

## FAKULTET FOR NATURVITENSKAP OG TEKNOLOGI

”Forskrift for graden philosophia doctor (PhD) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)” sier i § 2 følgende:

Målsetting for PhD-utdanningen:

PhD-utdanningen er en forskerutdanning som har til formål å utdanne selvstendige forskere på internasjonalt nivå i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer.

PhD-utdanningen tar sikte på å oppfylle nåværende og fremtidige behov for kompetanse til forskning, utvikling og formidling ved universitetet, andre offentlige og private institusjoner, virksomheter og organisasjoner.

### **Fakultet for naturvitenskap og teknologi tilbyr følgende PhD-programmer:**

PhD i biologi

PhD i bioteknologi

PhD i biofysikk

PhD i fysikk

PhD i kjemi

PhD i kjemisk prosess teknologi

PhD i materialteknologi

PhD i naturvitenskapenes didaktikk (under forutsetning av Styrets godkjenning)

### **Fakultetets forskningsutvalg består av følgende medlemmer:**

Prodekanus, førsteamanuensis Åse Krøkje, Institutt for biologi (leder)

Professor Claus Bech, Institutt for biologi

Professor Knut Marthinsen, Institutt for materialteknologi

Professor Kåre Olaussen, Institutt for fysikk

Førsteamanuensis Astrid Lund Ramstad, Institutt for kjemi

Professor Turid Rustad, Institutt for bioteknologi

Professor Hallvard Svendsen, Institutt for kjemisk prosess teknologi

PhD-kandidat Erlend Fjøsne Nordstrand, Institutt for materialteknologi

Vara: PhD-kandidat Sigrun Skjelseth, Institutt for biologi

PhD-kandidat Yngvild Vindenes, Institutt for biologi

Vara: PhD-kandidat Aline Magdalena Lee, Institutt for biologi

### **Generelt om PhD-studiet**

Ved søknad om opptak til et PhD-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.

Fakultetets krav til emneopplegg er minst 20 studiepoeng studieplanfestede PhD-emner og 10 studiepoeng på minimum master-nivå (Bachelor-emner godkjennes ikke). Fakultetet har godkjent et utvalg av faglig spissete masteremner som kan gå inn som del av kravet til PhD-emner. Disse er satt opp i egne tabeller både under fakultetet og det enkelte institutt. Opplæringsdelen skal bestå av naturvitenskapelige/teknologiske emner.

Fakultetet godkjenner ikke emner som Scientific Writing, Informasjonssøking eller Forskning og samfunn m. v innenfor kravet til 30 studiepoeng. Enkelte emner, som for eksempel Dyreforsøkslære vil bli regnet som et sertifiseringsemne, og gir ingen uttelling i PhD-studiet.

PhD-emner fra andre fakulteter vil ikke automatisk bli godkjent som del av kravet til PhD-emner ved fakultetet. Dette vil bli vurdert i hvert enkelt tilfelle.

Opptaket formaliseres i form av en skriftlig avtale for PhD-utdanning (§ 6 i Forskriften)

Når det gjelder prosjektbeskrivelsen vises til § 5.2 i Forskriften samt fakultetets presiseringer som er tilgjengelige på nettet.

Alle oppfordres til å benytte fakultetets skjemaer som er lagt ut sammen med de Administrative bestemmelser på nettet: <http://www.nt.ntnu.no/adm/Forskning/PhD/index.php>

### Fakultet for naturvitenskap og teknologi tilbyr følgende PhD-emner:

Emnekode	Emnetittel	Semester	SP
AK8000	MARIN YNGELTEKN	H09	7,5
BI8002	AVANSERT BIOSYSTEMAT	V09	7,5
BI8004	EVOLUSJONÆR BIOLOGI	V10	7,5
BI8020	INSEKT-PLANTE-INTER	H09	9,0
BI8060	BIO-OPTISKE EGENSKAP	H09	7,5
BI8071	BIOMARKØRER	H08	7,5
BI8073	ATFERDSTOKSIKOLOGI	H08	7,5
BI8074	GENOM ØKOTOKS	V10	7,5
BI8081	AVAN BEVARINGSBIOL	H08	7,5
BI8091	AVANS BIOLOGI	H08/V09	7,5
BI8092	BIOLOGISK VITESKTEO	V09	7,5
BO8020	REG PLANTERS VEKST	08-09	12,0
BO8021	REG PLANTERS VEKST	08-09	9,0
BO8031	PLANTEØKOLOGI III	H09	7,5
ZO8020	NEVROBIOLOGI I	08-09	15,0
ZO8022	TEMP REGULERING	H09	9,0
ZO8023	RESPIRASJONSFYSIO	H09	9,0
ZO8024	AKVATISK ØKOFYSIO II	08-09	12,0
ZO8025	BIOLOGISKE EFFEKTER	08-09	12,0
BT 8101	MIKROBIELL ØKOLOGI	H08	9,0
BT8102	MOL BIOINFORMATIKK	H08	7,5
BT8103	MOLEKYLÆR TOKSIKOLOGI	H09	7,5
BT8104	NMR FYS BIOKJ BIOL	V09	9,0
BT8105	PROKARYOT MOLBIO	V09	7,5
BT8106	GLYKOBIOLOGI	H09	7,5
BT8110	VG NÆRINGSMIDDELKJEM	H08	9,0
BT8112	SALTING AV FISK	H08	5,0
BT8113	BIOMATERIALER	H08	7,5
BT8114	MARIN BIOKJEMI	V09	7,5
BT8115	PROTEINSTRUKTURER	V09	7,5
BT8116	EKS MET BIOPOL GLYK	V10	7,5
BT8117	MARINE LIPIDER	V09	7,5
FY8100	OVERFLATEKARAKTERIS	H08	7,5
FY8102	ELEKTRONMIKR DIFFRAK	H08	7,5
FY8104	SYMMETRI I FYSIKKEN	H09	7,5
FY8105	SUPERKONDUKTIVITET	V09	7,5
FY8200	VIDG STATISTISK FYS	V10	7,5

