

## 3.4 MASTERPROGRAM I BIOTEKNOLOGI 5-ÅRIG (MBIOT5)

**Fakultet for naturvitenskap og teknologi**  
**Institutt for biologi**  
**Institutt for bioteknologi**

### 3.4.1 INNLEDNING

Ved NTNU er det to masterprogrammer i realfag innenfor bioteknologi, et femårig og ett toårig (MSc in Biotechnology). Dette kapitlet omhandler det femårige studieprogrammet. I tillegg finnes et masterprogram i teknologi (siv.ing); Kjemi- og bioteknologi, hvor bioteknologi er en av flere studieretninger. Det sistnevnte programmet er beskrevet i studiehåndboka for sivilingeniørstudiet.

Begrepet bioteknologi brukes som betegnelse både på generell molekylærbiologisk forskning og på anvendte industrielle prosesser for fremstilling av nyttige biologiske produkter. Man kan gjerne si at i vid forstand handler bioteknologi både om naturvitenskapelig grunnforskning på molekylære biologiske systemer og industriell anvendelse av resultatene fra denne grunnforskningen.

Biotechnologien har hatt en rivende utvikling de siste årene. Særlig fordi man nå har fått en enorm kunnskap om arvematerialets oppbygning (DNA-sekvensen) hos menneske og andre pattedyr, planter, fisker, virvelløse dyr og mikroorganismer. Man har i dag dataverktøy som lagrer og analyserer enorme mengder biologiske data og som er et svært viktig verktøy for den bioteknologiske forskningen. Denne utviklingen har hatt stor betydning for fremskritt innen medisinsk diagnostikk, fremstilling av nye legemidler, planteforedling samt en bedre forståelse av biologiske systemer. Slik grunnleggende kunnskap er viktig når man skal utvikle bioteknologi for fremtiden. Det er viktig å presisere at bioteknologi er et fagfelt som er tverrfaglig av natur, der teknologi og grunnforskning møtes. Det er et forskningsområde som er sammensatt av mange selvstendige fagområder, og skal man oppnå gode resultater er samarbeid nødvendig.

### 3.4.2 LÆRINGSSMÅL

Masterutdanningen i bioteknologi gir studentene kunnskaper, analytiske ferdigheter og generell kompetanse på et avansert nivå, med sikte på jobber innen forskning, industri, konsulentvirksomhet, undervisning og offentlig forvaltning, eller med sikte på videre utdanning i et doktorgradsstudium. Bioteknologiutdanningen innen dette studieprogrammet legger vekt på grunnleggende biokjemisk og biologisk kunnskap og mindre vekt på prosesssteknologiske aspekter ved biotechnologien.

**Kunnskaper:**

Kandidaten skal ha:

God forståelse av den genetiske organiseringen av informasjon i pro- og eukaryote organismer, og grunnleggende innsikt i hvilke metoder som benyttes for å studere dette.

God kunnskap om sammenhengen mellom struktur og funksjon på organ- og organismenivå og om viktige cellebiologiske kommunikasjonsprinsipper og prosesser, og hvordan disse reguleres.

Inngående dybdekunnskap i et av spesialområdene: molekylærbiologi, biokjemi/biopolymer kjemi og systembiologi.

Gode kunnskaper om kjemisk formelspråk og termodynamikk, nomenklatur, struktur og reaktivitet av hovedklasser av organiske molekyler, samt god innsikt i kjemisk struktur og funksjon av biomolekyler, metabolisme og energiomsetning i cellen og molekylærgenetikk og biosyntese av proteiner.

Gode kunnskaper innen grunnleggende matematikk og statistikk, som inkluderer forståelse av funksjoner av en eller flere variabler, komplekse tall, matriser, lineær approksimasjon, differensiallikninger, systemer av differensiallikninger, deskriptiv statistikk, sannsynlighetsregning, estimering, hypotesetesting, multippel regresjon, variansanalyse og analyse av kategoriske data.

**Ferdigheter**

Kandidaten skal:

Bruke celle- og molekylærbiologiske metoder på grunnleggende nivå.

