

## FAKULTET FOR NATURVITENSKAP OG TEKNOLOGI

Ph.d.-studiet er normert til 3 års fulltidsstudier og består av en opplæringsdel og en forskningsdel. Den overordnede rammen for studiet er ph.d.-programmene, som forvaltes av fakultetet.

### Fakultet for naturvitenskap og teknologi tilbyr følgende ph.d.-program:

- Ph.d. i biologi
- Ph.d. i bioteknologi
- Ph.d. i biofysikk
- Ph.d. i fysikk
- Ph.d. i kjemi
- Ph.d. i kjemisk prosess teknologi
- Ph.d. i materialteknologi
- Ph.d. i medisinsk teknologi (*tverrfakultært program på DMF, NT, IME, SVT og HF, der DMF er vertsfakultet*)

### Søknadsprosedyre

Søknad om opptak til et ph.d.-program utarbeides på et særskilt skjema i samråd med veileder og sendes fakultetet via det aktuelle instituttet. Fakultetet behandler søknader om opptak til ph.d.-programmene fortløpende. Det er ingen fast søknadsfrist utover at man skal være tatt opp til et program senest tre måneder etter tilsetting som stipendiat.

### Opptakskrav

For opptak til ph.d.-studier ved NT-fakultetet er det krav om en bred fagbakgrunn i både det aktuelle studiefaget og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

### Opplæringsdel

Ved søknad om opptak til et ph.d.-program, utformes det endelige emneopplegget i samråd mellom kandidat, veileder og institutt ut i fra emneområdet for avhandlingen, instituttets krav til obligatoriske emner og kandidatens individuelle behov eller ønsker.

Opplæringsdelen skal ha et samlet omfang på minst 30 studiepoeng, tilsvarende et halvt års fulltidsstudium. Minimum 20 studiepoeng skal være studieplanfestede emner på ph.d.-nivå. De ytterligere 10 studiepoengene skal være på minimum masternivå (emner på bachelornivå godkjennes ikke). Fakultetet har godkjent et utvalg av faglig spissede masteremner som kan gå inn som del av kravet til ph.d.-emner. Disse er satt opp i egne tabeller.

Individuelt lesepensum på minimum 3 studiepoeng kan godkjennes som del av de 10 studiepoengene som ikke må være studieplanfestede. Pensum skal være på doktorgradsnivå og ligge innenfor faglærernes spesialområde. Individuelle lesepensum vil ikke bli godkjent dersom de overlapper med eksisterende emnetilbud.

Emner som er mindre enn 3 studiepoeng vil ikke bli godkjent som en del av opplæringsdelen.

Opplæringsdelen skal bestå av naturvitenskapelige/ teknologiske emner.

Ph.d.-emner fra andre fakultet vil ikke automatisk bli godkjent som del av kravet til ph.d.-emner ved NT-fakultetet. Dette vil bli vurdert i hvert enkelt tilfelle.

Emner som Scientific Writing, Informasjonssøking eller Forskning og samfunn godkjennes ikke som en del av ph.d.-studiet. Enkelte emner, som for eksempel Radioimmunologiske måleteknikker (RIA-system), vil bli regnet som sertifiseringsemner og gir ingen uttelling i ph.d.-studiet.

Avanserte emner med varierende innhold (for eksempel "Avansert biologi", "Avansert materialvitenskap" og "Avansert fysikk/teoretisk fysikk/biofysikk") skal normalt følges av tre eller flere kandidater. Pensum, eksamensdato og sensor skal være felles for hver realisering. Flere realiseringer med samme emnekode kan gå parallelt.

### **Vurdering**

Det stilles krav om avsluttende eksamen eller annen form for vurdering for alle emner som inngår i opplæringsdelen.

Doktorgradsemner ved NT-fakultetet skal vurderes etter karakterregelen bestått/ikke bestått, der grensa for karakteren *bestått* er 70 poeng på en skala fra 0-100. Doktorgradsemner fra andre fakultet eller universiteter må ha tilsvarende karakter for å regnes som bestått.

For at et masteremne skal kunne inngå i opplæringsdelen, kreves et resultat som tilsvarer B eller bedre sammenholdt med NTNUs karakterskala (§ 8.1 i ph.d.-forskriften).

### **Veiledning**

NTNUs ph.d.-forskrift gjelder med følgende presiseringer og tillegg:

- Ph.d.-studenten skal ha minst to veiledere, en hovedveileder og en medveileder. Begge skal være oppnevnt på opptakstidspunktet. I tillegg kan studenten ha en eller flere mentorer.
- Hovedveileder skal være fast ansatt i vitenskapelig førstestilling ved NT-fakultetet. Det kan gjøres unntak for ansatt som professor II/førsteamanuensis II ved NT-fakultetet dersom det gjenstår minst tre år av åremålsperioden.
- Dersom en medveileder er ansatt ved norsk universitet eller høyskole, eller et utenlandsk universitet, skal det være en person i fast vitenskapelig førstestilling eller vitenskapelig II-stilling.
- Dersom en medveileder er ansatt ved NT-fakultetet, skal det være en person i fast vitenskapelig førstestilling eller vitenskapelig II-stilling eller post.doc. med undervisningsplikt eller prof. emeritus.
- Uansett veileders tilsettingsforhold, skal hovedveileder og medveileder ha jevnlig kontakt med ph.d.-studenten, i samsvar med forskriften. Ph.d.-studenten har krav på min. 70 timer veiledning pr. år.
- NT definerer en aktiv forsker som en person som har publisert i et internasjonalt tidsskrift eller "open access" kanal med fagfelle vurdering i løpet av de siste to år før oppnevning som veileder.

**Generell informasjon**

Opptaket skal formaliseres i form av en skriftlig avtale for ph.d.-utdanning (se § 6 i ph.d.-forskriften).

Hvert semester arrangerer fakultetet en informasjonsdag for nye ph.d.-kandidater. Tema som blir tatt opp er ”tilsetningsforhold”, ”etikk og redelighet i forskning”, ”fakultetets støttetjenester”, ”intellektuelle rettigheter/nyskapning” og ”den administrative prosessen”. Deltakelse er obligatorisk for alle nye doktorgradskandidater.

Se mer informasjon om doktorgradsstudiet på <http://www.ntnu.edu/nt/research/phd>

**Forskningsutvalget**

Fakultetets forskningsutvalg er delegert besluttende myndighet for saker som omhandler doktorgradsutdanningen. Utvalget har normalt møter 2 ganger per måned.

Forskningsutvalget ledes av prodekanus for forskning Åse Krøkje. Alle instituttene er representert i utvalget med en vitenskapelig ansatt. I tillegg består utvalget av to valgte doktorgrads-representanter.

**Kontaktpersoner:**

Informasjon om emner kan fås hos institutt eller faglærer. Generell informasjon om ph.d.-studiet fås hos følgende kontaktpersoner på fakultetet:

- Førstekonsulent Anne Sæther, 73 59 38 27, [anne.sether@ntnu.no](mailto:anne.sether@ntnu.no)
- Seniorrådgiver Gro Neergård, 73 59 60 03, [gro.neergard@ntnu.no](mailto:gro.neergard@ntnu.no)