FY8201	NANOPART POLYM FYS 1	H08	7,5
FY8203	MYKE MATERIALER	V10	7,5
FY8302	KVANTETEOR FASTE ST	H08	7,5
FY8303	KRITISKE FENOMENER	V10	7,5
FY8304	MATEM APPR FYSIKK	H08	7,5
FY8305	FUNKSJ INT METODER	H08	7,5
FY8401	STRÅLINGSVEKSELVIRK	V10	15,0
FY8402	STRÅLINGSDOSIMETRI	V11	12,0
FY8403	BIOPOLYMERGELER	V09	7,5
FY8404	STRÅLETERAPI	H08	3,8
FY8407	MAGNETISK RESONANS	H08	7,5
KJ8021	STEREOKJEMI OG SYNT	H08	7,5
KJ8052	ELEKTR ANAL KJ ANVEN	H08	7,5
KJ8056	KJEMIBIOL SENSORER	H08	7,5
KJ8070	VG AGVATISK KJEMI	H08	15,0
KJ8100	ORG MED FARM KJEMI	V09	7,5
KJ8104	ORG SYNTESE	H08	7,5
KJ8105	ORG METALLSYNTESE	H09	7,5
KJ8106	AVANSERT ORG KJEMI	V09	7,5
KJ8200	KJEMISK BILDEBEHANDL	V09	7,5
KJ8204	KVANT STRUKT-AKT REL	V09	7,5
KJ8205	AVANS MOLMOD	V10	7,5
KJ8206	VIDR KVANTEKJEM MET	H08	7,5
KJ8207	MIKROMATRISE ANALYSE	H08	7,5
KJ8208	VIDR IRREV TERMODYN	V09	7,5
KP8100	VG PROSESS-SIMUL	H09	7,5
KP8102	TREKJ TREFOREDL PROS	H09	9,0
KP8104	KRYSTALLISASJON	H08/V09	9,0
KP8105	MAT MODELLTILPASSING	H09	7,5
KP8106	GASSRENSING	H09	9,0
KP8107	MEMBRANSEPARASJON VG	V09	9,0
KP8108	TERMODYNAMIKK VG	H08	9,0
KP8110	GASSRENS MED MEMBRAN	V10	9,0
KP8112	ANVENDT HET KAT	H09	6,0
KP8113	KARAKT HET KAT	H08	6,0
KP8115	VG PROSESSREGULERING	H08	7,5
KP8117	PAPIRFYSIKK OG KJEMI	V10	9,0
KP8118	VG REAKTORMODELLERING	V09	12,0
KP8119	SURF.POLYINT	H08	9,0
KP8120	FUNK.MAT	V09	9,0
KP8121	KOLLOID POLYMER VK	H08	6,0
KP8123	KOLLOIDKJ PROSESSIND	V10	9,0
KP8124	MOD KAT REAK	V10	6,0
KP8125	FRAM KAT MAT	V09	6,0
MT8100	TRANSPORTPROSESSER	09-10	12,0
MT8101	KINETIKK ELEKTRODEPR	08-09	12,0
MT8102	KORROSJON/OVERFLATE	08-09	7,5
MT8103	HALVLEDER-ELEKTROKJ	09-10	10,0

MT8104	LETTM ELEKTROLYSE 1	H09	7,5
MT8106	ELEKTROKJEM ENERGI	09-10	10
MT8200	VIDR KJEM METALLURGI	V09	7,5
MT8201	REDUKSJONSSMELTING	V10	7,5
MT8205	METALLMODELL SVEIS	H08	7,5
MT8206	JERN STÅL METALLURGI	V09	7,5
MT8207	ELEKTRONMIKROSKOPI	V10	7,5
MT8208	UTMATTING AV METALL	H09	7,5
MT8209	SKADEANALYSE	V09	7,5
MT8210	VG STØPERIMETALLURGI	H08	7,5
MT8213	MOD SIMUL MIKROSTRUK	H08	7,5
MT8214	VG SILISIUM – SOLCEL	V09	7,5
MT8215	DISLOK PLAST BEARB	H08	7,5
MT8216	REKRYST OG TEKSTUR	H09	7,5
MT8217	MET REAKSJONSKINETIK	H08	7,5
MT8218	AVAN MATERIALVITENSK	H08	7,5
MT8300	LETTM ELEKTROLYSE 2	V09	7,5
MT8301	KARBON MATERIALTEKN	V09	7,5
MT8305	SEMENTKJEMI	V09	7,5
MT8306	VIDEREG KER MATR VIT	V10	7,5
MT8307	MATTERM	H08	7,5
MT8308	VIDERE FASTSTOFFKJ	09-10	7,5
RFEL8091	KUNNSKAP NATURVIT	H08	7,5
RFEL8093	NATURVIT HISTORIE	H08	10
RFEL8095	TEKN FORSKN PERSPEKT	V09	7,5

**V:** vårsemester

**H:** høstsemester

**Fakultet for naturvitenskap og teknologi kan godkjenne følgende valgbare Masteremner som PhD-emner:**

BI8901	BIOLOGISK OSEANOGRAF	H08	7,5
FY8901	MÅLESSENS/TRANSDUSERE	H08	7,5
FY8902	ATMOSFÆRENS FYSIKK	V09	7,5
FY8903	GRAVITASJON OG KOSMO	V09	7,5
FY8904	NUMERISK FYSIKK	V09	7,5
FY8905	MATERIALFYSIKK	H09	7,5
FY8906	BIOFYSISKE MIKROTEK	H08	7,5
FY8907	KLASSISK TRANSP TEOR	V09	7,5
FY8908	KVANTEOPTIKK	H08	7,5
KJ8901	ENZYMKJEMI	V10	7,5
KJ8902	MOLEKYLMODELLERING	H08	7,5
KP8901	KJ PROSYS TEKN	V09	7,5
KP8902	REAKTORTEKNOLOGI	V09	7,5
KP8903	REAKSJ KIN/KATALYSE	H08	7,5
KP8904	TRANSPORTPROSESSER	H08	7,5

## Beskrivelse av PhD-program i Biologi:

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Innledning: Institutt for biologi (IBI) har en bred forskningsaktivitet, hvor mange biologiske disipliner er representert og har noen internasjonale spissområder. IBI skal ha en bred biologisk fagprofil med interaksjon mellom organismer og deres naturmiljø som overordnet hovedfokus. Instituttet har et spesielt ansvar for grunnleggende biologisk forskning og bred anvendelse av sin kunnskap i samfunns- og næringsutvikling. Instituttet tar ansvar for all undervisningen i biologi ved NTNU.

Læringsmål:

Kandidaten skal lære seg kritisk tenkning, formidling av kunnskap og samarbeide.

Utdanningen skal kvalifisere for forskningsvirksomhet og for annet arbeid hvor det stilles store krav til vitenskapelig innsikt. Målet for utdanningen er et selvstendig forskningsarbeid som leder til en vitenskapelig avhandling på høyt faglig nivå.