Beherske sentrale teknikker til isolering, rensing og karakterisering av biomolekyler.

Forstå hvordan ervervede kunnskaper kan benyttes i anvendt bioteknologi, og kunne foreslå eksperimentelle løsninger på vanlige problemstillinger i basal og anvendt forskning.

Gi skriftlig og multig presentasjon av forskningsresultater.

Benytte grunnleggende lineæralgebra, teori for differensiallikninger og funksjoner av en eller flere variable som redskap til å løse konkrete naturvitenskapelige problemer.

Anvende sannsynlighetsregning og statistisk inferens på praktiske problemstillinger ved hjelp av programvare.

Utføre grunnleggende kjemiske beregninger og enkle eksperimenter.

**Generell kompetanse:**

Kandidaten skal:

Forstå rollen til bioteknologi i samfunnet, og har bakgrunn til å vurdere etiske problemstillinger.

Ha molekylær forståelse av biologiske prosesser, samt kompetanse om kjemiens betydning for menneskenes liv og helse.

Kunne analysere relevante problemstillinger innen celle- og molekylærbiologi.

Med fokus på helse, miljø og sikkerhet (HMS) kunne håndtere kjemiske stoffer og biologisk materiale, og forstå miljømessige konsekvenser knyttet til aktiviteten.

Vurdere og forutsi teknologiske, etiske og samfunnsmessige effekter av eget arbeid/fagfelt.

Kunne arbeide selvstendig og i grupper i prosjekter som krever samarbeid på tvers av fagdisipliner.

Studieprogrammet har tre studieretninger for spesialisering på masternivå, og med sine spesifikke læringsmål for fordypning, se under hver studieretning. Studieretningene er: Molekylærbiologi, Biokjemi og biopolymerkjemi og Systembiologi.

### 3.4.3 YRKESMULIGHETER

Mastergraden i bioteknologi gir muligheter for arbeid innenfor forskning, forvaltning og næringsliv. Eksempler er nasjonal og internasjonal bioteknologisk og farmasøytisk industri i forbindelse med utvikling av terapeutiske produkter, analysemetoder og kits, samt forbedrede produkter fra jordbruk og marin sektor. Videre kan stillinger innenfor forskning ved universiteter, private forskningsinstitutter, sykehus og statlige instanser, så som Folkehelse, Veterinærinstituttet og Næringsmiddeltilsynet være mulige arbeidsplasser for bioteknologer. Det er også muligheter for arbeid i offentlig forvaltning.

### 3.4.4 STUDIERETNINGER OG HOVEDPROFILER

Det femårige masterprogrammet i bioteknologi har tre studieretninger:

Biokjemi og biopolymerkjemi

Molekylærbiologi

Systembiologi

Alle studieretningene gir en hovedprofil i bioteknologi.

### 3.4.5 VALG AV STUDIERETNINGER

I det femårige studieprogrammet i bioteknologi er de to første semestrene like for alle studentene. Fra 3. semester velges en studieretning. Fra 7. semester velges institutt og en masteroppgave som skal gi en faglig fordypning innenfor et av fagområdene i bioteknologi. Dette kan gjøres i samråd med faglærere ved Institutt for kjemi, Institutt for biologi eller Institutt for bioteknologi. Masteroppgaven og studieprogresjon i 4. og 5. studieår skal godkjennes av ansvarlig institutt.

### 3.4.6 KONTAKTINFO OM PROGRAMMET

Informasjon om det femårige studieprogrammet fås ved henvendelse til:

postmottak@nt.ntnu.no

Se også:

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

<http://www.ntnu.no/studier/mbiot5>

<http://www.ntnu.no/studier/studiehandbok>

### 3.4.7 FORKURS

Undervisningen i det første semesteret i det femårige masterprogrammet i bioteknologi bygger på kunnskaper tilsvarende Kjemi 1 og Matematikk R1 i den videregående skole. NTNU tilbyr oppfriskningskurs i kjemi før semesterstart for dem som har behov for det. Se <http://www.ntnu.no/nt/studier/forkurs/>

### 3.4.8 PERSPEKTIVEMNE

Perspektivemnet skal representere en annen studiekultur enn det det studieprogrammet studenten er tatt opp til. Oversikt over emnene som tilbys som perspektivemner finnes i studiehåndbokens kap. 1.8.2 Normalt skal perspektivemnet tas i 4. semester, men perspektivemnet kan også taes i 5. eller 6. semester hvis det passer bedre.

