysik og et kursus og projekt for 20 ECTS inden for nanobioteknologi.



Uddannelsesoversigt:

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

Semester	Kode	Modul	ECTS	Bedømmelse	Prøve
1	Nano1-1	Fabrikation og karakterisering af nanostrukturerede materialer – Nanofabrikationsmetoder (P0 projekt)	5	B/IB	Intern
		Fabrikation og karakterisering af nanostrukturerede materialer –Nanoteknologiske målemetoder (P1 projekt)	10	7-skala	Intern
	Nano1-2	Ellære	5	7-skala	Intern
	Nano1-3	Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund	5	B/IB	Intern
	Nano1-4	Calculus	5	7-skala	Intern
2	Nano2-1	Kunstige nanostrukturer (P2 projekt)	15	7-skala	Ekstern
	Nano2-2	Lineær algebra	5	7-skala	Intern
	Nano2-3	Generel og uorganisk kemi	5	7-skala	Intern
	Nano2-4	Grundlæggende mekanik og termodynamik	5	7-skala	Intern
3	Nano3-1	Nanostrukturer - projekt	10	7-skala	Ekstern
	Nano3-2	Mikrobiologi – Workshop	5	B/IB	Intern
	Nano3-3	Elektromagnetisme	5	7-skala	Intern
	Nano3-4	Faststoffysik I: Geometrisk struktur	5	B/IB	Intern
	Nano3-5	Organisk kemi og mikrobiologi	5	7-skala	Intern
4	Nano4-1	Karakterisering og modellering af nanostrukturer - projekt	10	7-skala	Ekstern
	Nano4-2	Optik - Workshop	5	B/IB	Intern
	Nano4-3	Grundlæggende kvantemekanik	5	7-skala	Intern
	Nano4-4	Optik og spektroskopi	5	B/IB	Intern
	Nano4-5	Protein fysik	5	7-skala	Intern
5	Nano5-1	Fabrikation af nanostrukturer - projekt	15	7-skala	Ekstern
	Nano5-2	Nanofabrikation	5	B/IB	Intern
	Nano5-3	Statistisk mekanik	5	B/IB	Intern
	Nano5-4	Faststoffysik II: Elektronisk struktur	5	7-skala	Intern

Specialisering i bioteknologi

6	Nano6-1A	Bachelorprojekt (Biosensorer)	15	7-skala	Ekstern
	Nano6-2A	Kemi af biologiske nanostrukturer	5	7-skala	Intern
	Nano6-3	Lab-on-a-chip	5	7-skala	Intern
	Nano6-4	Genteknologi	5	7-skala	Intern
Sum			180		

Specialisering i fysik

6	Nano6-1B	Bachelorprojekt (Anvendt nanoteknologi)	15	7-skala	Ekstern
	Nano6-2B	B: Kvantemekanik II: metoder	5	7-skala	Intern
	Nano6-3	Lab-on-a-chip	5	7-skala	Intern
	Nano6-4	Genteknologi	5	7-skala	Intern
Sum			180		

I ovenstående moduler indgår videnskabsteori og videnskabelige metoder i projektmodulet på 2., 5., 6. semester (15 ECTS moduler). Der undervises desuden i dette samt andre videnskabelige værktøjer i kurset *Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund*.

3.1 Modulbeskrivelser for 1. semester, NANO1

3.1.1 Projektmoduler for 1. semester

Fabrikation og karakterisering af nanostrukturerede materialer - Nanofabrikationsmetoder / Fabrication and Characterisation of Nanostructured Materials - Nanofabrication Methods (P0 projekt)

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

Viden

- Skal have kendskab til enkelte elementære begreber inden for fremstillingen af nanostrukturerede materialer
- Skal have et grundlæggende kendskab til arbejdsprocesserne i et projektarbejde, videnstilegnelse og samarbejde med vejleder

Færdigheder

- Skal kunne definere projektarbejdets mål og kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling
- Skal kunne beskrive og analysere en eller flere projektvinkler
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater skriftligt, grafisk og mundtligt på en sammenhængende måde

Kompetencer

- Skal kunne reflektere over den problemorienterede og projektor-
ganiserede studieform og arbejdsprocessen
- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i
en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og
foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- Skal kunne reflektere over måder at formidle information til an-
dre (skriftligt, mundtligt og grafisk)

Undervisningsform: Projektarbejde med vejledning og supplerende forelæsninger vedrørende projektarbejde, rapportskrivning, samt fysiske og bioteknologiske nanofabrikationsmetoder.

Nanoteknologi handler om at fremstille, karakterisere og anvende nanostrukturerede materialer. Ved at kontrollere materialers struktur på nanoskala kan man konstruere nye materialer med unikke egenskaber, som fx kan anvendes indenfor kommunikation, datalagring, katalyse eller medicin. Det er derfor en vigtig del af nanoteknologistudiet at have kendskab til de forskellige måder, hvorpå nanostrukturerede materialer kan fremstilles. De studerende præsenteres gennem nogle introduktionsforelæsninger til forskellige nanofabrikationsmetoder og vælger i samarbejde med vejlederen en metode som gruppen vil fokusere på. Indenfor den valgte nanofabrikationsmetode vælges en eller flere vinkler for problembearbejdningen.

Prøveform: Intern mundtlig prøve, gruppe eksamen baseret på fremlæggelsesseminar og projektrapport, individuel bedømmelse, bestået/ikke bestået

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Fabrikation og karakterisering af nanostrukturerede materialer - Nanoteknologiske målemetoder / Fabrication and Characterisation of Nanostructured Materials - Characterisation Methods in Nanotechnology (P1 projekt)

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i P0 projektet

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

Viden

- Skal kunne definere og forstå de i projektarbejdet anvendte begreber samt have en grundlæggende forståelse for de anvendte metoder, teorier og/eller modeller

Færdigheder

- Skal kunne definere projektarbejdets mål og en strategi for problembearbejdning og kunne analysere og drage konklusioner under inddragelse af relevante sammenhænge
- Skal kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling
- Skal kunne foretage en vurdering af relevansen af i forbindelse med projektarbejdet indhentet information
- Skal kunne inddrage og beskrive relevante begreber, modeller, teorier og metoder anvendt til analyse af den valgte problemstilling
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater på en struktureret og forståelig måde såvel skriftligt, grafisk og mundtligt
- Skal kunne analysere egen læreproces
- Skal kunne anvende en metode til organisering af projektarbejdet

Kompetencer

- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- Skal kunne anvende projektarbejde som studieform
- Skal kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen
- Skal kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter

Undervisningsform: Projektarbejde (baseret på laboratorieforsøg) med vejledning og suppleret med forelæsninger der introducerer de studerende til de relevante målemetoder og begreber der bruges i forbindelse med eksperimenterne i laboratorierne.