Fagområder og disipliner;

Cellebiologi, molekylær biologi, bioteknologi, plantefysiologi, zoologisk fysiologi, nevrovitenskap, etologi, evolusjonsbiologi, akvatisk og terrestrisk økologi, biodiversitet, naturressursforvaltning, populasjonsgenetikk, økotoksikologi, miljøtoksikologi, akvakultur, marin zoologi og botanikk, systematikk og fagdidaktikk.

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

Mastergrad eller tilsvarende med faglig bakgrunn relevant for studiet.

### Opplæringsdelen, jfr. § 7.3

#### Anbefalte emner:

BI8092	Biologisk vitenskapsteori	V09	7,5 sp
--------	---------------------------	-----	--------

### PhD-emner ved Institutt for biologi:

Emnenr.	Emnetittel	Semester	SP
AK8000	MARIN YNGELTEKN	H09	7,5
BI8002	AVANSERT BIOSYSTEMAT	V09	7,5
BI8004	EVOLUSJONÆR BIOLOGI	V10	7,5
BI8020	INSEKT-PLANTE-INTER	H09	9,0
BI8060	BIO-OPTISKE EGENSKAP	H09	7,5
BI8071	BIOMARKØRER	H08	7,5
BI8073	ATFERDSTOKSIKOLOGI	H08	7,5
BI8074	GENOM ØKOTOKS	V10	7,5
BI8081	AVAN BEVARINGSBIOL	H08	7,5
BI8091	AVANS BIOLOGI	H08/V09	7,5
BI8092	BIOLOGISK VITESKTEO	V09	7,5
BO8020	REG PLANTERS VEKST	08-09	12,0
BO8021	REG PLANTERS VEKST	08-09	9,0
BO8031	PLANTEØKOLOGI III	H09	7,5
ZO8020	NEVROBIOLOGI I	08-09	15,0
ZO8022	TEMP REGULERING	H09	9,0
ZO8023	RESPIRASJONSFYSIO	H09	9,0
ZO8024	AKVATISK ØKOFYSIO II	08-09	12,0

ZO8025	BIOLOGISKE EFFEKTER	08-09	12,0
--------	---------------------	-------	------

**PhD-emne/Masteremne ved Institutt for biologi:**

BI8901	BIOLOGISK OSEANOGRAF	H08	7,5
--------	----------------------	-----	-----

## Beskrivelse av PhD-program i Bioteknologi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

**Innledning:**

Institutt for bioteknologi er ansvarlig for hovedforskningsområdet bioteknologi. Forskningen foregår i samarbeid mellom faggrupper ved og utenfor instituttet, og har tilknytning til både grunnleggende og anvendte problemstillinger.

Det tilbys 13 PhD-emner under programmet.

Programmet har 25-30 doktorgradsstudenter.

**Læringsmål:**

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

**Fagområder:**

Det foregår doktorgradsstudier på en rekke felt innenfor instituttets fagområder:

**Biopolymerkjemi og bionanoteknologi:**

- Biopolymer engineering som omfatter:
- Genetikk (se under)
- Bestemmelse av primærstruktur i polysakkarider
- Enzymatisk, kjemisk og fysikalsk modifisering av polysakkarider
- Bestemmelse av konformasjon i løsning og gelfase
- Vekselvirkninger mellom polysakkarider og ioner, enzymer, antistoffer, DNA, RNA m.m.
- Nanostruktur, faseoppførsel og reologi i biopolymere geler, filmer, emulsjoner og suspensjoner
- Alginatbasert kapsel teknologi for behandling av diabetes
- Nye eksperimentelle metoder for å karakterisere polysakkarider
- Nye biomedisinske og farmasøytiske anvendelser av alginater, kitosaner, gelatin, sphagnum, betaglukaner, glykoproteiner og proteglykaner
- Kapsel- og gelteknologi for bruk i næringsmidler

**Marin biokjemi/Havbruk:**

- Produksjon av fettsyrer (DHA) i marine mikroorganismer

- Marine biopolymerer - fra råstoff til biologiske anvendelser
- Fôrteknologi: Mekanisk stabilisering av ferskfôr (start og vekst) til oppdrettsnæringen
- Fiskegelatin: Egenskaper og modifisering av disse
- Nye antibiotika fra marine bakterier
- Kapsel- og gelteknologi for bruk i fiskefôr

#### Molekylærgenetikk/Mikrobiologi:

- Studier av mekanismen for plasmidreplikasjon, konstruksjon av kloningsvektorer og analyse av rekombinant proteinekspresjon
- Genetisk analyse av antibiotikaproduksjon i bakterier
- Studier av molekylære mekanismer for cellulær osmoregulering
- Alginatbiosyntesens genetikk og funksjonsstudier av enzymstrukturen
- Oljemikrobiologi
- Utvikling av nye plasmidverktøy for bruk i bioprospektering
- Mikrobielle produsenter av bioaktive stoffer fra marint miljø

#### Biokjemiteknikk:

- Produksjon av sekundære metabolitter i bakterier
- Mikrobiologiske aspekter av næringsmiddelteknologi
- Mikrobiell produksjon av lysin fra metanol

#### Næringsmiddelkjemi:

- Superkjøling av mat
- Utnyttelse av raudåte
- Studier av vann og salt i fisk og kjøtt ved NMR
- Bruk av NMR til opprinnelsestesting av mat
- Lipidoksidasjon
- Etisk slakting av hvitfisk
- Produksjon av stabile marine oljer

#### Miljøbioteknologi/Mikrobiell økologi:

- Biofilmdannelse og biofouling
- Gel-immobiliserte mikrobielle økosystemer
- Anaerob fermentering av organisk materiale
- Mekanismer for bakteriell kolonisering og styring av mikrobielt miljø i marint yngeloppdrett
- Struktur og stabilitet i naturlige, pelagiske økosystemer

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

Normalt kreves det mastergrad eller tilsvarende med fagkombinasjoner i bioteknologi, biokjemi og molekylærbiologi.

**Krav til prosjektbeskrivelse, jfr. § 5.2**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 5.2.

**Krav til finansiering: jfr. § 5.2**

Finansieringen må være klarlagt før opptak til studiet.

**Veiledning, jfr. § 5.2**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 5.2 og § 8.

**Residensplikt, jfr. § 7 (og § 2, § 4, § 5.2)**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 7.

**Deltakelse i aktive forskningsmiljøer, nasjonalt og internasjonalt, jfr. § 4 og § 5.2**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 4 og § 5.2.