### 3.4.9 MASTEROPPGAVE

Det er mulig å velge masteroppgaver innenfor de tre studieretningene Molekylærbiologi, Systembiologi og Biokjemi/Biopolymerkjemi. Instituttene tilbyr veiledning av masteroppgaver innenfor hver sine områder:

#### **Institutt for biologi**

- Systembiologi, herunder bioinformatikk, mikroarray, datainnsamling og kunnskapsutvinning eller modellering av cellulære prosesser
- Molekylærbiologi hos prokaryoter, plante- og dyreceller

#### **Institutt for bioteknologi**

- Biopolymerkjemi
- Næringsmiddelkjemi
- Marin biokjemi
- Miljøbioteknologi og mikrobiell økologi
- Mikrobiologi og molekylærgenetikk
- Systembiologi

#### **Introkurs for masterstudenter**

Et felles introduksjonskurs er obligatorisk for alle mastergradsstudenter. Introkurset tas ved semesterstart 7. semester.

#### **Masteravtale**

Avtale om den delen av utdanningsplanen som gjelder arbeidet med mastergradsoppgaven må godkjennes av det institutt hvor arbeidet med mastergradsoppgaven utføres (se også kap. 1.5.4)

### **Gründerskolen**

Gründerskolen kan velges som en integrert del av masteravtalen.

### **Avsluttende mastereksamen**

De generelle vilkårene for oppmelding til avsluttende mastereksamen er beskrevet i kapittel 8.1 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.11 kjent.

De faglige kravene i studieplanen for bioteknologi må være tilfredsstillt.

#### *Institutt for bioteknologi, IBT,*

Avsluttende eksamen skal finne sted etter at masteroppgaven er innlevert.

Foruten bedømmelse av oppgaven skal kandidaten framstille seg til en muntlig prøve som består av:

a) eksaminasjon i spesialpensum (7,5 studiepoeng, BT3091). Spesialpensumet kan erstattes av et ordinært studieplanfestet emne. I så fall arrangeres eksamen i emnet i hht emnets eksamensordning, slik denne er fastlagt i emnebeskrivelsen.

b) en diskusjon av masteroppgaven.

Det gis separate karakterer for spesialpensum og masteroppgaven

For masteroppgaven gis det en karakter hvor det også tas hensyn til diskusjonen under pkt. b). Ordningen gjelder for alle studenter som har IBT som ansvarlig institutt for masteroppgaven.

#### *Institutt for biologi*

Avsluttende eksamen skal finne sted etter at masteroppgaven er innlevert.

Foruten bedømmelse av oppgaven skal kandidaten framstille seg til en muntligprøve som består av:

a) eksaminasjon i spesialpensum (7,5 studiepoeng, BI3091). Eksamen i spesialpensum kan foregå på et tidligere tidspunkt enn ved avsluttende eksamen når dette er fastlagt i mastseravtalen.

b) en diskusjon av masteroppgaven.

Det gis separate karakterer for spesialpensum og masteroppgaven

For masteroppgaven gis det en karakter hvor det også tas hensyn til diskusjonen under pkt. b). Ordningen gjelder for alle studenter som har IBI som ansvarlig institutt for masteroppgaven.

## 3.4.10

### **UTVEKSLINGSORDNING**

Det kan være mulighet for å ta deler av studiet (ett til to semestre) ved utenlandsk institusjon. Dette bør fortrinnsvis skje i løpet av de tre siste årene (3.året anbefales) men andre tidspunkt kan være mulig. Når dette skal foregå, avhenger av valgt studieretning og må avtales særskilt i hvert tilfelle, godkjennes av instituttet oppgaven tas ved og nedfelles i masteravtalen.