For at kunne sammenkæde strukturen med de resulterende egenskaber af nanostrukturerede materialer er det vigtigt at kunne karakterisere begge dele. Derfor får de studerende gennem en række eksperimenter kendskab til forskellige eksperimentelle teknikker til karakterisering af nanostrukturer. Resultaterne fra de enkelte eksperimenter analyseres efterfølgende og sammenholdes med den

relevante teori. Hver gruppe vælger derefter hvilket af eksperimenterne de primært vil fokusere på gennem projektføreløbet.

Prøveform: Intern mundtlig prøve, gruppe eksamen baseret på fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.1.2 Kursusmoduler på 1. semester

Ellære / Introduction to Electricity

Mål: Studerende, der gennemfører modulet:

Viden

- Skal kunne redegøre for og anvende grundlæggende begreber, teorier og metoder indenfor elektrostatik og magnetostatik.
- Skal kunne forstå og anvende Maxwells ligninger på integral form på simple model systemer
- Skal kunne forstå og analysere simple elektriske kredsløb og deres (resistive, capacitive og induktive) komponenter.

Færdigheder

- Skal kunne løse simple problemer inden for de emner der er opnået viden om
- Skal kunne anvende teorier og metoder fra ellære på simple modelsystemer
- Skal kunne anvende grundlæggende kredsløbsteori på simple DC- og AC-kredsløb

Kompetencerne

- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder fra ellære inden for andre fagområder. Den studerende skal kende til tekniske anvendelser af ellære.

Ellære udgør en væsentlig del af grundlaget for klassisk fysik og er vigtigt for forståelse af en række emner herunder optik, elektromagnetisme og kemiske bindinger. Desuden danner ellære grundlaget for forståelsen af adskillige tekniske anvendelser, såsom elektriske kredsløb og komponenter, elektromotorer og elektriske generatorer.

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Individuel intern skriftlig eller mundtlig prøve, 7-trins skala

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Problembaseret læring i videnskab, teknologi og samfund / Problem Based Learning in Science, Technology, and Society

Formål: Kursets formål er at støtte de studerende teoretisk såvel som praktisk i at planlægge og udføre et videnskabeligt problembaseret projektarbejde med samfundsmæssig relevans.

I problembaseret læring tages der udgangspunkt i et virkeligt problem; dvs. at både problemet og potentielle løsninger er indlejret i en teknologisk og samfundsmæssig kontekst. At arbejde problemorienteret indenfor ingeniørvidenskab i nanoteknologi indbefatter således en forståelse for, hvordan relevante kontekstuelle sammenhænge udpeges og inddrages i udviklingen af en problemløsning.

Da problembaseret læring relaterer sig til problemer fra virkelighedens verden, så reflekteres virkelighedens komplekse natur også i problemerne; og det er derfor sjældent at en person i praksis kan favne problemets kompleksitet. Problembaseret læring foregår derfor som oftest i et gruppeorganiseret projektarbejde, og i alle tilfælde er afgrænsningen af problemfeltet nøje afstemt med projektenhedens mål og de ressourcer, der er til rådighed. I et problembaseret projektarbejde er det derfor centralt at udnytte og udvikle projektgruppens samlede kapacitet indenfor både samarbejde, læring og projektstyring; samtidigt med at den enkelte får udfoldet og udviklet sin viden, færdigheder og kompetencer.

Mål: Efter kurset skal den studerende have:
Viden der gør den studerende i stand til at:

- redegøre for grundlæggende læringsteori;
- redegøre for teknikker til planlægning og styring af projektarbejde;
- redegøre for forskellige tilgange til problembaseret læring (PBL); herunder Aalborg modellens udgangspunkt i problemer, der indgår i en samfundsmæssig og/eller humanistisk sammenhæng.
- redegøre for forskellige tilgange til analyse og vurdering af ingeniørvidenskab i nanoteknologi problemstillinger og løsninger i et videnskabsteoretisk, etisk, og samfundsmæssigt perspektiv;

Færdigheder, der gør de studerende i stand til at:

- planlægge og styre et problembaseret studieprojekt;
- analysere projektgruppens organisering af gruppesamarbejdet, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og på den baggrund komme med forslag til, hvordan samarbejdet i fremtidige grupper kan forbedres;
- reflektere over årsager til og anvise mulige løsninger på eventuelle gruppekonflikter;
- analysere og vurdere egen studieindsats og læring, med henblik på at identificere stærke og svage sider, og der ud fra overveje videre studieforløb og studieindsats;
- reflektere over de anvendte metoder i et videnskabsteoretisk perspektiv

udpege relevante fokusområder, begreber og metoder til at vurdere og udvikle løsninger under hensynstagen til de samfundsmæssige og humanistiske sammenhænge i hvilke løsningen skal indgå.

Kompetencer, som gør den studerende i stand til at:

- indgå i et teambaseret projektarbejde;
- formidle et projektarbejde;
- reflektere og udvikle egen læring bevidst;
- indgå i og optimere kollaborative læreprocesser;
- reflektere over sit professionelle virke i relation til det omgivende samfund.

Gruppen vil i relation til P1 projektet anvende begreber og værktøjer til problembaseret projektledelse; og reflektere den problembaserede læring for gruppen i en skriftlig procesanalyse for hhv. P0 og P1 forløbet. I relation til Videnskab, teknologi og samfund vil de studerende i deres P1 projekt udpege relevante fokusområder til at vurdere og udvikle løsninger under hensynstagen til de samfundsmæssige og humanistiske sammenhænge i hvilke løsningen skal indgå. Disse projektaktiviteter vil i forløbet blive kommenteret af konsulenter indenfor helhedsorienteret projektledelse med henblik på at sikre sammenhæng imellem kurset og projektarbejdet.

Kurset skaber endvidere grundlaget for at den studerende i P2-projektenheden opdyrker kompetence i at inddrage relevante humanistiske og samfundsmæssige forhold i udvikling af ingeniør, natur og sundhedsvidenskabelige løsninger. Dette vil understøttes af bivejledning indenfor helhedsorienteret projektledelse med fokus på kontekstualisering af problemfeltet. I P2 følges arbejdet indenfor problembaseret læring op ved et konsulentbesøg; for at understøtte at de tillærte kompetencer er en forankret del af projektarbejdet.