**Faglig formidling, jfr. § 2, § 4 og § 5.2**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 2, § 4 og § 5.2.

**Rapportering, jfr. § 9**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 9.



**Opplæringsdelen, jfr. § 7.3****PhD-emner ved Institutt for Bioteknologi:**

BT 8101	MIKROBIELL ØKOLOGI	H08	9,0
BT8102	MOL BIOINFORMATIKK	H08	7,5
BT8103	MOLEKYLÆR TOKSIKOLOGI	H09	7,5
BT8104	NMR FYS BIOKJ BIOL	V09	9,0
BT8105	PROKARYOT MOLBIO	V09	7,5
BT8106	GLYKOBIOLOGI	H09	7,5
BT8110	VG NÆRINGSMIDDELKJEM	H08	9,0
BT8112	SALTING AV FISK	H08	5,0
BT8113	BIOMATERIALER	H08	7,5
BT8114	MARIN BIOKJEMI	V09	7,5
BT8115	PROTEINSTRUKTURER	V09	7,5
BT8116	EKS MET BIOPOL/GLYK	V08	7,5
BT8117	MARINE LIPIDER	V09	7,5

Minst ett av de ovenfor nevnte emnene må velges i opplæringsdelen.

**Anbefalte emner:**

AK8000	Marin Yngelteknologi (Kan inngå i de 20 av 30 studiepoeng)
FI3107	Bioteknologi og etikk (Kan inngå i de 10 av 30 studiepoeng)
KJ8100	Organisk, medisinsk og farmasøytisk kjemi (Kan inngå i de 20 av 30 studiepoeng)
KJ8901	Enzymkjemi (Kan inngå i de 20 av 30 studiepoeng)
FY8403	Biopolymere (Kan inngå i de 20 av 30 studiepoeng)

**Krav til avhandling, jfr. § 7.4**

Ingen spesifikke krav ut over forskriftens § 7.4.

## Beskrivelse av PhD-program i Biofysikk

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Innledning: PhD-programmet i biofysikk og medisinsk teknologi gir utdanning innen eksperimentell og teoretisk biofysikk, medisinsk fysikk og medisinsk teknologi. Faglig innhold av programmet for den enkelte PhD-kandidat kan rettes mot en rekke områder basert på forskningsaktivitetene innen biofysikk og medisinsk teknologi ved fakultetet.

#### Læringsmål:

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

#### 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; avbildningsteknikker for vev, celler og molekyler.

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

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 høgskolenivå kreves. Videre kreves minst 15 studiepoeng på universitets- eller høgskolenivå innen biologisk rettede emner.

### Krav til prosjektbeskrivelse, jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2.

### Krav til finansiering: jfr. § 5.2

Finansieringen av PhD-studiet må være klarlagt før opptak til PhD-programmet i biofysikk og medisinsk teknologi.

### Veiledning, jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2 og § 8.

### Residensplikt, jfr. § 7 (og § 2, § 4, § 5.2)

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 7.2 .

**Deltakelse i aktive forskningsmiljøer, nasjonalt og internasjonalt, jfr. § 4 og § 5.2**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 4 og § 5.2.

**Faglig formidling, jfr. § 2, § 4 og § 5.2**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 2, § 4 og § 5.2.

**Rapportering, jfr. § 9**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 9.

**Opplæringsdelen, jfr. § 7.3**

Normalt skal minimum 15 studiepoeng i opplæringsdelen av PhD-studiet være innen biofysikkemner.

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

**Krav til avhandling, jfr. § 7.4****Krav til avhandlingen**

Aktuelle tema for avhandlingen er:

- Myke materialers fysikk
- Biologiske polyelektrolyttkomplekser
- Eksperimentell kreftbehandling
- Tumorfysiologi
- Human elektrofysiologi og psykofysikk
- Biooptikk
- Fotosyntetiske systemer
- Planter 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 § 7.4.

## Beskrivelse av PhD-program i Fysikk

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

#### Innledning:

PhD-programmet i fysikk gir utdanning innen eksperimentell og teoretisk fysikk. Faglig innhold av programmet for den enkelte student kan rettes mot en rekke fysikktemaer basert på forskningsaktivitetene innen fysikk ved fakultetet.

#### Læringsmål:

PhD-programmet i fysikk skal gi PhD-studentene forskerutdanning innen eksperimentell eller teoretisk fysikk, samt bidra til å styrke kandidatenes faglige bredde innen fysikk.

#### Fagområder:

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

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

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.

Kandidater med PhD i fysikk fra NTNU bør ha skaffet seg 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 dette PhD-programmet har en best mulig fysikkfaglig bredde fra sin grunnutdanning. Konkret innebærer dette at stoffet i minst 4 av følgende emner i hovedsak må være dekket av tidligere utdanning:

TFY4240 Elektromagnetisk teori  
 TFY4205 Kvantemekanikk  
 TFY4230 Statistisk fysikk  
 TFY4185 Måleteknikk  
 TFY4190 Instrumentering  
 TFY4195 Optikk

Dersom stoffet i disse emnene ikke er dekket ved tidligere utdanning, må disse emnene være bestått i løpet av doktorgradsstudiet, fortrinnsvis i løpet av de første 3 semestrene av studiet. Disse emnene kan ikke inngå i emnedelen av PhD-studiet.

### Krav til prosjektbeskrivelse, jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2.

<b>Krav til finansiering, jfr. § 5.2</b>
Finansieringen av PhD-studiet må være klarlagt før opptak til PhD-programmet i fysikk.
<b>Veiledning, jfr. § 5.2</b>
Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2 og § 8.
<b>Residensplikt, jfr. § 7 (og § 2, § 4, § 5.2)</b>
Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 7.2
<b>Deltakelse i aktive forskningsmiljøer, nasjonalt og internasjonalt, jfr. § 4 og § 5.2</b>
Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 4 og § 5.2
<b>Faglig formidling, jfr. § 2, § 4 og § 5.2</b>
Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 2, § 4 og § 5.2
<b>Rapportering, jfr. § 9</b>
Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 9
<b>Opplæringsdelen, jfr. § 7.3</b>
<p>Normalt skal minimum 22,5 studiepoeng i opplæringsdelen av PhD-studiet være i fysikkemner.</p> <p>I sin videre yrkeskarriere vil PhD-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 PhD i fysikk fra NTNU har skaffet seg en bred fysikkbakgrunn som muliggjør senere fleksibilitet i fagfeltet. Det anbefales derfor at emnene i opplæringsdelen av PhD-studiet velges slik at PhD-kandidatene får størst mulig faglig bredde innen fysikk.</p>