### 3.4.11 OPPBYGNINGEN AV STUDIET

Det femårige studieprogrammet i bioteknologi med tre studieretninger leder fram til en mastergrad i realfag. Valg av studieretning foretas på slutten av 2.semester etter en orientering som instituttene gir. Valg av institutt foretas i 6. semester.

Nedenfor er studieløpet for de tre studieretningene beskrevet. De fire siste semestrene kan organiseres annerledes etter avtale mellom student, veileder og ansvarlig institutt. Ved Institutt for bioteknologi velges masteroppgave ved utgangen av 7. semester og arbeidet med oppgaven er konsentrert i det siste året.

Obligatoriske emner er skrevet med “**fete typer**”, alternative, valgbare obligatoriske emner i “*kursiv*”, og valgbare emner med “normal skrift”. Valgbare emner velges i samråd med veileder og godkjennes av ansvarlig institutt.

#### **De to siste årene**

Valgbare grunnleggende emner (på 000- og 1000-nivå) i matematikk, fysikk, statistikk, bioteknologi, biologi, kjemi eller evt. andre fag kan ikke tas inn i de siste to årene av studiet, men kan kun tas i de tre første årene av studiet.

Det skal være emner på 3000-nivå av minimum 30 sp omfang i de to siste årene, hvorav 7,5 sp tas til avsluttende mastereksamen (fortrinnsvis BI3091 eller BT3091 avhengig av valgt institutt, men bortsett fra “-3091-ernene” kan disse emnene erstattes av andre emner på samme nivå). Etter godkjenning av fakultetet, kan inntil 22,5 sp brukes til emner på 2000-nivå som er faglig relevant i de to siste årene. Sammensetningen av emner utover de obligatoriske emnene skal skje i samarbeid med veileder og godkjennes av instituttet som masteroppgaven tas ved. De to siste årene består av 60 sp (1 år) med emner og 60 sp (1 år) med selvstendig arbeid (masteroppgaven). Fordelingen av tidsbruken - mellom arbeidet med masteroppgaven og studiet av de nødvendige emner - skal planlegges av student og veileder og nedfelles i utdanningsplanen.

#### **De tre studieretningene**

- \* Molekylærbiologi
- \* Systembiologi
- \* Biokjemi og biopolymerkjemi

er framstilt tabellarisk på de følgende sidene.

#### **Læringsmål Biokjemi og biopolymerkjemi:**

For studiet Biokjemi og biopolymerkjemi er Termodynamikk og biopolymerkjemi obligatoriske fag som gir studenten en grunnleggende forståelse av sammenheng mellom struktur og fysikalske/funksjonelle egenskaper av biologiske makromolekyler. Spesialiseringen gir følgende kunnskaper om kompetanse:

Avanserte kunnskaper om kjemisk struktur og fysikalske egenskaper, samt biologisk funksjon og teknologiske egenskaper hos viktige biopolymerer.

Behersker sentrale teknikker til isolering, rensing, strukturoppklaring og fysikalsk karakterisering av biologiske makromolekyler

Ha forståelse for teknisk anvendelse av biopolymere og av deres funksjon som biomaterialer innen forskning og industri.