Indhold:

Kursets indhold sigter både på den helhed projektgruppen udgør omkring projektet samt den helhed de samfundsmæssige forhold udgør for projektet.

- Studieintroduktion og -teknik;
- Videnskabelig redelighed;
- Skriftlig og mundtlig formidling af projektresultater.
- Erfaringsopsamling
- Projektplanlægning, inkl. projektstyring og -ledelse;
- Kommunikationen i og udad gruppen
- Læringsstile, teamroller og gruppedynamik;
- Kreativitet i projektarbejdet
- Konflikthåndtering;
- Teori om læreprocesser;
- Videnskabsteori
- Sociologisk metode, kvalitativ og kvantitativ undersøgelse;
- Faser i et problemorienteret projektarbejde fra initierende problem over problemanalyse til problemformulering;
- Helhedsvurdering af videnskaben/ teknologien/produktet i relation til brugeren og det omgivende samfund, herunder indflydelse af:

- Miljø, forbrug og socialt ansvar;
 - Samfundsøkonomi;
 - Kulturforståelse og interkulturel kommunikation;
 - Politiske processer, magt og regulering
- Metoder til analyse og dokumentation af gruppens læreprocesser;

Undervisningens organisering og eksamination Kurset er organiseret som et mix af forelæsninger, seminarer, workshops, gruppekonsultation og selvstudie.
Kurset eksamineres individuelt på baggrund af en skriftlig opgave. Der gives bedømmelsen bestået eller ikke bestået.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Calculus/Calculus

Mål: Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have kendskab til definitioner, resultater og teknikker inden for teorien for differentiation og integration af funktioner af to eller flere variable
- Skal have kendskab til de trigonometriske funktioner og deres inverse funktioner
- Skal have kendskab til de komplekse tal, deres regneregler og deres repræsentationer
- Skal have kendskab til faktorisering af polynomier over de komplekse tal
- Skal have kendskab til den komplekse eksponentialfunktion, dens egenskaber, og dens forbindelse med trigonometriske funktioner
- Skal have kendskab til kurver i planen (både i rektangulære og polære koordinater) og rummet, parametrisering, tangentvektor og krumning for disse
- Skal have kendskab til teorien for anden ordens lineære differentiaalligninger med konstante koefficienter

Færdigheder:

- Skal kunne visualisere funktioner af to og tre variable ved hjælp af grafer, niveaukurver og niveauflader
- Skal kunne foretage bestemmelse af lokale og globale ekstrema for funktioner af to og tre variable
- Skal kunne bestemme areal, volumen, inertimoment og lignende ved anvendelse af integrationsteori
- Skal kunne approksimere funktioner af en variabel ved hjælp af Taylors formel, og kunne anvende lineær approksimation for funktioner af to eller variable
- Skal have færdighed i regning med komplekse tal
- Skal kunne finde rødder i den komplekse andengradsligning og udføre faktorisering af polynomier i simple tilfælde
- Skal kunne løse lineære anden ordens differentiaalligninger med konstante koefficienter, generelt, og med begyndelsesbetingelser
- Skal kunne ræsonnere med kursets begreber, resultater og teorier, i simple konkrete og abstrakte problemstillinger

Kompetencer:

- Skal udvikle og styrke sit kendskab til, forståelse af, og anvendelse af matematiske teorier og metoder indenfor andre fagområder
- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber fra calculus

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen, 7-trins-skala

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.2 Modulbeskrivelser for 2. semester, NANO2

3.2.1 Projektmodul på 2. semester

Kunstige nanostrukturer / Artificial Nanostructures (P2 projekt)

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i P1 projektet.

Mål: Studerende der har gennemført modulet:

Viden

- Skal kunne definere og forstå de i projektarbejdet anvendte begreber samt have en grundlæggende forståelse for de anvendte metoder, teorier og/eller modeller
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til semestrets tema

Færdigheder

- Skal kunne definere projektarbejdets mål og en strategi for problembearbejdning og kunne analysere og drage konklusioner under inddragelse af relevante sammenhænge
- Skal kunne skrive en konklusion, der besvarer projektarbejdets problemstilling
- Skal kunne foretage en vurdering af relevansen af i forbindelse med projektarbejdet indhentet information
- Skal kunne inddrage og beskrive relevante begreber, modeller, teorier og metoder anvendt til analyse af den valgte problemstilling
- Skal kunne formidle projektets arbejdsresultater på en struktureret og forståelig måde såvel skriftligt, grafisk og mundtligt
- Skal kunne analysere egen læreproces
- Skal kunne anvende en metode til organisering af projektarbejdet

Kompetencer

- Skal kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport
- Skal kunne samarbejde omkring problemfeltets projektarbejde og foretage en fælles fremlæggelse af projektarbejdets resultater
- Skal kunne anvende projektarbejde som studieform
- Skal kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejdet og problembearbejdningen
- Skal kunne anvende de i projektarbejdet benyttede metoder/teorier i forbindelse med analyse af en problemstilling af lignende faglig karakter

Undervisningsform: Projektarbejde med vejledning.

Kunstige nanostrukturer omfatter blandt andet kvanteprikker, metalliske nanopartikler, nanotråde, kulstofnanorør og nanostrukturerede overflader. Disse kan på grund af deres unikke egenskaber designes til specielle formål. For at fremstille kunstige nanostrukturer kræves en lang række specielle teknikker. Man kan enten ”beskære en stor klump” i en såkaldt top-down teknik eller man kan bygge strukturer op ved at samle de rette enheder (bottom-up). Begge metoder er meget vigtige. Når strukturen er fremstillet, skal den karakteriseres, så dens egenskaber kendes. Dette kræver ligeledes specielle nanoteknologiske metoder. Målet med dette semester er derfor, at de studerende stifter bekendtskab med fremstilling og håndtering af kunstige nanostrukturer, og at de efterfølgende prøver at måle de fremstillede nanostrukturers egenskaber.