<i>PhD-emner ved Institutt for fysikk:</i>				
FY8100	OVERFLATEKARAKTERIS	H08	7,5	
FY8102	ELEKTRONMIKR DIFFRAK	H08	7,5	
FY8104	SYMMETRI I FYSIKKEN	H09	7,5	
FY8105	SUPERKONDUKTIVITET	V09	7,5	
FY8200	VIDG STATISTISK FYS	V10	7,5	
FY8201	NANOPART POLYM FYS 1	H08	7,5	
FY8203	MYKE MATERIALER	V10	7,5	

FY8302	KVANTETEOR FASTE ST	H08	7,5
FY8303	KRITISKE FENOMENER	V10	7,5
FY8304	MATEM APPR FYSIKK	H08	7,5
FY8305	FUNKSJ INT METODER	H08	7,5
FY8401	STRÅLINGSVEKSELVIRK	V10	15,0
FY8402	STRÅLINGSDOSIMETRI	V11	12,0
FY8403	BIOPOLYMERGELER	V09	7,5
FY8404	STRÅLETERAPI	H08	3,8
FY8407	MAGNETISK RESONANS	H08	7,5
REFL8091	KUNNSKAP NATURVIT	H08	7,5

#### PhD-emner/Masteremner ved Institutt for fysikk:

FY8901	MÅLESENS/TRANSDUSERE	H08	7,5
FY8902	ATMOSFÆRENS FYSIKK	V09	7,5
FY8903	GRAVITASJON OG KOSMO	V09	7,5
FY8904	NUMERISK FYSIKK	V09	7,5
FY8905	MATERIALFYSIKK	H09	7,5
FY8906	BIOFYSISKE MIKROTEK	H08	7,5
FY8907	KLASSISK TRANSP TEOR	V09	7,5
FY8908	KVANTEOPTIKK	H08	7,5

## Beskrivelse av PhD-program i Kjemi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Innledning: Institutt for kjemi tilbyr PhD-program i kjemi for studenter med bakgrunn i teknologifag og realfag. Doktorgradsstudiet tar utgangspunkt i veiledernes forskningsinteresser, og det anbefales å studere innenfor deres forskningsfelt. Vanligvis blir studentenes prosjekt laget i forlengelsen av veileders forskningsfelt, etter studentenes ønsker, og eventuelt i samarbeid med andre forskningsmiljøer. Dette kan være ved NTNU, eller ved andre institusjoner og bedrifter på nasjonalt og/eller internasjonalt plan. Studenten vil bli tilknyttet en forskningsgruppe ved Institutt for kjemi.

Læringsmål: PhD-programmet i kjemi har som formål å utdanne kandidatene til å bli selvstendige forskere på internasjonalt nivå innenfor kjemi eller kjemirelaterte fagområder i samspill med nasjonale og internasjonale forskningsmiljøer, gjennom bl.a.

- en godkjent opplæringsdel
- et selvstendig forskningsarbeid
- faglig formidling, spesielt vitenskapelig publisering, men også populærvitenskapelig aktivitet, samt utarbeidelse av en PhD-avhandling

Instituttet kan tilby doktorgradsstudier innenfor fagområdene:

- Biokjemi
- Fysikalsk kjemi
- Kjemididaktikk - kjemiformidling
- Naturmiljøkjemi og analytisk kjemi

- Organisk kjemi
- Uorganisk strukturkjemi

Avhandlingen bør ligge innenfor et av disse fagområdene.

Fagmiljøet i biokjemi driver med forskning innenfor:

- Struktur og katalytisk funksjon av enzymer, med særlig vekt på metallholdige enzymer.
- Forøvrig er samarbeidsprosjekter med medisinske miljøer aktuelt.

Fagmiljøet i fysikalsk kjemi driver med forskning innenfor:

#### 1. Irreversibel termodynamikk og molekylodynamikk

Et overordnet mål med forskningsaktiviteten er å øke den fysikalsk-kjemiske kunnskapen om energiomvandlinger. De enkelte prosjekter tar sikte på eksperimentelle og teoretiske studier av modellsystemer og reelle systemer. Datamaskinsimuleringer er sentralt.

Aktiviteten fokuserer på transportprosesser i væsker og faste stoffer, heterogene system, overflater, fasegrenser, dråper, teoretisk irreversibel termodynamikk og minimalisering av entropiproduksjon. Anvendelser på reaktormodellering, brenselceller, elektrolyse, og katalyse.

To av de tre emnene KJ8208 Videregående irreversibel termodynamikk, KJ8202 Termodynamikk for hydrokarboner, eller KJ8203 Statistisk termodynamikk og regnemaskinsimuleringer er obligatorisk for opplæringsdelen innenfor dette spesialfeltet.

#### 2. Kjemometri og bioinformatikk

Matematiske og statistiske metoder brukes for å få relevant og pålitelig informasjon fra måledata. Aktiviteten fokuserer på anvendt kunstig intelligens og multivariabel modellering i kjemi og biologi/medisin:

- Multivariabel kalibrering: Robust kvantitativ hurtiganalyse av urene systemer fra ikke-selektive måleinstrumenter
- Empirisk dataanalyse: Planlegging, gjennomføring og tolking av eksperimenter i kompliserte systemer
- Multivariabel matematisk modellering: Bruk av klassisk kjemisk "hard" modellering og kjemometrisk "myk" modellering i kjemi, spesielt for industrielle anvendelser
- Metodeutvikling innenfor kunstig intelligens, matematikk og statistikk rettet mot kjemiske og biologiske/medisinske anvendelser
- Bioinformatikk: Utvikling og bruk av dataanalysemetoder for bruk innenfor funksjonell genomforskning

Emnet KJ8200 Spektroskopi og kjemometri er obligatorisk for dette spesialfeltet.

#### 3. Kvantekjemi

Et overordnet mål med forskningen innenfor dette fagområdet er å utvikle teoretiske modeller for beskrivelse av spektroskopi, katalyse, legemiddelutvikling og nanoteknologi. Aktiviteten fokuserer på:

- Elektronkorrelasjon og moderne kvantekjemiske metoder
- Molekylære elektriske og magnetiske egenskaper
- Intermolekylære vekselvirkninger

Et av emnene KJ8205 Molekylmodellering eller KJ8206 Videregående kvantekjemiske metoder er obligatorisk del av fagopplæringen innenfor dette spesialfeltet.