### Integrert mastergrad (5-årig) Biokjemi og biopolymerkjemi

År	Semester				
5	10 vår	<b>Spesialpensum BT 3091</b>	<b>Masteroppgave (60 SP) selvstendig arbeid</b>		
	9 høst	Valgbart emne	Valgbart emne		
4	8 vår	<b>Eksperter i team</b>	Valgbart emne		
	7 høst	Valgbart emne	<b>TBT4135 Bio-polymerkjemi</b>	Valgbart emne	
3	6 vår	KJ2022 Spektroskopiske metoder i organisk kjemi	KJ2053 Kromatografi	<b>ST2304 Statistisk modellering</b>	<b>KJ1042 Grunnl. termodynamikk</b>
	5 høst	<b>TBT4145 Molekylær-genetikk</b>	Valgbart emne	<b>BI2014 Molekylærbiologi</b>	<b>ST0103 Brukerkurs i statistikk</b>
2	4 vår	<b>Perspektivemne<sup>a</sup></b>	<b>MA0002<sup>b</sup> Brukerkurs i matematikk B</b>	<b>TBT4107 Biokjemi 2</b>	<b>TBT4110 Mikrobiologi</b>
	3 høst	<b>TBT4102 Biokjemi 1</b>	<i>TDT4105 Informasjonsteknologi GK</i>	<b>BI1004 Fysiologi</b>	
1	2 vår	<b>BI1001 Celle- og molekylærbiologi</b>		<b>KJ1020 Organisk kjemi</b>	
	1 høst	<b>EXPH0004 Ex.phil for naturvitenskap og teknologi</b>	<b>MA0001<sup>b</sup> Brukerkurs i matematikk A</b>	<b>KJ1000 Generell kjemi</b>	
Emnestørrelse		7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP

- Perspektivemnet kan tas 4., 5. eller 6. semester
- Matematikkemnene MA1101 og MA1102 kan velges i stedet hvis ønskelig og kollisjoner kan unngås.

**Anbefalte emner for 5., 7. og 9. semester (høst):**

BI3016 Molekylær cellebiologi  
BI3019 System Biology: Resources Standards Tools (kun i 7. el. 9. semester)  
FI3107 Bioteknologi og etikk  
KJ2073 Analytisk kjemi GK  
KJ3022 Spektroskopiske metoder i organisk kjemi, VK  
KJ8056 Kjemiske og biologiske sensorer  
TBT4505 Bioteknologi fordypningsemne

**Anbefalte emner for 6., 8. og 10. semester (vår):**

BI2012 Cellebiologi  
BI3018 Patentering og teknologietablering (næringsutvikling)  
TBT4165 Systembiologi og biologiske netterverk  
TBT4125 Næringmiddelkjemi  
TBT4130 Miljøbioteknologi  
TKJ4175 Kjemometri GK

Emner fra andre fakultetet kan velges inn men det planlegges ikke kollisjonsfritt med de obligatoriske/anbefalte emnene i planen. For spørsmål vedrørende dette ta kontakt med DMF.

MFEL3010 Medisin for MNTI-studenter (kun i 5. semester)  
MOL3005 Immunologi  
MOL3014 Nanomedisin I: Bioanalyse og diagnostikk (kun i 7. eller 9. sem.)  
MTEK3001 Anvendt bioinformatikk og systembiologi  
MOL3015 Nanomedisin II: Behandling (kun i 8. eller 10. semester)

Doktorgradsemner kan godkjennes etter avtale med veileder og ansvarlig institutt.

**Læringsmål molekylærbiologi:**

For studieretningen Molekylærbiologi er Molekylær cellebiologi et obligatorisk fag som gir studenten en cellebiologisk fordypning med molekylær forståelse. Spesialiseringen gir følgende kunnskaper og kompetanse:

Avanserte kunnskaper om cellebiologiske mekanismer og hvordan de er regulert

Behersker sentrale teknikker for innsamling av molekylærbiologiske data, og evne til kritisk evaluering og fortolkning av slike data.

Ha forståelse for bioteknologisk anvendelse av sin kunnskap og sine ferdigheter innen forskning, industri og forvaltning.