**Fakultet for naturvitenskap og teknologi tilbyr følgende emner:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
BI8002	Avanserte metoder i biosystematikk <i>Advanced Biosystematics</i>	V15	7,5
BI8010	Systembiologi: Eksempler fra aktuell litteratur <i>Systems Biology: Examples from Current Literature</i>	13-14	7,5
BI8021	Nevrobiologi <i>Neurobiology</i>	V14	7,5
BI8030	Avansert fiskebiologi <i>Advanced fishbiology</i>	V14	7,5
BI8060	Bio-optiske egenskaper og pigmentering i planter, alger og marine invertebrater <i>Bio Optical Properties and Pigmentation in Plants, Algeas and Marine Invertebrates</i>	H13	7,5
BI8071	Biomarkører <i>Biomarkers</i>	H14	7,5
BI8081	Avansert Bevaringsbiologi <i>Advanced Conservation Biology</i>	H14	7,5
BI8082	Evolusjonær og økologisk genetik <i>Evolutionary and ecological genetics</i>	V15	7,5
BI8091	Avansert biologi <i>Advanced Biology</i>	H/V	7,5
BI8092	Biologisk vitenskapsteori <i>Theory of Science in Biology</i>	V	7,5
BO8031	Planteøkologi III <i>Plant Ecology III</i>	H13	7,5
ZO8026	Temperaturfysiologi <i>Temperature Physiology</i>	H13	7,5
ZO8027	Respirasjonsfysiologi <i>Respiration Physiology</i>	H13	7,5
BT8101	Mikrobiell økologi <i>Microbial Ecology</i>	H13	9,0
BT8105	Prokaryot molekylærbiologi <i>Prokaryote Molecular Biology</i>	V15	7,5
BT8112	Salting av Fisk <i>Fish Salting</i>	H13	5,0
BT8113	Biomaterialer <i>Biomaterials</i>	H14	7,5
BT8114	Marin biokjemi <i>Marine Biochemistry</i>	V15	7,5
BT8115	Proteinstrukturer <i>Protein Structures</i>	V15	7,5
BT8116	Eksperimentelle metoder i biopolymerkjemi og glykobiologi <i>Experimental Methods in Biopolymer Chemistry and Glycobiology</i>	V14	7,5
BT8117	Marine lipider <i>Marine Lipids</i>	V14	7,5
BT8118	Systembiologi modellering av cellulær metabolisme <i>Systems Biology Modelling of Cellular Metabolism</i>	H15	7,5

BT8119	Videregående næringsmiddelkjemi <i>Food Science, Advanced</i>	H13	7,5
FY8102	Elektronmikroskopi og diffraksjon <i>Electron Microscopy and Diffraction</i>	H14	7,5
FY8104	Anvendelse av symmetri grupper i fysikken <i>Application of Symmetry Groups in Physics</i>	H13	7,5
FY8201	Polymerfysikk <i>Polymer Physics</i>	H14	7,5
FY8203	Myke materialers fysikk <i>Soft Condensed Matter</i>	V14	7,5
FY8302	Kvanteteorien for faste stoffer <i>Quantum Theory of Solids</i>	H14	7,5
FY8303	Faseoverganger og kritiske fenomener <i>Phase Transitions and Critical Phenomena</i>	V14	7,5
FY8304	Matematiske approksimasjonsmetoder i fysikken <i>Mathematical Approximation Methods in Physics</i>	H14	7,5
FY8305	Funksjonalintegral metoder i kondenserte fasers fysikk <i>Functional Integral Methods in Condensed Matter Physics</i>	H14	7,5
FY8402	Strålingsdosimetri <i>Dosimetry of Ionizing Radiation</i>	V14	12,0
FY8403	Biopolymergeler og nettverk <i>Biopolymer Gels and Networks</i>	V15	7,5
FY8407	Avbildning ved magnetisk resonans <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	H13	7,5
FY8408	Magnetisk resonans, del 1 <i>Magnetic Resonance, Part 1</i>	H13	4,0
FY8409	Klinisk fysikk for stråleterapi <i>Radiation Therapy Physics</i>	H14	4,0
FY8410	Avansert kraft- og lysmikroskopi <i>Light and Force Based Molecular Imaging</i>	H13	5,0
FY8502	Avansert biofysikk <i>Advanced Biophysics</i>	H/V	7,5
FY8503	Avansert teoretisk fysikk <i>Advanced Theoretical Physics</i>	H/V	7,5
FY8504	Avansert eksperimentell fysikk <i>Advanced Experimental Physics</i>	H/V	7,5
KJ8059	Videregående kromatografi <i>Chromatography, advanced course</i>	H	7,5
KJ8072	Videregående akvatisk kjemi <i>Advanced Aquatic Chemistry</i>	H	10,0
KJ8107	Nye konsepter i organisk kjemi <i>New Concepts in Organic Synthesis</i>	H14	7,5
KJ8108	Heterosyklisk kjemi <i>Heterocyclic chemistry</i>	H13	7,5
KJ8205	Avansert Molekylmodellering <i>Advanced Molecular Modelling</i>	V15	7,5
KJ8206	Videregående kvantekjemiske metoder <i>Advanced Quantum Chemical Methods</i>	H13	7,5
KJ8209	Anvendelse av avanserte kjemometriske metoder <i>Application of advanced chemometric methods</i>	V	7,5

KP8091	Avansert kjemisk prosess teknologi <i>Advanced Chemical Engineering</i>	H/V	7,5
KP8100	Videregående prosess-simulering <i>Advanced Process Simulation</i>	H	7,5
KP8102	Trekjemi i treforedlingsprosessene <i>Wood Chemistry in Pulping and Paper Making</i>	H13	9,0
KP8105	Matematisk modellbygging og modelltilpassing <i>Mathematical Modelling and Model Fitting</i>	H13	7,5
KP8106	Gassrensing med kjemiske absorbenter <i>Gas Cleaning with Chemical Solvents</i>	H13	9,0
KP8107	Videregående kurs i membranprosesser/væskesystemer, <i>Advanced Course in Membrane Separation Processes/Liquid Processes</i>	V14	9,0
KP8108	Videregående termodynamikk: Anvendelser innen fase- og reaksjonslikevekter <i>Advanced Thermodynamics: With applications to Phase and Reaction Equilibria</i>	H14	9,0
KP8110	Gassrensing med membraner, videregående <i>Membrane Gas Purification, advanced course</i>	V15	9,0
KP8115	Videregående prosessregulering <i>Advanced Process Control</i>	H	7,5
KP8117	Papirfysikk og papirkjemi <i>Paper Physics and Paper Chemistry</i>	H14	9,0
KP8128	Videregående reaktormodellering <i>Advanced Reactor Modelling</i>	V	12,5
KP8129	Kolloidkjemi for prosessindustrien <i>Colloid Chemistry for Process Industry</i>	V14	7,5
KP8130	Systembiologi, modellering og analyse <i>Systembiology, Modelling and Analysis</i>	H13	7,5
KP8131	Krystallisering og partikkeldesign <i>Crystallization and Particle Design</i>	H13/V14	7,5
KP8132	Anvendt heterogen katalyse <i>Applied Heterogeneous Catalysis</i>	H13	7,5
KP8133	Karakterisering av heterogene katalysatorer <i>Characterization of Heterogeneous Catalysts</i>	H14	7,5
KP8134	Surfaktanter og polymerer i vandig løsning <i>Surfactants and Polymers in Aqueous Solutions</i>	H	7,5
KP8135	Videregående kurs i overflate, kolloid og polymerkjemi <i>Surface, Colloid and Polymer Chemistry Special Topics</i>	H13/V14	7,5
KP8136	Modellering av katalytiske reaksjoner <i>Modelling of Catalytic Reactions</i>	V15	7,5
KP8137	Framstilling av katalytiske materialer <i>Design and Preparation of Catalytic Materials</i>	V15	7,5
MT8101	Kinetikk for elektrodeprosesser <i>Electrochemical Kinetics</i>	14-15	12,0
MT8102	Korrosjon og overflateteknologi <i>Corrosion and Surface Technology</i>	14-15	7,5
MT8104	Lettmetallelektrolyse 1 <i>Electrolysis of Light Metals 1</i>	H14	7,5

MT8108	Massetransport <i>Mass Transfer</i>	H13	7,5
MT8109	Halvleder-elektrokjemi <i>Semiconductor Electrochemistry</i>	V14	7,5
MT8200	Videregående kjemisk metallurgi <i>Advanced Chemical Metallurgy</i>	V15	7,5
MT8201	Videregående elektrisk reduksjonssmelting <i>Advanced Electrometallurgy</i>	H	7,5
MT8205	Metallurgisk modellering av sveising <i>Metallurgical Modelling of Welding</i>	H14	7,5
MT8206	Jern og stålmetallurgi <i>Iron and Steel Metallurgy</i>	V15	7,5
MT8208	Utmatting av metaller <i>Fatigue of Metals</i>	H13	7,5
MT8210	Videregående støperimetallurgi <i>Advanced Solidification Metallurgy</i>	H13	7,5
MT8213	Modellering og simulering av materials mikrostruktur <i>Modelling and Simulation of Materials Microstructure and Properties</i>	H14	7,5
MT8214	Videregående silisium – solceller <i>Advanced Silicon - Solar Cells</i>	V15	7,5
MT8215	Dislokasjonsteori anvendt på termomekanisk bearbeiding av metaller <i>Dislocation Theory Applied to Thermo-Mechanical Treatments of Metals</i>	H14	7,5
MT8216	Rekrystallisasjon og tekstur <i>Recrystallization and Texture</i>	H13	7,5
MT8218	Avansert materialvitenskap <i>Advanced Materials Science</i>	H	7,5
MT8301	Karbonmaterialteknologi <i>Carbon Materials Technology</i>	V	7,5
MT8305	Sementkjemi <i>Cement Chemistry</i>	V	7,5
MT8306	Videregående keramisk materialvitenskap <i>Advanced Ceramics Processing</i>	V14	7,5
MT8307	Materialers termodynamikk <i>Thermodynamics of Materials</i>	H14	7,5
MT8308	Videregående faststoffkjemi <i>Advanced Solid State Chemistry</i>	H13	7,5
MT8400	NorRen Interdisciplinary Renewable Energy Summer School	H13	3,0