#### 4. Fysikalsk strukturkjemi

- Bestemmelse av molekylstruktur/konformasjon (elektrondiffraksjon/teoretiske beregninger).

- Spektroskopi (NMR-vibrasjonsspektroskopi).

Fagmiljøet i kjemididaktikk/kjemiformidling driver med forskning innenfor:

- Kjemihistorie
- Kjemi og skole (blant annet forsøksutvikling)

Fagmiljøet i Naturmiljøkjemi og analytisk kjemi driver med forskning innenfor:

- forekomst, kjemisk omsetning og biotilgjengelighet av metaller, organiske miljøgifter og andre stoffer i naturmiljøet (luft, vann, jord og næringskjede), og utvikling av analysemetoder for dette formålet
- fjernovervåking av viktige kjemiske stoffer i natur og industri (miljø- og industriovertvåking)
- forurensing, fra lokale utslipp til spredning i global skala
- kvalitetssikring av naturmiljødata og metoder for bestemmelse av kjemiske stoffer i naturen
- sporelementers rolle i medisin og biologi
- studier innenfor funksjonell materialer og overflatestudier for anvendelser i utvikling av kjemiske - sensorer blant annet basert på nanoteknologi og bioelektronikk
- sporanalytiske metoder
- marin kjemi
- arktisk miljøforskning
- studier av komplekse forbindelser

Fagmiljøet i organisk kjemi driver med forskning innenfor:

- Nye reaksjoner og metoder
- Metallkatalyse i organiske reaksjoner
- Heterosyklisk kjemi
- Totalsyntese
- Syntese av enantiomert rene finkjemikalier spesielt rettet mot legemidler
- Syntese av fluorerte bioaktive molekyler
- Syntetisk modifisering av biologisk aktive molekyler
- Selvsamlende syntese, supramolekylær syntese
- Polymerkjemi (ledende polymerer)
- Reaksjoner i membraner

Fagmiljøet i uorganisk strukturkjemi driver med forskning innenfor:

- Strukturstudier av funksjonelle materialer (eks. mikro- og mesoporøse zeotypiske materialer, nanostrukturerte materialer, og spineller). Dette er materialer som har katalytiske egenskaper og kan være viktig i industriell sammenheng.
- Strukturstudier ved bruk av metodene røntgen absorpsjonsspektroskopi og pulver røntgendiffraksjon.
- Høyenergetisk røntgenstråle (synkrotronstråle) blir brukt i røntgen absorpsjonsspektroskopi, XAS (XANES; EXAFS). Synkrotronstråle blir generert ved synkrotronanlegg, bl.a. ESRF i Frankrike (den sveitsisk-norske strålelinjen, SNBL), Max lab i Lund i Sverige.



- Konvensjonelle og synkrotronbaserte røntgenstråler i pulver røntgendiffraksjon inkludert strukturløsning ved bruk av Rietveldanalyse.

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

Kravet for opptak til PhD-studiet i kjemi er oppnådd mastergrad eller tilsvarende akademisk grad, i kjemi eller kjemirelaterte fagområder avhengig av ønsket forskningsområde for PhD-studiet.

#### Opplæringsdelen, jfr. § 7.3

En fagplan for opplæringsdelen utarbeides i samarbeid med veileder etter gjeldende regler for emnesammensetning i PhD-forskriften. Det er ikke definert obligatoriske, valgbare eller anbefalte emner for hele studieprogrammet i kjemi som sådan, men det er definert obligatoriske emner for noen av instituttets fagområder/spesialfelt, som innplasseres i fagplanen for de fagområder/spesialfelt dette angår. Se beskrivelse av fagområdene for obligatoriske emner og anbefalte fag for fagstudiet.

#### PhD-emner ved Institutt for kjemi:

KJ8021	STEREOKJEMI OG SYNT	H08	7,5
KJ8052	ELEKTR ANAL KJ ANVEN	H08	7,5
KJ8056	KJEM BIOL SENSORER	H08	7,5
KJ8070	VG AGVATISK KJEMI	H08	15,0
KJ8100	ORG MED FARM KJEMI	V09	7,5
KJ8104	ORG SYNTESE	H08	7,5
KJ8105	ORG METALLSYNTESE	H09	7,5
KJ8106	AVANSERT ORG KJEMI	V09	7,5
KJ8200	KJEMISK BILDEBEHANDL	V09	7,5
KJ8204	KVANT STRUKT-AKT REL	V09	7,5
KJ8205	MOLEKYLMODELLERING	V10	7,5
KJ8206	VIDR KVANTEKJEM MET	H08	7,5
KJ8207	MIKROMATRISSE ANALYSE	H08	7,5
KJ8208	VIDR IRREV TERMODYN	V09	7,5
RFEL80 93	NATURVIT HISTORIE	H08	10

#### PhD-emner ved Institutt for kjemi:

KJ8901	ENZYMKJEMI	V10	7,5
KJ8902	MOLEKYLMODELLERING	H08	7,5

## Beskrivelse av PhD-program i Kjemisk prosess teknologi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Innledning: PhD-programmet gir en forskerutdanning innen fagområdet kjemisk prosess teknologi (chemical engineering).

Læringsmål: PhD-utdannelsen skal gi trening i å generere og publisere ny kunnskap innen fagområdet, samt bidra til å styrke kandidatenes faglige bredde innen kjemisk prosess teknologi.

Fagområder: PhD-programmet i kjemisk prosess teknologi er knyttet til instituttets faggrupper som for tiden er:

- Katalyse og petrokjemi
- Kolloid-, overflate- og polymerkjemi
- Prosess-systemteknikk
- Reaktorteknologi
- Separasjon og miljøteknikk
- Papir- og fiberteknologi

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

For opptak kreves Master i teknologi fra institutt for kjemisk prosess teknologi eller tilsvarende utdanning på master-nivå med krav om omfang og nivå som angitt i forskriften. Dersom kandidaten har annen utdanning enn Mastergrad fra instituttet, avgjør fakultetet etter råd fra fagmiljøet og instituttets ledergruppe om utdanningen kvalifiserer for opptak, og om søkeren eventuelt må gjennomgå særskilte kurs.

### Krav til finansiering: jfr. § 5.2

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, jfr. § 4 og § 5.2

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

### Faglig formidling, jfr. § 2, § 4 og § 5.2

Arbeidet skal presenteres gjennom publikasjoner i tidsskrift med refereordning og presentasjoner på nasjonale og internasjonale møter.