Prøveform: Mundtlig prøve, gruppe eksamen baseret på fremlæggelse og projektrapport, 7-trinsskala, ekstern censor.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.2.2 Kursusmoduler på 2. semester

Lineær algebra/Linear Algebra

Mål:

Studerende der gennemfører modulet:

Viden:

- Skal have viden om definitioner, resultater og teknikker indenfor teorien for lineære ligningssystemer.
- Skal have kendskab til lineære transformationer og deres sammenhæng med matricer
- Skal have viden om computerværktøjet MATLAB og dets anvendelse indenfor lineær algebra
- Skal have kendskab til simple matrixoperationer
- Skal have kendskab til invertibel matrix og invertibel lineær afbildning
- Skal have kendskab til vektorrummet \mathbb{R}^n og underrum deraf
- Skal have kendskab til lineær afhængighed og uafhængighed af vektorer, samt dimension og

- basis for underrum
- Skal have kendskab til determinant for matricer
- Skal have kendskab til egenverdier og egenvektorer for matricer og deres anvendelse
- Skal have kendskab til projektioner og ortonormale baser
- Skal have viden om første ordens differentialligninger, samt om systemer af lineære differentialligninger

Færdigheder:

- Skal kunne anvende teori og regneteknik for lineære ligningssystemer til at afgøre løsbare, og til at bestemme fuldstændige løsninger og deres struktur
- Skal kunne repræsentere lineære ligningssystemer ved hjælp af matrixligninger, og omvendt
- Skal kunne bestemme og anvende reduceret echelonform af en matrix
- Skal kunne anvende elementære matricer i forbindelse med Gauss-elimination og inversion af matricer
- Skal kunne afgøre lineær afhængighed eller lineær uafhængighed af små sæt af vektorer
- Skal kunne bestemme dimension af og basis for små underrum
- Skal kunne bestemme matrix for en givet lineær afbildning, og omvendt
- Skal kunne løse simple matrixligninger
- Skal kunne beregne invers af små matricer
- Skal kunne bestemme dimension af og basis for nulrum og søjlerum
- Skal kunne beregne determinanter og kunne anvende resultatet af beregningen
- Skal kunne beregne egenverdier og egenvektorer for simple matricer
- Skal kunne afgøre, om en matrix er diagonaliserbar, og i bekræftende fald gennemføre en diagonalisering, for simple matricer
- Skal kunne beregne den ortogonale projektion på et underrum af \mathbb{R}^n
- Skal kunne løse separable og lineære første ordens differentialligninger, generelt, og med begyndelsesbetingelser

Kompetencer:

- Skal udvikle og styrke sit kendskab til, forståelse af, og anvendelse af matematiske teorier og metoder inden for andre fagområder
- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med matematiske begreber inden for lineær algebra

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel mundtlig eller skriftlig prøve i henhold til eksamensordningen, 7-trinsskala.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Generel og uorganisk kemi /General and Inorganic Chemistry

Objective: Students who complete the module: will have gained skills in inorganic chemistry, have developed knowledge in deducing and applying chemical reaction principles to real problems.

Knowledge

- Must have knowledge about general chemistry and chemical principals
- Must be able to understand chemical equations and equilibria
- Must be able to use and apply the information of the periodic system of elements towards problems
 - Must be able to deduce chemical properties by using the periodic system of elements
 - Must be able to solve chemical reactions and equilibria with the help of the periodic system and deduce the properties of the resulting compounds

Skills

- Must be able to apply chemical reaction principals to real problems
- Must be able to evaluate chemical equilibria
- Must be able to apply the periodic system of elements to real world problems
 - Must be able to predict properties of newly synthesized chemical compounds on the basis of the periodic system of elements
 - Must be able to predict reactivities and properties of substances with the help of the periodic system of elements

Competencies

- Must be able to understand and apply basic knowledge about the periodic system and its compounds
- Must have a basic understanding of the structure of atoms, compounds, and basic chemical principles.

Type of instruction: Lectures with accompanying problem solving session

Exam format: Individual internal written or oral exam, graded on 7-scale.

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

Grundlæggende mekanik og termodynamik/ Introduction to Mechanics and Thermodynamics

Mål: Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå

Viden opnås inden for følgende emner:

- Newtons love, kraftbegrebet og bevægelse
- statisk ligevægt
- arbejde og effekt
- kinetisk, potentiel og mekanisk energi
- bevægelsesmængde og moment
- rotation og inertimoment
- kraftmoment
- termodynamikkens hovedsætninger, processer og tilstandsstørrelser
- ideale gasser (mikroskopisk og makroskopisk beskrivelse)
- varme, arbejde og indre energi
- termodynamiske materialeegenskaber som termisk udvidelse, varmekapacitet, smelte- og fordampningsvarme, varmeledning
- Boltzmann-fordelingen
- entropi

Færdigheder

Den studerende vil endvidere opnå færdigheder til at løse problemer inden for ovenstående emner samt kompetencer til at anvende teorier og metoder inden for mekanik og termodynamik på simple modelsystemer.

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

Mekanik udgør den del af den klassiske fysik, der danner grundlag for forståelse af vigtige begreber som energi, arbejde og kræfter. Dette er alle makroskopiske egenskaber af mekaniske systemer, men er samtidig vigtige for at forstå de mikroskopiske egenskaber af fx nanosystemer.

Termodynamikken danner grundlag for beskrivelsen af en lang række dagligdagsfænomener, processer og maskiner. Derudover danner termodynamikken grundlag for den statistiske mekanik, der forbinder den kvantemekaniske beskrivelse af atomer og molekyler med egenskaberne af gasser, væsker og faste stoffer.

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Individuel intern skriftlig prøve, 7-trinsskala.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.3 Modulbeskrivelser for 3. semester, NANO3

3.3.1 Projektmodul på 3. semester

Nanostrukturer / Nanostructures

Prerequisites: Module builds on knowledge obtained from P2 project.

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must have a basic understanding of nanostructures
- Must have the knowledge of how to manufacture simple artificial and natural nanostructures
- Must demonstrate knowledge of properties of nanostructures

Skills

- Must be able to apply the theory for production of simple artificial and natural nanostructures
- Must be able to characterize simple artificial and natural nanostructures by using microscopy and spectroscopy
- Must be able to produce simple nanostructures
- Must be able use models to describe nanostructures

Competences

- Must have a basic practical and theoretical understanding of simple artificial and natural nanostructures
- Must be able to apply basic theories to create and describe simple nanostructures
- Must be able to reflect over basic theories used for creation and characterization of simple nanostructures

Type of instruction: Project work with supervision

Exam format: Oral group exam based on presentation and project report, graded on 7-scale, individual evaluation, external censor

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.3.2 Kursusmoduler på 3. semester

Mikrobiologi –Workshop / Microbiology-Workshop

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet generel kemi og uorganisk kemi, organisk kemi og mikrobiologi (følges sideløbende) eller tilsvarende

Mål: Den studerende skal opnå praktisk erfaring med klassisk mikrobiologi og klasse 1 Laboratorie sikkerhed.

Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå:

Viden

- Skal have viden om mikrobiologiske arbejdsteknikker og grundlægende mikrobiologisk metoder i laboratorium
- Skal have kendskab til generel laboratorie sikkerhed
- Skal have kendskab til kemikalie håndtering og sikkerhed
- Skal have kendskab til apparatteknik og sikkerhed

Færdigheder

- Skal forstå og anvende sikkerhedsregler in forhold til kemikalie håndtering og mikrobiologisk arbejde i GMO klasse 1 laboratorier.
- Skal forstå og anvende mikrobiologiske arbejdsteknikker og grundlægende mikrobiologisk metoder i laboratorium

Kompetencer

Kompetencerne som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder indenfor mikrobiologi. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne arbejde sikkert og selvstændigt i et mikrobiologisk og GMO klasse 1 laboratorie.

Undervisningsform: Eksperimentelle laboratorieøvelser suppleret med forelæsninger.

Prøveform: Intern Løbende. Prøven udgøres af aktiv deltagelse i kurset og kan yderligere baseres på afleverede rapporter, bestået/ikke-bestået.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Elektromagnetisme/Electromagnetism

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet lineær algebra og calculus samt ellære på 1.-2. semester eller tilsvarende

Mål: Den studerende skal opnå indsigt i den klassiske elektromagnetisme, stoffers elektriske og magnetiske egenskaber og elektromagnetisk stråling. Studerende, der gennemfører modulet:

Viden

- Skal kunne redegøre for den klassiske elektromagnetismes teorier, fysiske love og begreber, herunder elektriske og magnetiske felter, elektro- og magnetostatik, elektromagnetisk induktion, Maxwells ligninger, samt elektromagnetiske bølger
- Skal kunne redegøre for stoffers elektriske og magnetiske egenskaber

- Skal kunne anvende vektoranalyse til matematisk beskrivelse af elektromagnetiske problemstillinger
- Skal have viden om matematiske metoder der finder anvendelse inden for elektromagnetisme, herunder vektoranalyse målrettet elektromagnetismens matematiske beskrivelse, gradient, divergens, rotor og Laplace-operator, kurve- og fladeintegraler, samt Gauss' og Stokes' sætninger

Færdigheder

- Skal kunne anvende teorier og metoder fra Elektromagnetisme til at løse problemer inden for de emner der er tilegnet viden omkring
- Skal kunne anvende teorier og metoder fra Elektromagnetisme på simple modelsystemer.
- Skal kunne anvende matematiske værktøjer til beskrivelse og løsning af problemer inden for Elektromagnetisme

Kompetencer

- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder fra den klassiske elektromagnetisme inden for andre fagområder.
- Skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra den klassiske elektromagnetisme.

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel skriftlig eller mundtlig prøve, 7-trinsskala.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Faststoffysik I: Geometrisk struktur / Solid State Physics I: Geometric Structure

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende mekanik og termodynamik, lineær algebra og calculus på 1.-2. semester eller tilsvarende

Mål: Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå en forståelse af faste stoffers geometriske struktur på atomart niveau. Stoffers struktur er bestemmende for deres egenskaber. Kurset danner grundlag for senere at skabe forbindelsen ml. struktur og egenskaber.

Viden

- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier vedrørende, primært krystallinske, faste stoffers struktur og metoder til bestemmelsen heraf.
- Skal have viden om bindinger i faste stoffer.
- Skal have viden om krystallinske faste stoffers dynamiske egenskaber, herunder begreber som gittersvingninger og fononer, samt termiske egenskaber som varmekapacitet, termisk udvidelse og termisk ledning.
- Skal have viden om matematiske metoder der finder anvendelse inden for Faststoffysik, herunder Fourierrækker, -integraler og -transformationer

Færdigheder

- Skal kunne redegøre for og anvende grundlæggende begreber og teorier vedrørende, primært krystallinske, faste stoffers struktur og metoder til bestemmelsen heraf.
- Skal kunne redegøre for teorier til beregning af bindinger i krystallinske materialer
- Skal kunne redegøre for teorier til beregning af gittersvingninger i faste stoffer samt anvendelser inden for termiske egenskaber af faste stoffer
- Skal kunne anvende matematiske værktøjer til beskrivelse og løsning af problemer inden for Faststoffysik

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: Intern individuel mundtlig prøve, bestået/ikke bestået.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Organisk kemi og mikrobiologi / Organic Chemistry and Microbiology

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the module general and inorganic chemistry on 2nd semester or similar modules.

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must have knowledge about basic organic chemical reactions (ionic and radical reactions)
- Must have the knowledge about nomenclature within organic chemistry and stereochemistry
- Must have the knowledge about the main types of microorganisms and their major applications
- Must be able to understand the basic mechanisms of the most important chemical reactions (electrophile, nucleophile, and radical reactions), and reactive groups within organic chemistry
- Must be able to apply the basic mechanisms of the most important chemical reactions in order to solve unknown problems

Skills

- Must be able to apply the reaction mechanisms to novel problems
- Must be able to solve and understand organic chemistry reactions.
- Must be able to understand the different types of microorganisms

Competencies

- Must have a deeper knowledge and understanding of the principle organic chemistry reaction mechanisms and how to apply them to real world problems

- Must have a general understanding of principle differences of microorganisms

Type of Instruction: Lectures with theoretical problems

Exam format: Individual internal written or oral exam, graded on 7-scale.

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.4 Modulbeskrivelser for 4. semester, NANO4

3.4.1. Projektmodul på 4. semester

Karakterisering og modellering af nanostrukturer/ Characterisation and Modeling of Nanostructures

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the project module on 3rd semester.

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must have the knowledge and understanding of how nanostructures are built up
- Must have knowledge on structures and their function
- Must have the knowledge of and be able to apply relevant characterization techniques within nanotechnology
- Must have the knowledge and understanding of properties at the atomic and molecular level

Færdigheder

- Must be able to apply theoretical models to describe nanostructures and their properties
- Must be able to apply techniques for characterization of nanostructures such as microscopy and spectroscopy

Kompetencer

- Must demonstrate a good understanding of properties and function of nanostructures
- Must be able to apply the knowledge to characterize and model nanostructures
- Must be able to reflect over theories and models which are used to explain function and properties of nanostructures

Type of instruction: Project work with supervision

Exam format: Oral group exam based on presentation and project report, graded on 7-scale, individual evaluation, external censor

Evaluation criteria: Besides the evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.4.2 Kursusmoduler på 4. semester

Optik – Workshop / Optics – Workshop

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet elektromagnetisme, optik og spektroskopi (følges sideløbende) eller tilsvarende.