**H: Høst**

**V: Vår**

(Årstall er oppgitt for de emnene som ikke undervises hvert år)

**Fakultetet kan godkjenne følgende, valgbare masteremner som ph.d.-emner:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
AK8002	Fiskens utviklingsbiologi <i>Early Life History of Fish</i>	V15	7,5
BI8061	Biologisk oseanografi <i>Biological Oceanography</i>	H13	7,5
BT8103	Molekylær toksikologi <i>Molecular Mechanisms of Toxicology</i>	H13	7,5
BT8135	Biopolymer videregående kurs I <i>Biopolymers Advanced Course</i>	H13	7,5
FY8901	Målesensorer/transdusere <i>Sensors and Transducers</i>	H	7,5
FY8902	Atmosfærefysikk og klimaendringer <i>Atmospheric Physics and Climate Change</i>	V	7,5
FY8903	Gravitasjon og kosmologi <i>Gravitation and Cosmology</i>	V	7,5
FY8904	Numerisk fysikk <i>Computational Physics</i>	V	7,5
FY8905	Materialfysikk <i>Materials Physics</i>	H	7,5
FY8906	Biofysiske mikroteknikker <i>Biophysical Micromethods</i>	H	7,5
FY8907	Klassisk transportteori <i>Classical Transport Theory</i>	V	7,5
FY8908	Kvanteoptikk <i>Quantum Optics</i>	H	7,5
KJ8053	Analytiske metoder for industri- og miljøovervåking <i>Analytical Methods for Industrial and Environmental Monitoring</i>	H	7,5
KJ8056	Kjemiske og biologiske sensorer <i>Chemical and Sensors and Biosensors</i>	V	7,5
KJ8105	Organometalliske forbindelser i organisk syntese <i>Organometallic Compounds in Organic Synthesis</i>	V15	7,5



KJ8175	Kjemometri <i>Chemometrics</i>	V	7,5
KJ8902	Molekylmodellering <i>Molecular Modelling</i>	H	7,5
KJ8903	Irreversibel termodynamikk <i>Irreversible Thermodynamics</i>	H	7,5
KP8901	Kjemisk prosess-system teknikk <i>Chemical Process System Engineering</i>	V	7,5
KP8902	Reaktorteknologi <i>Reactor Technology</i>	V	7,5
KP8903	Reaksjonskinetikk og katalyse <i>Reaction Kinetics and Catalysis</i>	H	7,5
KP8904	Transportprosesser <i>Transport Phenomena</i>	H	7,5
KP8905	Overflate- og kolloidkjemi <i>Surface- and Colloid Chemistry</i>	V	7,5

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i biologi:

<b>Beskrivelse av programmets faglige innhold</b>
<p>Ph.d.-programmet i biologi er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.</p> <p>Fakultetet har en bred fagprofil innen biologi med interaksjon mellom organismer og deres naturmiljø som overordnet hovedfokus. Vi har et spesielt ansvar for grunnleggende biologisk forskning og bred anvendelse av kunnskap i samfunns- og næringsutvikling. Fagmiljøet har bred forskningsaktivitet, hvor mange biologiske disipliner er representert, deriblant noen internasjonale spissområder.</p> <p>Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.</p> <p>Ph.d.-programmet i biologi skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Kandidaten gjør et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå. Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeide.</p>
<b>Fagområder</b>
<p>Doktorgradsarbeidet gir spisskompetanse innen et av følgende forskningsområder:</p> <p>Molekylærbiologi, cellebiologi, bioteknologi, systembiologi, plantefysiologi, zoofysiologi, miljøtoksikologi, økotoksikologi, etologi, evolusjonsbiologi, akvatisk og terrestrisk økologi, biodiversitet, naturressursforvaltning, populasjonsgenetikk, akvakultur, marin biologi og systematikk.</p> <p>Se instituttets hjemmeside for mer informasjon om fagområdene:  <a href="http://www.ntnu.no/biologi">http://www.ntnu.no/biologi</a></p>
<b>Overordnet læringsmål for ph.d.-programmet</b>
<p>Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.</p>
<b>Læringsutbytte</b>
<p>En kandidat med fullført ph.d.-grad i biologi skal ha følgende totale læringsutbytte definert gjennom kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse:</p> <p><b>Kunnskaper</b></p> <p>Ved fullført ph.d.-program i biologi, forventes det at kandidaten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen biologi, og kan vurdere begrensningene i nåværende kunnskap innenfor forskningsfeltet</li> <li>• behersker teori, problemstillinger og metoder.</li> </ul>

- kan vurdere hensiktsmessigheten og anvendelsen av ulike metoder og prosesser i forskning og faglige utviklingsprosjekt
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor biologi.

*Kunnskap oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen på 30 studiepoeng*
- *lese og holde seg oppdatert på litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### **Ferdigheter**

Ved fullført ph.d.-program i biologi, forventes det at kandidaten

- kan formulere problemstillinger for, planlegge - og gjennomføre forskning
- kan drive forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis innenfor fagområdet
- kan kombinere innsikt fra flere fagfelt

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med referee-uttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### **Generell kompetanse**

Ved fullført ph.d.-program i biologi, forventes det at kandidaten

- kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan styre komplekse tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid gjennom anerkjente nasjonale og internasjonale kanaler
- kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan vurdere behovet for, ta initiativ til og drive innovasjon
- kan drive original forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan overføre og bruke sin kunnskap, og slik møte behovene i samfunnet
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen; ved å sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

**Opptakskrav til programmet**

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i biologi og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

**Krav til finansiering**

Finansieringen av ph.d.-studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i biologi.

**Opplæringsdelen**

Opplæringsdelen tilsvarer minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen biologi, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

For å sikre et generelt, vitenskapsteoretisk grunnlag innen biologi, skal alle kandidater ved ph.d.-programmet ta emnet

**BI8092 Biologisk vitenskapsteori 7,5 studiepoeng**

De øvrige ph.d.-emnene som undervises ved Institutt for biologi står i listen nedenfor.

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.

**Ph.d.-emner ved Institutt for biologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
BI8002	Avanserte metoder i biosystematikk <i>Advanced Biosystematics</i>	V15	7,5
BI8010	<i>Systems Biology: Examples from Current Literature</i>	13-14	7,5
BI8021	Nevrobiologi <i>Neurobiology</i>	V14	7,5
BI8030	Avansert fiskebiologi <i>Advanced fishbiology</i>	V14	7,5
BI8060	Bio-optiske egenskaper og pigmentering i planter, alger og marine invertebrater <i>Bio Optical Properties and Pigmentation in Plants, Algeas and Marine Invertebrates</i>	H13	7,5
BI8071	Biomarkører <i>Biomarkers</i>	H14	7,5
BI8081	Avansert Bevaringsbiologi <i>Advanced Conservation Biology</i>	H14	7,5
BI8082	Evolusjonær og økologisk genetikk <i>Evolutionary and ecological genetics</i>	V15	7,5
BI8091	Avansert biologi <i>Advanced Biology</i>	H/V	7,5
BI8092	Biologisk vitenskapsteori <i>Theory of Science in Biology</i>	V	7,5
BO8031	Planteøkologi III <i>Plant Ecology III</i>	H13	7,5
ZO8026	Temperaturfysiologi <i>Temperature Physiology</i>	H13	7,5
ZO8027	Respirasjonsfysiologi <i>Respiration Physiology</i>	H13	7,5

**Ph.d.-emner/masteremner ved Institutt for biologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
AK8002	Fiskens utviklingsbiologi <i>Early Life History of Fish</i>	V15	7,5
BI8061	Biologisk oseanografi <i>Biological Oceanography</i>	H13	7,5

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i bioteknologi

### Beskrivelse av programmet

Ph.d.-programmet i bioteknologi er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Fakultetet har en bred fagprofil innen bioteknologi. Forskningen foregår i samarbeid mellom faggrupper ved og utenfor fakultetet, og har tilknytning til både grunnleggende og anvendte problemstillinger. Fagmiljøet har bred forskningsaktivitet, hvor mange bioteknologiske disipliner er representert, deriblant noen internasjonale spissområder.