**Opplæringsdelen, jfr. § 7.3**

*Opplæringsdelens hovedformål er å gi innsikt i teorier og metoder som er nødvendige for arbeidet med avhandlingen. For kandidater med annen bakgrunn enn Master fra instituttet anbefales det at emner fra listen nedenfor inngår i fagplanen med sikte på å fylle inn manglende kunnskaper.*

**Anbefalte emner:**

TKP4110	Kjemisk reaksjonsteknikk	7,5	H	
TKP4105	Separasjonsteknikk	7,5	H	
TKP4165	Prosessutforming	7,5	V	

**PhD-emner ved Institutt for kjemisk prosess teknologi:**

KP8100	VG PROSESS-SIMUL	H09	7,5
KP8102	TREKJ TREFOREDL PROS	H09	9,0
KP8104	KRYSTALLISASJON	H08/V09	9,0
KP8105	MAT MODELLTILPASSING	H09	7,5
KP8106	GASSRENSING	H09	9,0
KP8107	MEMBRANSEPARASJON VG	V09	9,0
KP8108	TERMODYNAMIKK VG	H08	9,0
KP8110	GASSRENS MED MEMBRAN	V10	9,0
KP8112	ANVENDT HET KAT	H09	6,0
KP8113	KARAKT HET KAT	H08	6,0
KP8115	VG PROSESSREGULERING	H08	7,5
KP8117	PAPIRFYSIKK OG KJEMI	V10	9,0
KP8118	VG REAKTORMODELLERING	V09	12,0
KP8119	SURF.POLYINT	H08	9,0
KP8120	FUNK.MAT	V09	9,0
KP8121	KOLLOID POLYMER VK	H08	6,0
KP8123	KOLLOIDKJ PROSESSIND	V10	9,0
KP8124	MOD KAT REAK	V10	6,0
KP8125	FRAM KAT MAT	V09	6,0

**Krav til avhandling, jfr. § 7.4**

Avhandlingen kan være i form av en monografi eller bestå av flere mindre arbeider (publikasjoner) med en utfyllende sammenfatning.

## Beskrivelse av PhD-program i Materialteknologi

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

#### Læringsmål:

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

#### Fagområder:

Emneområdet for avhandlingen vil ha tilknytning til de forsknings- og utviklingsarbeider som foregår ved instituttet, og samarbeidende nasjonale og internasjonale industrier og forskningsinstitusjoner. Vår forskningsvirksomhet har en sterk teknologisk tilknytning og kan deles inn i tre hovedområder med en betydelig aktivitet også i grensesjiktet mellom de ulike områdene:

#### **I Metallproduksjon og resirkulering**

#### **II Materialutvikling og -bruk**

#### **III Materialer for energiteknologi**

Instituttet har gode laboratoriefasiliteter og et stort internasjonalt kontaktnett. De fleste PhD-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. Vår forskningsvirksomhet er knyttet til de tre hovedprofilene, som beskrives mer detaljert nedenfor.

#### **I. Metallproduksjon og resirkulering**

- Elektrolyse i både vandige løsninger og i smelter. Hovedtyngden på dette området er knyttet til framstilling av aluminium, titan, jern og magnesium.
- Eksperimentelle og teoretiske modellstudier av elektrokjemiske system. Kvantitativ beskrivelse av elektrokjemiske prosesser innen korrosjon, elektrolyse og energiomvandling, inkludert design, skalering og optimalisering av slike prosesser.
- Resirkulering av materialer og utvikling av metallurgiske prosesser for både nye og tradisjonelle produkter
- Termodynamiske og kinetiske studier av metallurgiske systemer og reaksjoner ved høye temperaturer.
- Studier av metallurgiske smelte- og raffineringsreaktorer med hovedvekt på Al, Mg og Si.
- Utvikling av metallurgiske prosesser - herunder prosesstyring og studier av prosessmekanismer.
- Karakterisering og anvendelse av råstoffer (nye områder). Framstilling og anvendelse av nanostrukturerte materialer.

#### **II. Materialutvikling og –bruk**

Området omfatter material- og prosessutvikling for metalliske materialer (f.eks. aluminium, magnesium, stål, titan, solcellesilisium m.fl), keramer og andre ikke-metalliske materialer, samt korrosjon og overflateteknologi.

#### **IIa Metaller**

- Størknings- og støpeprosesser, for lettmetaller og for solcellesilisium, med fokus på sammenheng mellom material- og prosess-parametere og egenskaper (f. eks. støpefeil).
- Mikrostruktur, tekstur og egenskaper ved termomekanisk bearbeiding (f.eks. ekstrudering og valsing) av metaller, med hovedvekt på aluminium.
- Utvikling og bruk av avanserte karakteriseringsteknikker, f.eks i scanning- og transmisjonselektronmikroskopi for studier av struktur og kjemisk sammensetning på mikro- og nanonivå for et vidt spekter av materialer og problemområder.
- Fundamentale studier av nukleasjon- og vekstfenomener ved støping og størkning og i fast fase (rekrystallasjon, kornvekst og presipitering).
- Utvikling av nye materialer og prosesser basert på nanostrukturering; nano-/mikrostruktur – egenskapsrelasjoner og anvendelser.
- Utvikling av nye forme- og sammenføyningsprosesser; eksperimenter og numeriske simuleringer.
- Karakterisering og modellering av legeringers mekaniske egenskaper og formbarhet, herunder utvikling av teksturbaserte modeller for krystallplasticitet og implementering og bruk av disse i kontinuumsbaserte FE-modeller.

### **IIb Korrosjon og overflateteknologi**

- Termomekanisk og kjemisk prosessering for hhv utvikling av korrosjonsbestandige legeringer og korrosjonsbeskyttelse av metallkomponenter og –strukturer.
- Effekt av sporelementer på elektrokjemiske- og korrosjonsegenskaper til resirkulerte lettmetall-legeringer.
- Korrosjonskontroll og katodisk beskyttelse i sjøvann og i miljø som simulerer oljeproduksjon.
- Høytemperatur-korrosjon i tilknytning til oljeraffinering og petrokjemisk industri.

### **IIc Keramer og andre ikke-metaller**

- Sintring og utvikling av oksidiske og ikke-oksidiske keramer. Karakterisering, kompatibilitets- og stabilitetsstudier.
- Framstilling og egenskaper til nanostrukturerte materialer
- Framstilling og karakterisering av ferroelektriske- og ferroelastiske oksidkeramer
- Materialframstilling via sol-gel teknikker innen uorganiske systemer
- Glassvitenskap
- Framstilling og karakterisering av oksidbaserte katalysatorer for anvendelse i petro-kjemiske prosesser.
- Ildfaste materialer og keramiske materialer til bruk i metallurgiske prosesser.
- Karbonteknologi, utvikling av karbonmaterialer til elektrodematerialer for prosess-industrien.