Mål: Den studerende skal opnå praktisk erfaring med klassisk optik, herunder geometrisk optik, interferens og diffraktion. Workshoppen kan desuden indeholde computer-modellering og teoretisk analyse der komplementerer eksperimenterne.

Studerende, der gennemfører modulet:

Viden

- Skal kunne anvende geometrisk optik til at designe simple optiske systemer af linser, spejle og blænder både i teori og praksis
- Skal have kendskab til basale sikkerhedsprocedurer ved arbejde med optik og laserfysik
- Skal have kendskab til korrekt håndtering og rengøring af optiske komponenter
- Skal have praktisk erfaring med optiske fænomener som polarisation, interferens, kohærens og diffraktion.

Færdigheder

- Skal kunne udføre optiske eksperimenter og anvende begreber, teorier og metoder fra den klassiske optik til at forklare observerede optiske fænomener.

Kompetencer

- Skal kunne udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af teorier og metoder i optik inden for andre fagområder. Den studerende skal ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere med begreber fra optik.

Undervisningsform: Eksperimentelle laboratorieøvelser og computerbaseret teoretisk analyse.

Prøveform: Løbende. Prøven udgøres af aktiv deltagelse i kurset og kan evt. yderligere baseres på afleverede rapporter, bestået/Ikke-bestået.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Grundlæggende kvantemekanik /Introduction to Quantum Mechanics

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet lineær algebra og calculus på 1.-2. semester eller tilsvarende .

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

Viden

- Skal have viden om grundlæggende begreber og teorier inden for kvantemekanikken og dens grundlag.
- Skal have viden om hvordan man ved brug af kvantemekanik beskriver tilstanden af en partikel, herunder beregning af egenskaber som energi, bevægelsesmængdemoment og spin.
- Skal have viden om hvordan man løser problemer med kvantemekaniske metoder
- Skal have viden om matematiske metoder der finder anvendelse inden for kvantemekanik, herunder differentialoperatorer i cylinder- og kuglekoordinater, homogene og inhomogene 2. ordens differentiaalligninger, sandsynligheder, middelværdi og spredning

Færdigheder

- Skal kunne redegøre for og anvende grundlæggende begreber og teorier inden for kvantemekanik
- Skal kunne anvende kvantemekaniske metoder og teorier på simple modelsystemer, som kvantebrønde, harmoniske oscillatorer, potentialbarrierer og partikler i et centralpotential.
- Skal kunne anvende matematiske værktøjer til beskrivelse og løsning af problemer inden for Kvantemekanik

Kompetencer: Den studerende vil opnå kompetencer til at anvende de præsenterede teorier og metoder på simple modelsystemer. Derudover skal de opnåede kompetencer styrke kendskabet til samt forståelsen og anvendelse af kvantemekaniske teorier og metoder inden for andre relevante fagområder såsom f.eks. faststoffysik og optik. Den studerende skal således ud fra givne forudsætninger kunne ræsonnere og argumentere ud fra kvantemekaniske begreber.

Motivation: Kvantemekanik repræsenterer sammen med relativitetsteorien de helt store paradigmeskift inden for fysik i det 20. århundrede. Kvantemekanikken udgør således selve grundlaget for forståelsen, modelleringen og beskrivelsen af systemer på atomar skala. Derudover har de filosofiske aspekter af kvantemekanikken stor betydning for vores opfattelse af den verden, vi lever i.

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel mundtlig prøve efter 7-trinsskalaen.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Optik og spektroskopi / Optics and Spectroscopy

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet elektromagnetisme på 3. semester eller tilsvarende.

Mål: At den studerende opnår forståelse af optik, optiske komponenter, samt grundlæggende kendskab til optisk spektroskopi. Studerende der gennemfører modulet:

Viden

- Skal kunne redegøre for og anvende grundlæggende begreber, teorier og metoder indenfor den klassiske optik, herunder refraction, refleksion og transmission af elektromagnetiske bølger, geometrisk optik, interferens og diffraktion
- Skal kunne anvende computerbaserede teknikker til løsning af optiske problemstillinger
- Skal kunne redegøre for principperne bag de præsenterede optiske spektroskopi metoder

Færdigheder

- Skal kunne løse problemer inden for de emner som der er tilegnet viden omkring
- Skal kunne anvende teorier og metoder inden for optik på simple modelsystemer

Kompetencer

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

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern løbende prøve. Prøven udgøres af aktiv deltagelse kurset, fx aflevering af skriftlige opgaver eller lignende, bestået/ikke bestået.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Protein fysik/ Protein Physics

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the module Organic Chemistry and Microbiology on the 3rd semester or similar modules

Objective: Students who complete the module: will have gained skills in the physics of proteins, their structure and function

Knowledge

- Must be able to understand and apply the principal that govern protein folding
- Must be have knowledge about the general building blocks of proteins and understanding of their chemistry
- Must be able to evaluate protein structures
- Must be able to apply the principals of protein structures and functions to real problems

Skills

- Must be able to apply principals of protein structure and function to real problems
- Must be able to evaluate protein structures and function
- Must be able to apply the properties and chemistry of the amino acids to real world problems
- Must be able to predict properties of new amino acid sequences with the help of general principals of protein structures and the chemical properties of amino acids.

Competencies

- Must have a basic understanding of protein structure and function
- Must have a general understanding of the physics of protein folding and stability
- Must have a general knowledge of the amino acids and their chemistry
- Must be able to apply the knowledge about protein structure, function, folding, and stability to describe physical and chemical properties of proteins
- Must be able to reflect over relevant theories used for describe protein structure and function

Type of instruction: Lectures with accompanying problem solving session

Exam format: Individual internal oral or written exam, graded on 7-scale

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.5 Modulbeskrivelser for 5. semester, NANO5

3.5.1. Projektmodul på 5. semester

Fabrikation af nanostrukturer/ Fabrication of Nanostructures

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the module project on 4th semester.