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Ph.d.-programmet i bioteknologi skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Kandidaten gjør et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå. Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeide.

### Fagområder

Doktorgradsarbeidet gir spisskompetanse innen et av følgende forskningsområder:

- Biopolymerkjemi og bionanoteknologi
- Marin biokjemi
- Molekylærgenetikk/Mikrobiologi
- Biokjemiteknikk
- Næringsmiddelkjemi
- Miljøbioteknologi/Mikrobiell økologi

Se instituttets hjemmeside for mer informasjon om fagområdene:

<http://www.ntnu.no/bioteknologi/forskning>

### Overordnet læringsmål for ph.d.-programmet

Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.

Forskerutdanningen skal holde anerkjent internasjonalt nivå. Den skal gi direkte egenerfaring i relevant eksperimentelt forskningsarbeid og faglig fordypning i sentrale fagområder i bioteknologi.

## Læringsutbytte

En kandidat med fullført ph.d.-grad skal ha følgende totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### Kunnskap

Ved fullført ph.d.-program i bioteknologi, forventes det at kandidaten

- er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen bioteknologi og kan vurdere begrensningene i nåværende kunnskap innenfor forskningsfeltet
- behersker vitenskapsteori, problemstillinger og metoder innenfor bioteknologi
- kan vurdere hensiktsmessigheten og anvendelsen av ulike metoder og prosesser i forskning og faglige utviklingsprosjekt
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor fagområdet

*Kunnskap oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen på 30 studiepoeng*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### Ferdigheter

Ved fullført ph.d.-program i bioteknologi, forventes det at kandidaten

- kan formulere problemstillinger for, planlegge samt gjennomføre forskning og faglig utviklingsarbeid innenfor bioteknologiske problemstillinger
- kan drive relevant eksperimentell bioteknologisk forskning og faglig utviklingsarbeid på et høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis på fagområdet

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med referee-uttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### Generell kompetanse

Ved fullført ph.d.-program i bioteknologi, forventes det at kandidaten

- kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan håndtere vitenskapelige problemstillinger der kandidaten arbeider i vitenskapelige team
- er i stand til å etablere faglige nettverk, både med norske og utenlandske forskere
- kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid ved publisering i anerkjente internasjonale tidsskrifter innen fagfeltet samt på nasjonale og internasjonale konferanser
- kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora

- kan vurdere behovet for, ta initiativet til og drive innovasjon
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen; sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere / bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

### **Opptakskrav til programmet**

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i bioteknologi og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

### **Krav til finansiering**

Finansieringen av ph.d.-studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i bioteknologi.

### **Opplæringsdelen**

Opplæringsdelen tilsvarende minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen bioteknologi, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.

*Minst ett av emnene fra tabellen nedenfor må velges i opplæringsdelen.*



**Ph.d.-emner ved Institutt for bioteknologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
BT8101	Mikrobiell økologi <i>Microbial Ecology</i>	H13	9,0
BT8105	Prokaryot molekylærbiologi <i>Prokaryote Molecular Biology</i>	V15	7,5
BT8112	Salting av Fisk <i>Fish Salting</i>	H13	5,0
BT8113	Biomaterialer <i>Biomaterials</i>	H14	7,5
BT8114	Marin biokjemi <i>Marine Biochemistry</i>	V15	7,5
BT8115	Proteinstrukturer <i>Protein Structures</i>	V15	7,5
BT8116	Eksperimentelle metoder i biopolymerkjemi og glykobiologi <i>Experimental Methods in Biopolymer Chemistry and Glycobiology</i>	V14	7,5
BT8117	Marine lipider <i>Marine Lipids</i>	V14	7,5
BT8118	Systembiologi modellering av cellulær metabolisme <i>Systems biology modelling of cellular metabolism</i>	H15	7,5
BT8119	Videregående næringsmiddelkjemi <i>Food Science, Advanced</i>	H13	7,5

**Ph.d.-emner/masteremner ved Institutt for bioteknologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
BT8103	Molekylær toksikologi <i>Molecular Mechanisms of Toxicology</i>	H13	7,5
BT8135	Biopolymer videregående kurs I <i>Biopolymers Advanced Course</i>	H13	7,5

**Anbefalte emner:**

<i>Emnekode</i>	<i>Emnetittel</i>
<i>AK8002</i>	<i>Fiskens utviklingsbiologi</i> Early Life History of Fish
<i>FY8403</i>	<i>Biopolymergeler og nettverk</i> Biopolymer Gels and Networks
<i>FI3107</i>	<i>Bioteknologi og etikk (Kan inngå i de 10 av 30 studiepoeng)</i> Biotechnology and Ethics
<i>BioStruct</i>	<i>Ulike NMR kurs som inngår i den nasjonale forskerskolen i strukturbiologi - BioStruct</i>

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i biofysikk

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Ph.d.-programmet i biofysikk er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Ph.d.-programmet i biofysikk og medisinsk teknologi skal gi ph.d.-studentene forskerutdanning innen eksperimentell og teoretisk biofysikk, medisinsk fysikk og teknologi, samt bidra til å styrke kandidatenes faglige bredde innen biofysikk og medisinsk teknologi.

Studiet gir en generisk og analytisk kompetanse som kan anvendes i industri, forskning og undervisning. Ph.d.-kandidaten i biofysikk har en grundig og bred fysikkbakgrunn med spesielle kunnskaper på høyt internasjonalt nivå innenfor sitt fagområde. Ph.d.-kandidaten i biofysikk har kunnskaper og ferdigheter til å møte kontinuerlige og krevende endringer i dagens forskning.

Forøvrig har kandidaten den generelle kompetanse som er felles for ph.d.-studiet ved NTNU.

### Fagområder

Programmet gir muligheter for ulike spesialiseringer innen fagområdet biofysikk og medisinsk teknologi, blant annet i biopolymerfysikk; bionanoteknologi; strålingsbiofysikk; fotobiofysikk; synsbiofysikk; regulering av biologiske systemer; avbildingsteknikker for vev, celler og molekyler.

For nærmere beskrivelse av fagområdet, se instituttets hjemmesider:

<http://www.ntnu.no/fysikk>

### Overordnet læringsmål for ph.d.-programmet

Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatenes faglige kompetanse innen sitt fagområde.

### Læringsutbytte

En kandidat som har fullført ph.d.-programmet i biofysikk skal ha følgende, totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

#### Kunnskap

Ph.d.-kandidaten i biofysikk

- er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen biofysikk
- har bred fysikkbakgrunn og grunnleggende biologikunnskap som muliggjør senere fleksibilitet i fagfeltet

- behersker fagområdet forskningsmetoder og kan vurdere hensiktsmessigheten av metodene i forskning og faglig utviklingsarbeid
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor fagområdet

*Kunnskap oppnås ved:*

- *opplæringsdelen på 30 studiepoeng*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### **Ferdigheter**

Ph.d.-kandidaten i biofysikk

- kan formulere problemstillinger for, planlegge og gjennomføre forskning og faglig utviklingsarbeid
- kan anvende fagområdet forskningsmetoder til å frembringe ny kunnskap, nye teorier og metoder
- kan drive forskning og faglig utviklingsarbeid innen biofysikk og tilgrensende områder på et høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis på fagområdet

*Ferdigheter oppnås ved:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med refereeuttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### **Generell kompetanse**

Ph.d.-kandidaten i biofysikk

- kan utøve sin forskning med faglig og etisk integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan delta i og styre komplekse, tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan formidle sin forskning gjennom anerkjente internasjonale tidsskrifter
- kan delta i diskusjoner innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan hurtig tilegne seg ny kunnskap
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås ved:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen, sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

**Opptakskrav til programmet, jfr. § 5 og 7.3 i forskriften**

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i biofysikk og andre relevante fag. Master i teknologi, Studieprogram fysikk og matematikk; Mastergrad i realfag, Studieprogram fysikk; eller tilsvarende. Minst 135 studiepoeng innen fysikk og fysikkrelaterte emner på universitets- eller høghskolenivå kreves. Videre kreves minst 15 studiepoeng på universitets- eller høghskolenivå innen biologisk rettede emner.