### Integrert mastergrad (5-årig) Molekylærbiologi

År	Semester				
5	10 vår	<b>Spesialpensum BI3091 eller BT3091</b>	<b>Masteroppgave (60 SP) selvstendig arbeid</b>		
	9 høst	Valgbart emne	Valgbart emne		
4	8 vår	<b>Ekspert i team</b>	Valgbart emne		
	7 høst	<b>BI3016 Molekylær cel- lebiologi</b>	<i>BI3013<sup>3)</sup> Eksperimentell cellebiologi</i>	Valgbart emne	
3	6 vår	Valgbart emne	<b>BI2012 Cellebiologi</b>	<b>ST2304 Statistisk modellering</b>	Valgbart emne
	5 høst	<b>TBT4145 Molekylær- genetikk</b>	<b>ST0103 Brukerkurs i statistikk</b>	<b>BI2014 Molekylær- biologi</b>	<b>BI2015 Molekylær- biologi lab.</b>
2	4 vår	<b>Perspektiv- emne</b>	<b>MA0002<sup>1)</sup> Brukerkurs i matematikk B</b>	<i>TBT4107<sup>2)</sup> Biokjemi 2</i>	<b>TBT4110 Mikrobiologi</b>
	3 høst	<b>TBT4102 Biokjemi 1</b>	<i>TDT4105 Informasjons- teknologi GK</i>	<b>BI1004 Fysiologi</b>	
1	2 vår	<b>BI1001 Celle- og molekylærbiologi</b>		<b>KJ1020 Organisk kjemi</b>	
	1 høst	<b>EXPH0004 Ex.phil for natur- vitenskap og teknologi</b>	<b>MA0001<sup>1)</sup> Brukerkurs i matematikk A</b>	<b>KJ1000 Generell kjemi</b>	
Emnestørrelse		7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP

1) Matematikkemnene MA1101 og MA1102 kan velges istedet hvis ønskelig og kollisjoner kan unngås.

2) TBT4107 er obligatorisk kun for studenter som velger masteroppgave ved Institutt for bioteknologi.

3) BI3013 er obligatorisk kun for studenter som velger masteroppgave ved Institutt for biologi.

**Anbefalte emner for 7. og 9. semester (høst)**

BI3013 Eksperimentell cellebiologi (7. semester)<sup>3</sup>  
BI3019 System Biology: Resources Standards Tools (kun i 7. el. 9.sem.)  
BI2020 Zoofysiologi  
BI2021 Planteøkofysiologi  
BI2022 Plantevekst og utviklingsfysiologi  
FI3107 Bioteknologi og etikk (7. eller 9. semester)  
TBT4135 Biopolymerkjemi  
TBT4505 Bioteknologi fordypningsemne

**Anbefalte emner for 6., 8., og 10. semester (vår)**

BI2017 Genetikk og evolusjon (6. semester)  
BI3017 Biovisualisering  
BI3018 Patentering og teknologietablering (næringsutvikling) (8. el. 10 sem.)  
KJ2053 Kromatografi  
KJ1042 Grunnleggende termodynamikk m/lab (kun i 6.semester)  
TBT4107 Biokjemi 2<sup>2</sup>  
TBT4165 Systembiologi og biologiske nettverk  
TBT4130 Miljøbioteknologi

Emner fra andre fakultetet kan velges inn men det planlegges ikke kollisjonsfritt med de obligatoriske/anbefalte emnene i planen. For spørsmål vedrørende dette ta kontakt med DMF.

MOL3005 Immunologi (7. semester)  
MOL3014 Nanomedisin I: Bioanalyse og diagnostikk (kun i 7. eller 9. sem.)  
MTEK3001 Anvendt bioinformatikk og systembiologi  
MOL3015 Nanomedisin II: Behandling (kun i 8. eller 10. semester)

Doktorgradsemner kan godkjennes etter avtale med veileder og ansvarlig institutt.

**Læringsmål systembiologi**

Studieretningen Systembiologi har en rekke obligatoriske fag som skal sikre studentene en matematisk og bioinformatisk fordypning. Spesialiseringen gir følgende kunnskaper og kompetanse:

Inngående kompetanse innen lineær algebra og analyse av dynamiske systemer, samt innen matematisk og numerisk modellering av viktige cellulære prosesser, nettverk og systemer.

Beherske bioinformatiske metoder, programmeringsverktøy og programvare innen analyse av celle- og molekylærbiologiske prosesser.

Evne til å designe og analysere kvantitative og kvalitative modeller av biologiske prosesser og genetiske kretser.