### **III. Materialer for energiteknologi**

Området omfatter energiteknologi hvor materialene primært inngår funksjonelt i energikonverteringsprosessene.

- Elektrokjemisk energiteknologi inklusiv elektrokjemisk energilagring og energiomvandling med fokus på elektrokatalyse innen brenselceller, fotoelektrokjemi og vannelektrolyse.
- Solceller: fotovoltaiske og optiske materialer med vekt på Si.
- Keramisk materialvitenskap og funksjonelle materialer: Framstilling av keramiske pulver og sintring, mekaniske egenskaper til keramer, stabilitet til materialer, framstilling, utvikling og egenskaper til oksygenpermeable keramiske membraner, faststoffoksid brenselceller.
- Nanomaterialer: sol-gel teknologi, framstilling og egenskaper til nanostrukturerte materialer.
- Ferroiske materialer: ferroelastiske, ferroelektriske og multiferroiske materialer.
- Spektroskopi av komplekser og koordinasjonsforhold.

**Fagstudium**

Hovedfagets pensum tilpasses emnevalget for avhandlingen og settes sammen etter drøftelser med hovedveileder. I de fleste tilfeller vil størstedelen av pensum kunne dekkes av PhD-emner eller emner fra masterstudiets andre del. Disse skal til sammen utgjøre minst 30 studiepoeng. Normalt skal minimum 2 PhD-emner eller 15 studiepoeng velges ved eget institutt.

**Hovedfag**

Hovedfaget er Materialteknologi ("Materials Science and Engineering") med undertittel i samsvar med et av de tre hovedområder (Metallproduksjon og resirkulering, Materialutvikling og -bruk, Materialer for energiteknologi).

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

Mastergrad eller tilsvarende bakgrunn relevant for studiet.

**PhD-emner ved Institutt for materialteknologi:**

MT8100	TRANSPORTPROSESSER	09-10	12,0
MT8101	KINETIKK ELEKTRODEPR	08-09	12,0
MT8102	KORROSJON/OVERFLATE	08-09	7,5
MT8103	HALVLEDER-ELEKTROKJ	09-10	10,0
MT8104	LETTM ELEKTROLYSE 1	H09	7,5
MT8105	ELEKTROKJEM ENERGI	09-10	10,0
MT8200	VIDR KJEM METALLURGI	V09	7,5
MT8201	REDUKSJONSSMELTING	V10	7,5
MT8205	METALLMODELL SVEIS	H08	7,5
MT8206	JERN STÅL METALLURGI	V09	7,5
MT8207	ELEKTRONMIKROSKOPI	V10	7,5
MT8208	UTMATTING AV METALL	H09	7,5
MT8209	SKADEANALYSE	V09	7,5
MT8210	VG STØPERIMETALLURGI	H08	7,5
MT8213	MOD SIMUL MIKROSTRUK	H08	7,5
MT8214	VG SILISIUM – SOLCEL	V09	7,5
MT8215	DISLOK PLAST BEARB	H08	7,5
MT8216	REKRYST OG TEKSTUR	H09	7,5
MT8217	MET REAKSJONSKINETIK	H08	7,5
MT8218	AVAN MATERIALVITENSK	H08	7,5
MT8300	LETTM ELEKTROLYSE 2	V09	7,5
MT8301	KARBON MATERIALTEKN	V09	7,5
MT8305	SEMENTKJEMI	V09	7,5
MT8306	VIDEREG KER MATR VIT	V10	7,5
MT8307	MATTERM	H08	7,5
MT8308	VIDERE FASTSTOFFKJ	09-10	7,5

## Beskrivelse av PhD-program i Naturvitenskapenes didaktikk:

### Beskrivelse av programmets faglige innhold

Innledning: PhD-programmet i naturvitenskapenes didaktikk gir forskerutdanning i fagdidaktikk med basis i fysikk, kjemi, biologi, men også i relaterte fagområder slik som for eksempel teknologi eller geofag. Forskingen kan ha et eksperimentelt, empirisk eller teoretisk hovedfokus, og ta utgangspunkt i en eller flere av fagdisiplinene.

Studentens prosjekt kan defineres med utgangspunkt i forskningsvirksomhet i fagdidaktikk ved fakultetet sett under ett, eventuelt i samarbeid med andre forskningsmiljøer

Læringsmål: Utdanningen skal kvalifisere kandidaten for selvstendig forskningsarbeid innen naturvitenskapenes didaktikk på internasjonalt nivå

Fagområder: Programmet gir mulighet for forskning med ulik tilnærming, slik som klasseromsforskning, vitenskapshistoriske studiet og eksperimentell virksomhet. Forskingen kan ta utgangspunkt i ett eller flere naturvitenskapelige eller teknologiske fagfelt

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

Opptak til programmet gjøres på grunnlag av mastergrad i et naturvitenskapelig fag eller i fagdidaktikk i disse fagene

### Krav til prosjektbeskrivelse, jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2

### Krav til finansiering: jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2

### Veiledning, jfr. § 5.2

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2 og § 8.

**Residensplikt, jfr. § 7 (og § 2, § 4, § 5.2)**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 7.2 .

**Deltakelse i aktive forskningsmiljøer, nasjonalt og internasjonalt, jfr. § 4 og § 5.2**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens §§ 4 og 5.2

**Faglig formidling, jfr. § 2, § 4 og § 5.2**

. Ingen spesifikke krav utover forskriftens §§ 2, 4 og 5.2

**Rapportering, jfr. § 9**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 5.2

**Opplæringsdelen, jfr. § 7.3**

For opplæringsdelen til PhD-graden kan kandidaten velge følgende emner som tilbys ved fakultetet:

RFEL8091 Kunnskap, læring og kommunikasjon i naturvitenskap  
 RFEL8093 Episoder fra naturvitenskapenes historie  
 RFEL8095 Teknologi og teknologiundervisning - forskningsperspektiver

For øvrig velges emner fra hovedveileders institutt

**Krav til avhandling, jfr. § 7.4**

Ingen spesifikke krav utover forskriftens § 7.4

**PhD-emner:**

RFEL8091	KUNNSKAP NATURVIT	H08	7,5
RFEL8093	NATURVIT HISTORIE	H09	10
RFEK8095	TEKN FORSKN PERSPEKT	V09	7,5