I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

**Krav til finansiering**

Finansieringen av studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i biofysikk.

**Opplæringsdelen**

Opplæringsdelen tilsvarer minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen biofysikk, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

**Normalt skal minimum 15 studiepoeng i opplæringsdelen av ph.d.-studiet være innen biofysikkemner.**

Ph.d.-kandidater innen biofysikk og medisinsk teknologi utfører sitt forskningsarbeid innen svært varierte fagområder. Det er derfor viktig at alle kandidatene har en bakgrunn som er relevant og tilstrekkelig for sin forskningsoppgave. Det anbefales at emnene i opplæringsdelen av ph.d.-studiet settes sammen slik at kandidatene får faglig bredde innen biofysikk og medisinsk teknologi, og at emnene er relevante for forskningsarbeidet.

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.

**Krav til avhandling**

Aktuelle tema for avhandlingen er:

- Myke materialers fysikk
- Biologiske polyelektrolyttkomplekser
- Eksperimentell kreftbehandling
- Tumorfysiologi
- Human elektrofysiologi og psykofysikk
- Biooptikk
- Fotosyntetiske systemer
- Planters vannregulering
- Proteinfolding, -dynamikk og -funksjon

Andre tema for avhandlingen kan også være aktuelle, etter spesiell vurdering.

Det stilles ingen formelle krav til avhandlingen utover forskriftens § 10.1

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i fysikk

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Ph.d.-programmet i fysikk er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Fakultetet har en bred fagprofil innen fysikk. Vi har et spesielt ansvar for grunnleggende forskning og bred anvendelse av kunnskap i samfunns- og næringsutvikling. Fagmiljøet har bred forskningsaktivitet, hvor mange disipliner innen fysikk er representert, deriblant noen internasjonale spissområder.

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Programmet gir en generisk og analytisk kompetanse som kan anvendes i industri, forskning og undervisning. Ph.d.-kandidaten i fysikk har en grundig og bred fysikkbakgrunn med spesielle kunnskaper på høyt internasjonalt nivå innenfor sitt fagområde. Ph.d.-kandidaten i fysikk har kunnskaper og ferdigheter til å møte kontinuerlige og krevende endringer i dagens forskning. Forøvrig har kandidaten den generelle kompetanse som er felles for ph.d.-studiet ved NTNU.

### Fagområder

Programmet gir muligheter for ulike spesialiseringer innen fagområdet fysikk, blant annet i astro- og partikkelfysikk, kvantefeltheori, statistisk fysikk, numerisk fysikk, kondenserte mediers fysikk, biologisk fysikk, optikk, energi- og miljøfysikk, elektron- og ionefysikk, fagdidaktikk, komplekse systemer.

For nærmere beskrivelse av fagområdet, se instituttets hjemmesider:

<http://www.ntnu.no/fysikk>

### Overordnet læringsmål for ph.d.-programmet

Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.

### Læringsutbytte

En kandidat som har fullført ph.d.-programmet i fysikk skal ha følgende, totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

#### Kunnskap

Ph.d.-kandidaten i fysikk

- er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen fysikk
- har bred fysikkbakgrunn som muliggjør senere fleksibilitet i fagfeltet

- behersker fagområdets forskningsmetoder og kan vurdere hensiktsmessigheten av metodene i forskning og faglig utviklingsarbeid
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor fagområdet

*Kunnskap oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### **Ferdigheter**

Ph.d.-kandidaten i fysikk

- kan formulere problemstillinger for, planlegge og gjennomføre forskning og faglig utviklingsarbeid
- kan anvende fagområdets forskningsmetoder til å frembringe ny kunnskap, nye teorier og metoder
- kan drive forskning og faglig utviklingsarbeid innen fysikk på et høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis på fagområdet

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med referee-uttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### **Generell kompetanse**

Ph.d.-kandidaten i fysikk

- kan utøve sin forskning med faglig og etisk integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan delta i og styre komplekse, tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan formidle sin forskning gjennom anerkjente internasjonale tidsskrifter
- kan delta i diskusjoner innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan hurtig tilegne seg ny kunnskap
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen, sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

### Opptakskrav til programmet

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i fysikk og andre relevante fag. Master i teknologi, Studieprogram fysikk og matematikk; Mastergrad i realfag, Studieprogram fysikk; eller tilsvarende. Minst 150 studiepoeng innen fysikk og fysikkrelaterte emner på universitets- eller høghskolenivå kreves.

I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende).

Kandidater med ph.d. i fysikk fra NTNU skal ha en bred fysikkbakgrunn som muliggjør senere fleksibilitet i fagfeltet. For at dette skal være mulig innen knappe tidsrammer forutsettes at kandidater som tas opp til ph.d.-programmet i fysikk i tillegg til de grunnleggende emner i klassisk og moderne fysikk må ha en utdanning som har gitt erfaring med både teoretisk og eksperimentell fysikk, og som i all hovedsak dekker sentrale områder som kvantemekanikk, statistisk mekanikk og elektromagnetisk teori. Dersom sentrale tema vurderes å være mangelfullt dekket ved tidligere utdanning, kan kandidaten bli pålagt å bli vurdert (avlegge eksamen) i gitte emner før opptak eller i løpet av doktorgradsstudiet, fortrinnsvis i løpet av de tre første semestrene av studiet. Disse emnene kan ikke inngå i emnedelen av ph.d.-studiet, og eksamen i slike emner må bestås med karakteren C eller bedre for hvert av de pålagte emnene.

### Krav til finansiering

Finansieringen av studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i fysikk.

### Opplæringsdelen

Opplæringsdelen tilsvarer minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen fysikk, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

**Normalt skal minimum 22,5 studiepoeng i opplæringsdelen av ph.d.-studiet være i fysikkemner.**

I sin videre yrkeskarriere vil ph.d.-kandidater i fysikk måtte regne med å komme i kontakt med et bredt spektrum av fysikkrelaterte problemstillinger. Det er derfor viktig at alle kandidatene med ph.d. i fysikk fra NTNU har skaffet seg en bred fysikkbakgrunn som muliggjør senere fleksibilitet i fagfeltet. Det anbefales derfor at emnene i opplæringsdelen av ph.d.-studiet velges slik at ph.d.-kandidatene får størst mulig faglig bredde innen fysikk.

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.



**Ph.d.-emner ved Institutt for fysikk:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
FY8102	Elektronmikroskopi og diffraksjon <i>Electron Microscopy and Diffraction</i>	H14	7,5
FY8104	Anvendelse av symmetri grupper i fysikken <i>Application of Symmetry Groups in Physics</i>	H13	7,5
FY8201	Polymerfysikk <i>Polymer Physics</i>	H14	7,5
FY8203	Myke materialers fysikk <i>Soft Condensed Matter</i>	V14	7,5
FY8302	Kvanteteorien for faste stoffer <i>Quantum Theory of Solids</i>	H14	7,5
FY8303	Faseoverganger og kritiske fenomener <i>Phase Transitions and Critical Phenomena</i>	V14	7,5
FY8304	Matematiske approksimasjonsmetoder i fysikken <i>Mathematical Approximation Methods in Physics</i>	H14	7,5
FY8305	Funksjonalintegral metoder i kondenserte fasers fysikk <i>Functional Integral Methods in Condensed Matter Physics</i>	H14	7,5
FY8402	Strålingsdosimetri <i>Dosimetry of Ionizing Radiation</i>	V14	12,0
FY8403	Biopolymergeler og nettverk <i>Biopolymer Gels and Networks</i>	V15	7,5
FY8407	Avbilding ved magnetisk resonans <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	H13	7,5
FY8408	Magnetisk resonans, del 1 <i>Magnetic Resonance, Part 1</i>	H13	4,0
FY8409	Klinisk fysikk for stråleterapi <i>Radiation Therapy Physics</i>	H14	4,0
FY8410	Avansert kraft- og lysmikroskopi <i>Light and Force Based Molecular Imaging</i>	H13	5,0
FY8502	Avansert biofysikk <i>Advanced Biophysics</i>	H/V	7,5
FY8503	Avansert teoretisk fysikk <i>Advanced Theoretical Physics</i>	H/V	7,5
FY8504	Avansert eksperimentell fysikk <i>Advanced Experimental Physics</i>	H/V	7,5