### Integrert mastergrad (5-årig) Systembiologi

År	Semester				
5	10 vår	<b>Spesialpensum BI3091/ BT3091</b>	<b>Masteroppgave (60 SP) selvstendig arbeid</b>		
	9 høst	Valgbart emne	Valgbart emne		
4	8 vår	<b>Ekspert i team</b>	<b>TKP4195 Systemmodel- lering og ana- lyse i biologi</b>		
	7 høst	<b>BI3016 Molekylær cel- lebiologi</b>	<b>BI3019 System Biol- ogy: Resources Standards Tools</b>	Valgbart emne	
3	6 vår	<b>TBT4165 Systembiologi og biologiske nettverk</b>	<b>TMA4115 Matematikk 3</b>	<b>ST2304 Statistisk modellering</b>	Valgbart emne
	5 høst	<b>TBT4145 Molekylær- genetikk</b>	<b>BI2014 Molekylær- biologi</b>	<b>ST0103 Brukerkurs i statistikk</b>	Valgbart emne
2	4 vår	<b>Perspektiv- emne</b>	<b>MA0002<sup>1)</sup> Brukerkurs i matematikk B</b>	<b>TBT4107 Biokjemi 2</b>	<b>TBT4110 Mikrobiologi</b>
	3 høst	<b>TBT4102 Biokjemi 1</b>	<b>TDT4105 Informasjons- teknologi GK</b>	<b>BI1004 Fysiologi</b>	
1	2 vår	<b>BI1001 Celle- og molekylærbiologi</b>		<b>KJ1020 Organisk kjemi</b>	
	1 høst	<b>EXPH0004 Ex.phil for natur- vitenskap og teknologi</b>	<b>MA0001<sup>1)</sup> Brukerkurs i matematikk A</b>	<b>KJ1000 Generell kjemi</b>	
Emnestørrelse		7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP	7,5 SP

1) Matematikkemnene MA1101 og MA1102 kan velges istedet hvis ønskelig og kollisjoner kan unngås.

**Anbefalte emner for 7., og 9. semester (høst)**

BI3013 Eksperimentell cellebiologi  
 BI2015 Molekylærbiologi, lab.  
 BI2021 Planteøkofysiologi  
 BI2022 Plantevekst og utviklingsfysiologi  
 BI2020 Zoofysiologi  
 TPK4106 Prosessmodellering  
 TDT4136 Logikk og resonnerende systemer

**Anbefalte emner for 6., 8., og 10. semester (vår)**

BI2012 Cellebiologi  
 BI3017 Biovisualisering  
 BI3018 Patentering og teknologietablering (næringsutvikling)  
 TDT4100 Objektorientert Programmering (kun 6. semester)  
 TKT4140 Numeriske beregninger m/datalab.

Emner fra andre fakultetet kan velges inn men det planlegges ikke kollisjonsfritt med de obligatoriske/anbefalte emnene i planen. For spørsmål vedrørende dette ta kontakt med DMF.

MOL3014 Nanomedisin I: Bioanalyse og diagnostikk (kun i 7. eller 9. sem.)  
 MOL3015 Nanomedisin II: Behandling  
 MTEK3001 Anvendt bioinformatikk og systembiologi

Doktorgradsemner kan godkjennes etter avtale med veileder og ansvarlig institutt.

**Oversikt over siv.ing.-emner som inngår i masterprogrammene i bioteknologi, realfag, sortert etter nivå.**

TMA4115 Matematikk 3	Nivå	1000
TBT4102 Biokjemi 1	Nivå	2000
TBT4107 Biokjemi 2	Nivå	2000
TBT4110 Mikrobiologi	Nivå	2000
TBT4125 Næringsmiddelkjemi	Nivå	3000
TBT4130 Miljøbioteknologi	Nivå	3000
TBT4135 Biopolymerkjemi	Nivå	3000
TBT4145 Biokjemiteknikk, prosjektering	Nivå	3000
TBT4165 Systembiologi og biologiske nettverk	Nivå	3000
TBT4505 Bioteknologi, fordypningsemne	Nivå	3000
TKP4195 System modellering og analyse i bio.	Nivå	3000