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must have the knowledge and understanding of the most important nanotechnological fabrication methods such as optical and e-beam lithography, physical and chemical vapor deposition, wet and dry etching techniques
- Must have the knowledge and understanding of the most important imaging and analysis techniques, e.g. SEM, AFM, ellipsometry etc.
- Should understand scientific methods and theories in relation to the topic of the semester

Skills

- Must be able to apply micro- and nano-fabrication methods to produce components for (bio)sensors, nanoelectronics, and nanooptics devices
- Must understand limitation and advantages of various fabrication techniques and must be able to devise the fabrication process accordingly
- Must be able to evaluate the quality of the produced nanostructures

Competences

- Must demonstrate a good understanding of design, fabrication and analysis procedures required for production of functional nanoscale structures
- Must be able to apply the knowledge within nanofabrication in order to design, create, and analyse structures on the nanoscale
- Must be able to reflect over relevant theories and methods used for fabrication of nanostructures

Type of instruction: Project work with supervision

Exam format: Oral group exam based on presentation and project report, graded on 7-scale, external censor

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.5.2 Kursusmoduler på 5. semester

Nanofabrikation / Nanofabrication

Prerequisites: The module builds on knowledge within Solid State Physics, Thermodynamics, Optics and Chemistry or similar modules

Objective: Students who complete this module:

Knowledge:

- Must have knowledge of the main microfabrication processes, including lithography, etching, and deposition.
- Must have basic understanding of the main equipment types used in micro-/nano-fabrication

Skills

- Must be able to design and implement basic micro-/nano-fabrication processes.

Competencies

- Must demonstrate good knowledge of basic methods used for fabrication of devices on micro- and nanoscale.
- Must be able to perform basic micro-/nano-fabrication processes and work in the clean-room environment.

Type of instruction: Lectures, tutorials and practical exercises

Exam format: internal running evaluation (pass/no pass) based on active participation in the course, including tutorials, lab exercises and assignments.

Evaluation criteria: as stated in the Joint programme regulations.

Statistisk mekanik / Statistical Mechanics

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende mekanik og termodynamik på 2. semester og grundlæggende kvantemekanik på 4. semester eller tilsvarende.

Mål: Studerende, der gennemfører modulet, vil opnå flg. 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 reaktionskinetik, elektrokemi, fasediagrammer og faseovergange.

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 og Calculus på 1.-2. semester. Faststoffysik I : Geometrisk Struktur og Grundlæggende Kvantemekanik eller tilsvarende.

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

Viden

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

Færdigheder

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

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

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel mundtlig prøve, 7-trinsskala.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.6 Modulbeskrivelser for 6. semester, NANO6

På 6. semester vælges mellem A: projekt og et kursus inden for nanobioteknologi og
B: projekt og et kursus inden for nanofysik.

3.6.1 Modulbeskrivelser for A: Nanobioteknologi

Bachelorproject on 6th semester. Bachelorprojekt (Biosensorer)/BSc Project (Biosensors)

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the project on 5th semester, and modules Statistical Mechanics, General and Inorganic Chemistry, Organic Chemistry and Microbiology, Protein Physics or similar modules

Objective: Students who complete the module: (note: knowledge, skills and competencies are not necessarily developed in all modules)

Knowledge

- Must have knowledge and understanding of basic biosensors design principles
- Must have knowledge and understanding of major phenomena used in biosensing, including optical, surface plasmon resonance, and electrochemical based systems
- Must have knowledge and understanding of surface bound reactions and their kinetics.
- Must be able to apply their knowledge about biosensor design to real problems
- Must have the knowledge how to make a business case for a biosensor
- Should understand scientific methods and theories in relation to the topic of the project

Skills

- Must be able to apply the acquired knowledge to the design of functional biosensors and measurement protocols
- Must be able to perform measurements using the designed biosensor experiment, process data and draw conclusions about the investigated reactions and the biosensor performance
- Must be able to evaluate practical biosensor designs and performance
- Must be able to perform a cost-benefit analysis for a biosensor

Competencies

- Must have working knowledge and basic skills for designing, evaluating and experimental handling of biosensor devices
- Must be able to understand and apply knowledge necessary to create functional biosensors
- Must be able to reflect over relevant theories and methods used for biosensor design
- Must be able to assess basic economic conditions for the development and commissioning of biosensors

Type of instruction: Project work with supervision. The economic part of the project will be supported by a number of lectures covering basic business economy.

Exam format: Oral group exam based on presentation and project report, graded on 7-scale, individual evaluation, external censor

Evaluation criteria: Besides the evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

Kemi af biologiske nanostrukturer / Chemistry of Biological Nanostructures

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the modules Organic Chemistry and Microbiology on the 3rd Semester and Protein Physics on the 4th semester or similar modules

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must know and understand the basic biochemical concept and processes in the cell
- Must understand how pathways are connected and regulated
- Must know and understand basic techniques used to synthesize, purify, and characterize proteins
- Must understand the basic nanostructure forming processes in the cell
- Must have knowledge about communication and transport between inside and outside of cells

Skills

- Must be able to understand interconnections of pathways and their relevance in cellular processes
- Must be able to apply the techniques to novel problems
- Must be able to understand biochemical and biological principles and regulations of cells
- Must be able to apply knowledge in order to explain some health problems based on their biochemistry

Competencies

- Must have a deeper understanding of biochemical principles and biological nanostructures
- Must be able to understand and apply the knowledge to real problems
- Must be able to reflect over biochemical concepts and processes in order to design and understand biological nanostructures.

Type of Instruction: Lectures with problems.

Exam format: Individual internal written or oral exam, 7-point scale.

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

3.6.2 Modulbeskrivelser for B: Nanofysik

Bachelorprojekt på 6. semester Bachelorprojekt (Anvendt nanoteknologi)/BSc Project (Applied Nanotechnology).

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet projekt på NANO5.

Mål: Projektmodulet skal give den studerende praktisk erfaring med nanoteknologiske produktionsmetoder samt potentielle nanoteknologiske produkter.

Studerende der gennemfører modulet opnår:

Viden

- Skal kunne anvende nanoteknologiske metoder til produktion af potentielle nanoprodukter
- Kunne forstå at opsætte en business case for en nanoteknologisk produktionsmetode eller et potentiel produkt.
- Kunne forstå videnskabelige metoder og teorier set i forhold til projektets tema

Færdigheder

- Skal kunne redegøre for nanoteknologiens anvendelser og begrænsninger
- Skal kunne redegøre for hvordan man inddrager af videnskabsteoretiske og etiske aspekter
- Kunne lave en cost-benefit analyse på for en nanoteknologisk produktionsmetode eller et potentiel produkt.