**Ph.d.-emner/Masteremner ved Institutt for fysikk:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
FY8901	Målesensorer/transdusere <i>Sensors and Transducers</i>	H	7,5
FY8902	Atmosfærefysikk og klimaendringer <i>Atmospheric Physics and Climate Change</i>	V	7,5
FY8903	Gravitasjon og kosmologi <i>Gravitation and Cosmology</i>	V	7,5
FY8904	Numerisk fysikk <i>Computational Physics</i>	V	7,5
FY8905	Materialfysikk <i>Materials Physics</i>	H	7,5
FY8906	Biofysiske mikroteknikker <i>Biophysical Micromethods</i>	H	7,5
FY8907	Klassisk transportteori <i>Classical Transport Theory</i>	V	7,5
FY8908	Kvanteoptikk <i>Quantum Optics</i>	H	7,5

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i kjemi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Ph.d.-programmet i kjemi er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Fakultetet har en bred fagprofil innen kjemi. Vi har et spesielt ansvar for grunnleggende kjemisk forskning med bred anvendelse innen samfunns- og næringsutvikling. Fagmiljøet har bred forskningsaktivitet, hvor mange disipliner innen kjemi er representert, deriblant noen internasjonale spissområder.

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Ph.d.-programmet i kjemi skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Kandidaten gjør et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå. Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeide.

### Fagområder

Doktorgradsarbeidet gir spisskompetanse innen et av følgende forskningsområder:

- Anvendt teoretisk kjemi
- Naturmiljø- og analytisk kjemi
- Organisk kjemi

For mer informasjon om de forskjellige fagområdene, se instituttets hjemmesider:

<http://www.ntnu.no/kjemi>

### Overordnet læringsmål for ph.d.-programmet

Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.

### Læringsutbytte

En kandidat med fullført ph.d.-grad i kjemi skal ha følgende totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

#### Kunnskaper

Ved fullført ph.d.-program i kjemi, forventes det at kandidaten

- er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen kjemi, og behersker teori, problemstillinger og metoder.
- kan vurdere hensiktsmessigheten og anvendelsen av ulike metoder og prosesser i forskning og faglige utviklingsprosjekt

- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor kjemi

*Kunnskaper oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### **Ferdigheter**

Ved fullført ph.d.-program i kjemi, forventes det at kandidaten

- kan formulere problemstillinger for, planlegge og gjennomføre forskning
- kan drive forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis innenfor fagområdet
- kan kombinere innsikt fra flere fagfelt

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med referee-uttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### **Generell kompetanse**

Ved fullført ph.d.-program i kjemi, forventes det at kandidaten

- kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan styre komplekse tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid gjennom anerkjente nasjonale og internasjonale kanaler
- kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan vurdere behovet for, ta initiativ til og drive innovasjon
- kan drive original forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan overføre og bruke sin kunnskap, og slik møte behovene i samfunnet
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen, sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

### **Opptakskrav til programmet**

For opptak til ph.d.-studiet i kjemi kreves en bred fagbakgrunn i kjemi og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre

første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

### Krav til finansiering

Finansieringen av studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i kjemi.

### Opplæringsdelen

Opplæringsdelen tilsvarer minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen kjemi, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

### Ett av emnene i tabellen nedenfor er obligatorisk

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.

*Ph.d.-emner ved Institutt for kjemi:*

Emnekode	Emnetittel	Semester	SP
KJ8056	Kjemiske og biologiske sensorer <i>Chemical and Sensors and Biosensors</i>	V	7,5
KJ8107	Nye konsepter i organisk kjemi <i>New Concepts in Organic Synthesis</i>	H14	7,5
KJ8105	Organometalliske forbindelser i organisk syntese <i>Organometallic Compounds in Organic Synthesis</i>	V15	7,5
KJ8108	Heterosyklisk kjemi <i>Hetreocyclic chemistry</i>	H13	7,5
KJ8205	Avansert Molekylmodellering <i>Advanced Molecular Modelling</i>	V15	7,5
KJ8206	Videregående kvantekjemiske metoder <i>Advanced Quantum Chemical Methods</i>	H13	7,5
KJ8209	Anvendelse av avanserte kjemometriske metoder <i>Application of advanced chemometric methods</i>	V	7,5

**Ph.d.-emner/masteremner ved Institutt for kjemi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
KJ8053	Analytiske metoder for industri- og miljøovervåking <i>Analytical Methods for Industrial and Environmental Monitoring</i>	H	7,5
KJ8059	Videregående kromatografi, <i>Chromatography, Advanced Course</i>	H	7,5
KJ8072	Videregående akvatisk kjemi <i>Advanced Aquatic Chemistry</i>	H	10,0
KJ8105	Organometalliske forbindelser i organisk syntese <i>Organometallic Compounds in Organic Synthesis</i>	V15	7,5
KJ8175	Kjemometri <i>Chemometrics</i>	V	7,5
KJ8902	Molekylmodellering <i>Molecular Modelling</i>	H	7,5
KJ8903	Irreversibel termodynamikk <i>Irreversible Thermodynamics</i>	H	7,5

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i kjemisk prosessteknologi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Ph.d.-programmet i kjemisk prosessteknologi er en forskerutdanning på internasjonalt nivå innen fagområdet kjemisk prosessteknologi (Chemical Engineering). Programmet har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Innenfor ph.d.-programmet i kjemisk prosessteknologi tilbys et bredt spekter av interessante og viktige nasjonale og internasjonale fagområder. Forskningsarbeidet kan fokuseres mot design av nye kjemiske prosesser, oppskalering av nye kjemiske prosesser fra laboratorieskala til industriell skala, eller optimalisere spesifikke eksisterende kjemiske prosesser. I andre tilfeller er det mer interessant å utvikle metoder, eksperimentelle så vel som matematiske og numeriske, som et redskap for bedre å kunne karakterisere, studere og forstå de fysiske og kjemiske prosesser som styrer de ulike prosessenhetene.

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Ph.d.-programmet i kjemisk prosessteknologi skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Kandidaten gjør et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå. Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeid.

### Fagområder

Ph.d.-programmet innen kjemisk prosessteknologi dekker et vidt spekter av fagområder og det forventes normalt at kandidaten spesialisere seg innenfor et av disse.

Fagområdene med tilhørende avhandlingstema og aktuelle ph.d.-emner er:

#### Fagområde 1. Bioraffinering og fiberteknologi

Fagområdet dekker generelt:

- Papirteknologi
- Papirmasseteknologi
- Bioraffinering

KP8102 Trekjemi i treforedlingsprosessene

KP8117 Papirfysikk og papirkjemi

**Fagområde 2. Katalyse og petrokjemi**

Fagområdet dekker generelt:

- KP8903 Reaksjonskinetikk og katalyse (dobbelkodet med Masterstudiet)
- KP8132 Anvendt heterogen katalyse
- KP8133 Karakterisering av heterogene katalysatorer
- KP8136 Modellering av katalytiske reaksjoner
- KP8137 Framstilling av katalytiske materialer

**Fagområde 3. Kolloid- og polymerkjemi**

Fagområdet dekker generelt:

- KP8129 Kolloidkjemi for prosessindustrien
- KP8134 Surfaktanter og polymerer i vandig løsning
- KP8135 Videregående kurs i overflate, kolloid og polymerkjemi

**Fagområde 4. Prosess-systemteknikk (Process systems engineering)**

Fagområdet dekker generelt:

Modellering, simulering, design, regulering og optimal drift av prosess-systemer (inklusive, men ikke begrenset til, integrerte enhetsoperasjoner og hele prosessanlegg)

- KP8901 Kjemisk prosess-system teknikk (dobbelkodet med Masterstudiet)
- KP8100 Videregående prosess-simulering
- KP8105 Matematisk modellbygging og modelltilpassing
- KP8108 Videregående termodynamikk: Anvendelser innen fase- og reaksjonslikevekter
- KP8115 Videregående prosessregulering
- KP8130 Systembiologi, modellering og analyse

**Fagområde 5. Miljø og reaktorteknologi**

Fagområdet dekker generelt:

- KP8902 Reaktorteknologi (dobbelkodet med Masterstudiet)
- KP8904 Transportprosesser (dobbelkodet med Masterstudiet)
- KP8106 Gassrensing med kjemiske absorbenter
- KP8107 Videregående kurs i membranprosesser/væskesystemer,
- KP8110 Gassrensing med membraner, videregående
- KP8128 Videregående reaktormodellering
- KP8131 Krystallisasjon og partikkeldesign



## Overordnet læringsmål for programmet

Ph.d.-utdanningen skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.

## Læringsutbytte

En kandidat med fullført ph.d.-grad i kjemisk prosesseteknologi skal ha følgende totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### Kunnskaper

Ved fullført ph.d.-program i kjemisk prosesseteknologi, forventes det at kandidaten

- er i kunnskapsfronten innenfor sitt spesialområde innen kjemisk prosesseteknologi, og behersker teori, problemstillinger og metoder.
- kan vurdere hensiktsmessigheten og anvendelsen av ulike metoder og prosesser i forskning og faglige utviklingsprosjekt
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor kjemisk prosesseteknologi.

*Kunnskap oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen på 30 studiepoeng*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### Ferdigheter

Ved fullført ph.d.-program i kjemisk prosesseteknologi, forventes det at kandidaten

- kan formulere problemstillinger, planlegge og gjennomføre forskning
- kan drive forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis innenfor fagområdet
- kan kombinere innsikt fra flere fagfelt

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med refereeordningen*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### Generell kompetanse

Ved fullført ph.d.-program i kjemisk prosesseteknologi, forventes det at kandidaten

- kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan styre komplekse tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid gjennom anerkjente nasjonale og internasjonale kanaler

- kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan vurdere behovet for, ta initiativ til og drive innovasjon
- kan drive original forskning på høyt internasjonalt nivå
- kan overføre og bruke sin kunnskap, og slik møte behovene i samfunnet
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen, sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*

### **Opptakskrav til programmet**

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i kjemisk prosess teknologi og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

### **Krav til finansiering**

Dersom kandidaten ikke er fullfinansiert gjennom stipendordninger kreves det dokumentasjon på at minst 50 % av arbeidstiden kan benyttes til forskerutdanningen. Videre kreves det garanti for tilgang på de nødvendige driftsmidler for å få gjennomført forskningsarbeidet.

### **Deltakelse i aktive forskningsmiljøer, nasjonalt og internasjonalt**

Det søkes å gi alle kandidater med bakgrunn fra NTNU internasjonal erfaring gjennom utvekslingsopphold ved samarbeidende institusjoner.

### **Faglig formidling**

Arbeidet skal presenteres gjennom publikasjoner i tidsskrift med refereordning og presentasjoner på nasjonale og internasjonale møter. I tillegg er det ønskelig med almenrettet formidling i TV, på internett, i aviser og lignende.

<b>Opplæringsdelen</b>
<p>Opplæringsdelen tilsvarer minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet for denne er dels å gi kandidaten generelle kunnskaper innen det valgte fagområdet og dels å gi et grunnlag i teorier og metoder som er nødvendige for arbeidet med avhandlingen.</p> <p>For kandidater med annen bakgrunn enn Master i kjemisk prosesssteknologi (Chemical Engineering), anbefales det at emner fra listen nedenfor inngår i fagplanen med sikte på å fylle inn manglende kunnskaper:</p> <p>TKP4110 Kjemisk reaksjonsteknikk H 7,5 sp  TKP4105 Separasjonsteknikk H 7,5 sp  TKP4165 Prosessutforming V 7,5 sp</p> <p>Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.</p>
<b>Krav til avhandling</b>
<p>Avhandlingen kan være i form av en monografi eller bestå av flere mindre arbeider (publikasjoner) med en utfyllende sammenfatning. For øvrig vises det til forskriftens § 10.1.</p>

#### **Ph.d.-emner ved Institutt for kjemisk prosesssteknologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
KP8091	Avansert kjemisk prosesssteknologi <i>Advanced Chemical Engineering</i>	H/V	7,5
KP8100	Videregående prosess-simulering <i>Advanced Process Simulation</i>	H	7,5
KP8102	Trekjemi i treforedlingsprosessene <i>Wood Chemistry in Pulping and Paper Making</i>	H13	9,0
KP8105	Matematisk modellbygging og modelltilpassing <i>Mathematical Modelling and Model Fitting</i>	H13	7,5
KP8106	Gassrensing med kjemiske absorbenter <i>Gas Cleaning with Chemical Solvents</i>	H13	9,0
KP8107	Videregående kurs i membranprosesser/væskesystemer, <i>Advanced Course in Membrane Separation Processes/Liquid Processes</i>	V14	9,0
KP8108	Videregående termodynamikk: Anvendelser innen fase- og reaksjonslikevekter <i>Advanced Thermodynamics: With applications to Phase and Reaction Equilibria</i>	H	9,0
KP8110	Gassrensing med membraner, videregående <i>Membrane Gas Purification, advanced course</i>	V15	9,0
KP8115	Videregående prosessregulering <i>Advanced Process Control</i>	H	7,5
KP8117	Papirfysikk og papirkjemi <i>Paper Physics and Paper Chemistry</i>	H14	9,0

KP8128	Videregående reaktormodellering <i>Advanced Reactor Modelling</i>	V	12,5
KP8129	Kolloidkjemi for prosessindustrien <i>Colloid Chemistry for Process Industry</i>	V14	7,5
KP8130	Systembiologi, modellering og analyse <i>Systembiology, Modelling and Analysis</i>	H13	7,5
KP8131	Krystallisasjon og partikkeldesign <i>Crystallization and Particle Design</i>	H/V	7,5
KP8132	Anvendt heterogen katalyse <i>Applied Heterogeneous Catalysis</i>	H13	7,5
KP8133	Karakterisering av heterogene katalysatorer <i>Characterization of Heterogeneous Catalysts</i>	H14	7,5
KP8134	Surfaktanter og polymerer i vandig løsning <i>Surfactants and Polymers in Aqueous Solutions</i>	H	7,5
KP8135	Videregående kurs i overflate, kolloid og polymerkjemi <i>Surface, Colloid and Polymer Chemistry Special Topics</i>	H/V	7,5
KP8136	Modellering av katalytiske reaksjoner <i>Modelling of Catalytic Reactions</i>	V14	7,5
KP8137	Framstilling av katalytiske materialer <i>Design and Preparation of Catalytic Materials</i>	V15	7,5

**Ph.d.-emner/masteremner ved Institutt for kjemisk prosess teknologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
KP8901	Kjemisk prosess-system teknikk <i>Chemical Process System Engineering</i>	V	7,5
KP8902	Reaktorteknologi <i>Reactor Technology</i>	V	7,5
KP8903	Reaksjonskinetikk og katalyse <i>Reaction Kinetics and Catalysis</i>	H	7,5
KP8904	Transportprosesser <i>Transport Phenomena</i>	H	7,5
KP8905	Overflate- og kolloidkjemi <i>Surface- and Colloid Chemistry</i>	V	7,5

## Beskrivelse av ph.d.-programmet i materialteknologi

### Beskrivelse av programmet

Ph.d.-programmet i materialteknologi er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

Fakultetet har en bred fagprofil innen materialteknologi. Forskingen foregår i samarbeid mellom nasjonale og internasjonale industrier og forskningsinstitusjoner. Forskningsvirksomheten har en sterk teknologisk tilknytning, med en betydelig aktivitet også i grensesjiktet mellom de ulike tre fagområdene som er beskrevet nedenfor

Ph.d.-programmet tar sikte på å oppfylle nåværende og framtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

Ph.d.-programmet i materialteknologi skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Kandidaten gjør et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå. Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeide.

Institutt for materialteknologi har gode laboratoriefasiliteter og et stort internasjonalt kontaktnett. De fleste ph.d.-prosjekter gjennomføres i nær tilknytning til instituttets nasjonale og internasjonale kontakter og ofte med et lengre eller flere korte opphold utenfor NTNU. Mulighetene for finansiering via nasjonale og internasjonale programmer samt norsk industri er gode.