Kompetencerne

- som opnås, skal udvikle og styrke kendskab til, forståelse af og anvendelse af metoder til produktion af potentielle nanoprodukter og til anvendelse af nanoteknologi som løsning på teknologiske problemer. Den studerende vil opnå forståelse for vejen fra idé til produktion.
- Have opnået evne til at kunne vurdere basale økonomiske forhold ved udvikling og idriftsættelse af en nanoteknologisk produktionsmetode eller et potentiel produkt.

Undervisningsform: Projekt med vejledning. Der gives et antal lektioner i forretningsøkonomi, for at understøtte læringsmålene omkring dette.

Prøveform: Mundtlig prøve, gruppe eksamen baseret på fremlæggelse og projektrapport, individuel bedømmelse, 7-trinsskala, ekstern censor.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

Kvantemekanik II: metoder / Quantum Mechanics II: Methods

Forudsætninger: Modulet bygger på viden opnået i modulet grundlæggende Kvantemekanik på 4. semester eller tilsvarende

Mål: Den studerende skal ved den afsluttende prøve kunne:

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 bundes i kvantemekaniske effekter, således at praktiske redskaber til beskrivelse heraf vigtige.

Undervisningsform: Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

Prøveform: Intern individuel prøve. Prøveformen fastlægges og beskrives af kursusholderen i forbindelse med semesterplanlægningen, 7-trinsskala.

Vurderingskriterier: Er angivet i Fællesbestemmelserne.

3.6.2 Modulbeskrivelser for fælleskurser på 6. semester

Lab-on-a-Chip/Lab-on-a-chip

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from the modules Statistical Mechanics, Introduction to Mechanics and Thermodynamics, and basic knowledge in Chemistry and Optics or similar modules.

Objective: Students who complete this module:

Knowledge:

- Must have a basic understanding of the overall design of Lab-on-a-Chip devices and fabrication approaches required to construct them.
- Must have knowledge of the major types of sensors used in Lab-on-a-Chip devices and their functioning, including electrochemical, mechanical and optical sensors.
- Must have knowledge of the basic fluid mechanics.
- Must have knowledge of basic phenomena involved in Lab-on-a-Chip devices including fluid behavior, diffusion, electrokinetics, as well as specific aspects of flow on nanoscale.

Skills

- Must be able to select and apply a suitable sensor for a Lab-on-Chip device and analyze the data obtained
- Must be able to solve analytically simple problems in fluid mechanics and microfluidics.
- Must be able to perform modelling of simple Lab-on-Chip devices using COMSOL Multiphysics.
- Must be able to suggest and apply basic fabrication approaches for Lab-on-Chip devices

Competencies

- Must demonstrate good knowledge of basic fluid mechanics and be able to apply them to real-world problems.
- Must be able to model flow and diffusion in simple Lab-on-a-Chip devices using COMSOL multiphysics.
- Must be able to design a simple Lab-on-a-Chip device, understand and analyze the biosensor data.

Type of instruction: Lectures and practical exercises

Exam format: Individual internal written or oral exam, graded on 7-scale.

Evaluation criteria: Besides the evaluation criteria stated in the Joint programme regulations, the grade requires completing modeling and laboratory assignments.

Genteknologi / Gene Technology

Prerequisites: The module builds on knowledge obtained from modules Organic Chemistry and Microbiology and Workshop - Microbiology on the 3rd Semester and Protein Physics on the 4th semester or similar modules

Objective: Students who complete the module:

Knowledge

- Must have knowledge and understanding of basic DNA related processes in the cell
- Must have the knowledge and understand basic and advanced techniques used to manipulate and characterize DNA
- Must have the knowledge about basic gene expression systems and their regulation mechanisms
- Must be able to understand some basic applications of gene technology in the areas of biotechnology, medicine, and nanotechnology

Skills

- Must be able to understand and apply basic and advanced gene technology tools to novel problems
- Must be able to understand the principles and be able to apply the theory behind them on real problems.

Competencies

- Must have a deeper understanding of the principles and tools
- Must be able to understand and apply the knowledge about DNA related processes and DNA manipulation techniques on real problems
- Must be able to reflect over theories and methods used for creation and manipulation of DNA structures

Type of Instruction: Lectures with problems.

Exam format: Individual internal written or oral exam, 7-point scale.

Evaluation criteria: Evaluation criteria stated in the Joint programme regulations

4. Ikrafttrædelse, overgangsregler og revision

Studieordningen er godkendt af dekanen for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet og træder i kraft pr. 1. september 2016, og gælder også for studerende der starter på uddannelsens 3. og 5. semester til september 2016.

Studerende, der ønsker at færdiggøre deres studier efter den hidtidige studieordning fra september 2015, skal senest afslutte deres uddannelse ved sommereksamen 2016, idet der ikke efter dette tidspunkt udbydes eksamener efter den hidtidige studieordning.

5. Andre regler

5.1 Regler om skriftlige opgaver, herunder bachelorprojektet

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.

Bachelorprojektet skal indeholde et resumé på engelsk¹. Hvis projektet er skrevet på engelsk, skal resumeet skrives på dansk². Resumeet skal være på mindst 1 og må højst være på 2 sider (indgår ikke i eventuelle fastsatte minimum- og maksimumsidetal pr. studerende). Resumeet 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 Regler omkring forløb og afslutning af bacheloruddannelsen

Inden udgangen af første studieår på bacheloruddannelsen skal den studerende, for at kunne fortsætte uddannelsen, deltage i alle prøver på første studieår. Første studieår skal være bestået senest inden udgangen af andet studieår efter studiestart, for at den studerende kan fortsætte sin bacheloruddannelse.

¹ Eller et andet et fremmedsprog (fransk, spansk eller tysk) efter studienævnets godkendelse

² Studienævnet kan dispensere herfra

Der kan dog i særlige tilfælde dispenseres fra ovenstående, hvis den studerende har haft orlov. Orlov gives på første studieår kun i tilfælde af barsel, adoption, værnepligtstjeneste, FN-tjeneste eller hvor der foreligger usædvanlige forhold.

5.4 Særligt projektforbud

Den studerende kan på 3., 4. eller 5. semester, efter ansøgning, sammensætte et uddannelsesforbud, hvor projektarbejdet erstattes af andre studieaktiviteter jf. Fællesbestemmelsernes afsnit 9.3.1.

5.5 Eksamensregler

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

5.6 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.

5.7 Uddybende information

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

Afslutning af bacheloruddannelsen

Bacheloruddannelsen skal være afsluttet senest seks år efter, den er påbegyndt.

Regler og krav om læsning af tekster på fremmedsprog og angivelse af hvilket kendskab til fremmedsproget(ene) dette forudsætter

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