### Fagområder

Doktorgradsarbeidet gir spisskompetanse innen et av følgende forskningsområder:

- Metallproduksjon og resirkulering
- Materialutvikling og -bruk
- Materialer for energiteknologi

Se mer informasjon om forskningsområdene på instituttets hjemmesider:

<http://www.ntnu.no/materialteknologi/forskning>

### Overordnet læringsmål for programmet

Ph.d.-programmet skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap, samt styrke kandidatens faglige kompetanse innen sitt fagområde.

Ph.d.-studiet i materialteknologi skal i nært samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer og relevant industri, utdanne ph.d.-kandidater på høyt internasjonalt nivå innen instituttets fagområder, samt bidra til å styrke kandidatens bredde innen moderne materialvitenskap og -teknologi.

## Læringsutbytte

En kandidat med fullført ph.d.-grad i materialteknologi skal ha følgende totale læringsutbytte definert i kunnskap, ferdigheter og generell kompetanse:

### Kunnskap

Ved fullført ph.d.-program i materialteknologi, forventes det at kandidaten

- skal være i kunnskapsfronten innenfor sitt fagområde og kunne vurdere begrensingene i nåværende kunnskap og metoder innenfor forskningsfeltet
- behersker faggruppas vitenskapsteori, problemstillinger og metoder
- kan bidra til utvikling av ny kunnskap, nye teorier, metoder, fortolkninger og dokumentasjonsformer innenfor fagområdet
- kjenner risiko og regelverk ved eksperimentell aktivitet

*Kunnskap oppnås gjennom:*

- *opplæringsdelen på 30 studiepoeng*
- *lese og holde seg oppdatert i litteratur innen fagområdet*
- *laboratoriekurs og praktisk opplæring*
- *avhandlingens sammenfatning, der kandidaten selvstendig har skrevet en introduksjon som gir bakgrunn for forskningsarbeidet, diskuterer og begrunner valg og bruk av metoder, og setter resultatene som en helhet i et internasjonalt perspektiv*

### Ferdigheter

Ved fullført ph.d.-program i materialteknologi, forventes det at kandidaten

- kan formulere problemstillinger og planlegge forskning og faglig utviklingsarbeid
- kan gjennomføre og kritisk vurdere egen og andres eksperimentelle og/eller teoretiske forskning mht metodebruk, nøyaktighet, feilkilder god HMS etc.
- kan drive forskning og faglig utviklingsarbeid på et høyt internasjonalt nivå
- kan håndtere komplekse faglige spørsmål og utfordre etablert kunnskap og praksis på fagområdet

*Ferdigheter oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner, innsendelse til internasjonale tidsskrift og erfaring med referee-uttalelser*
- *avhandlingen*
- *presentasjon av resultater på nasjonale og internasjonale møter/konferanser*

### Generell kompetanse

Ved fullført ph.d.-program i materialteknologi, forventes det at kandidaten

- kan identifisere nye relevante etiske problemstillinger og utøve sin forskning med faglig integritet og selvstendighet
- kan risikovurdere sin virksomhet og ivareta helse, miljø og sikkerhet
- kan styre komplekse tverrfaglige arbeidsoppgaver og prosjekter
- kan håndtere vitenskapelige problemstillinger der kandidaten arbeider i vitenskapelige team
- kan formidle forsknings- og utviklingsarbeid gjennom anerkjente nasjonale og internasjonale kanaler

- kan delta i debatter innenfor fagområdet i internasjonale fora
- kan vurdere behovet for, ta initiativet til og drive innovasjon
- er i stand til å etablere faglige nettverk

*Generell kompetanse oppnås gjennom:*

- *veiledning og egen forskning*
- *arbeid med publikasjoner og avhandlingen*
- *prøveforelesningen, sette seg inn i et oppgitt tema på kort tid, tidsplanlegging, søke / velge / vurdere /bearbeide informasjon, muntlig presentasjon*
- *er i stand til å etablere faglige nettverk*

### **Opptakskrav til programmet, jfr. § 5**

For opptak til ph.d.-studiet kreves en bred fagbakgrunn i materialteknologi og andre relevante fag. I tråd med forskriftens krav om en "sterk faglig bakgrunn" kreves at både bachelorstudiet (tilsvarende de tre første år av teknologistudiet) og masterstudiet (tilsvarende de to siste år av teknologistudiet) er gjennomført med tilfredsstillende resultat. Det kreves normalt snittkarakter C eller bedre på bachelorgraden (eller tilsvarende utdanning) og B eller bedre på mastergraden (eller tilsvarende utdanning).

### **Krav til finansiering**

Finansieringen av ph.d.-studiet må være klarlagt før opptak til ph.d.-programmet i materialteknologi.

### **Opplæringsdelen, jfr. § 7.3**

Opplæringsdelen tilsvarende minst ett semesters fulltidsstudium (30 studiepoeng). Hovedformålet er å gi kandidaten generelle, vitenskapsteoretiske kunnskaper innen materialteknologi, samt å gi det teoretisk faglige grunnlaget som er nødvendig for doktorgradsarbeidet.

Pensum tilpasses fagområdet og settes sammen i samråd med hovedveileder. Pensum skal til sammen utgjøre minst 30 studiepoeng, hvorav 20 skal være på ph.d.-nivå. Normalt skal minimum 2 ph.d.-emner (eller 15 studiepoeng) velges fra eget institutt.

Fakultetet gir innførende opplæring i etikk, HMS og innovasjon gjennom en obligatorisk introduksjonsdag for ph.d.-kandidater.

**Ph.d.-emner ved Institutt for materialteknologi:**

<b>Emnekode</b>	<b>Emnetittel</b>	<b>Semester</b>	<b>SP</b>
MT8101	Kinetikk for elektrodeprosesser <i>Electrochemical Kinetics</i>	14-15	12,0
MT8102	Korrosjon og overflateteknologi <i>Corrosion and Surface Technology</i>	14-15	7,5
MT8104	Lettmetallelektrolyse <i>Electrolysis of Light Metals</i>	H14	7,5
MT8108	Massetransport <i>Mass Transfer</i>	H13	7,5
MT8109	Halvleder-elektrokjemi <i>Semiconductor Electrochemistry</i>	V14	7,5
MT8200	Videregående kjemisk metallurgi <i>Advanced Chemical Metallurgy</i>	V15	7,5
MT8201	Videregående elektrisk reduksjonssmelting <i>Advanced Electrometallurgy</i>	H	7,5
MT8205	Metallurgisk modellering av sveising <i>Metallurgical Modelling of Welding</i>	H14	7,5
MT8206	Jern og stålmetallurgi <i>Iron and Steel Metallurgy</i>	V15	7,5
MT8208	Utmatting av metaller <i>Fatigue of Metals</i>	H13	7,5
MT8210	Videregående støperimetallurgi <i>Advanced Solidification Metallurgy</i>	H13	7,5
MT8213	Modellering og simulering av materialers mikrostruktur <i>Modelling and Simulation of Materials Microstructure and Properties</i>	H14	7,5
MT8214	Videregående silisium – solceller <i>Advanced Silicon - Solar Cells</i>	V15	7,5
MT8215	Dislokasjonsteori anvendt på termomekanisk bearbeiding av metaller <i>Dislocation Theory Applied to Thermo-Mechanical Treatments of Metals</i>	H14	7,5
MT8216	Rekrystallisasjon og tekstur <i>Recrystallization and Texture</i>	H13	7,5
MT8218	Avansert materialvitenskap <i>Advanced Materials Science</i>	H	7,5
MT8301	Karbonmaterialteknologi <i>Carbon Materials Technology</i>	V	7,5
MT8305	Sementkjemi <i>Cement Chemistry</i>	V	7,5
MT8306	Videregående keramisk materialvitenskap <i>Advanced Ceramics Processing</i>	V14	7,5
MT8307	Materialers termodynamikk <i>Thermodynamics of Materials</i>	H14	7,5
MT8308	Videregående faststoffkjemi <i>Advanced Solid State Chemistry</i>	H13	7,5
MT8400	NorRen Interdisciplinary Renewable Energy Summer School	H13	3,0