

2.9 FYSIKK

Vedtatt av Lærerhøgskolens råd 21. juni 1979 med endringer sist vedtatt av Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk november 2000.

Fysikk kommer fra det greske ordet "fysis" som betyr natur. Fysikk var derfor fra begynnelsen av studier i generell naturlære. Etter hvert har faget blitt mer spesialisert, men det omfatter likevel svært mange felter, fra mikrokosmos til makrokosmos.

Fysikken har en rekke sentrale klassiske emner som behandles i studiet, som f.eks. mekanikk, elektrisitetslære, optikk, akustikk, varmelære osv. Fysikkens fronter har imidlertid blitt flyttet raskt fremover i løpet av forrige århundre, særlig gjennom utviklingen av kvanteteorien. Den preger med sine mange anvendelser store deler av den moderne fysikken, og dermed en rekke andre vitenskaper. Kvanteteorien beskrivelse av atomet er et av vitenskapshistoriens høydepunkter.

Fysikken er i dag orientert i mange retninger: I elementærpartikkel-fysikken studerer vi atomkjernens indre strukturer. I astrofysikken tilegner vi oss ny kunnskap om det universet vi lever i. I biofysikken orienterer vi oss mot biologien, og i miljøfysikken mot samfunnets miljøproblemer. Fysikken har dessuten en rekke subdisipliner som orienterer seg mot materiens hemmeligheter, mot tekniske tillempninger i anvendte fag osv.

Fysikeren er opptatt av å etablere de fundamentale naturlover. De utformes på teoretisk og ofte matematisk avansert basis. Fysikeren utvikler modeller for de systemene eller fenomenene hun/han studerer, og tester deretter forutsigelser fra modellene i kritiske eksperimenter. Slike eksperimenter kan forkaste modellen, og tvinge frem nye tanker og modeller som igjen blir testet. Denne såkalte naturvitenskapelige metode er et samspill mellom teori og eksperiment, og er et viktig trekk i fysikkvirksomheten. Metoden har i fysikken blitt utviklet og rendyrket mer enn i noen annen vitenskap. Behovet for presise og nøyaktige målinger setter også i høy grad sitt preg på moderne fysikk, og måleteknikken er innen visse fysikkgrener drevet ekstremt langt.

Samspeillet mellom teori og eksperiment er et gjennomgående trekk også i Institutt for fysikk oppbygging av studiene. Instituttet ønsker at studentene skal få både en god teoretisk bakgrunn og en evne til å løse praktiske fysikkoppgaver. Det poengteres derfor at både regneøvinger, laboratorieoppgaver og kjennskap til målemetoder, utstyr osv. er en vesentlig del av studiet. Gjennom demonstrasjonseksperimenter under forelesninger, gjennom såkalte "labforelesninger", og gjennom selvstendige praktiske oppgaver osv., håper Institutt for fysikk at studentene skal tilegne seg den naturvitenskapelige metode og bli klar over styrken i den. Instituttet vil utdanne fysikere som med gode kunnskaper og med kritisk sans kan yte sin innsats i samfunnet.

Fysikk i Trondheim

Fysikkutdanningen ved NTNU består av:

- cand.mag.-, cand.scient.- og dr.scient.-studiene
- siv.ing.- og dr.ing.-studiene

Disse studiene er organisert under Fakultet for fysikk, informatikk og mate-

matikk. Denne studieplanen gjelder cand.mag.-, cand.scient.- og dr.scient.-studiene, og informerer bl.a. om emnetilbud og studieretninger knyttet til disse studiene. Det er imidlertid også både mulig og aktuelt å inkludere emner fra siv.ing.- eller dr.ing.-studiene i en cand.mag.-, cand.scient.- eller dr.scient.-grad, slik at tilbudet av emner ved NTNU totalt sett blir større enn det som framgår av emneoversiktene i denne studieplanen.

Yrkesmuligheter

Cand.mag.- og cand.scient.-studiene kvalifiserer for mange forskjellige yrker. Tradisjonelt har knapt halvparten av våre fysikere med cand.scient.-grad gått til jobber i undervisningssektoren. De øvrige har hovedsakelig funnet arbeid innen forskning, industri og forvaltning. Fysikere med cand.scient.-grad får normalt lettere innpass på arbeidsmarkedet enn fysikere med cand.mag.-grad.

Studiegrunnlag

Studiet bygger på generell studiekompetanse fra videregående skole inklusive kunnskaper som tilsvarer høyeste nivå i matematikk (3 MX) og nest høyeste nivå i fysikk (2FY).

2.9.1 EMNEOVERSIKT

Ved siden av brukerkurset MNFFY001 som er beregnet på "ikke-fysikere", gir tabellen nedenfor en oversikt over emner på 100-nivå (grunnleggende emner), inklusive de emnene som inngår i emnegruppen, emner på 200-nivå (videregående emner) som bygger på emnegruppen, samt oversikt over avanserte emner på 300- og 400-nivå særlig innrettet mot cand.scient.- og dr.scient.-studiene. Oversikt over emner fra siv.ing.- og dr.ing.-studiene finnes i studieplanene for siv.ing.- og dr.ing.-studiene.

Kode	Tittel	Vt.	Semester
<i>Grunnleggende emner</i>			
MNFFY001*	Brukerkurs i fysikk	4	vår
MNFFY100	Generell fysikk I	3	høst
MNFFY101	Generell fysikk II	3	høst
MNFFY102	Mekanikk	4	vår
MNFFY103	Elektrisitetstlære og magnetisme	5	høst+vår
MNFFY104	Kvantefysikk og statistisk fysikk	5	høst+vår
MNFFY105	Dynamikk	5	vår
MNFFY271	Fysikk fagdidaktikk	3	høst
<i>Videregående emner</i>			
MNFFY215	Elektronikk	4	høst
MNFFY221	Energi- og miljøfysikk	4	høst
MNFFY222	Systemdynamikk	3	høst
MNFFY232	Biofysikk I	4	høst
MNFFY245	Innføring i kvantemekanikk	4	høst
MNFFY250	Astrofysikk	3	vår
<i>Avanserte emner</i>			
MNFFY306	Målesensorer/transdusere	4	høst

MNFFY308	Signalanalyse	4	vår
MNFFY310	Optikk	4	vår
MNFFY312	Faste stoffers fysikk	4	høst
MNFFY320*	Matematisk geofysikk	3	høst
MNFFY321	Atmosfærens fysikk	3	vår
MNFFY334*	Biofysikk II	4	vår
MNFFY350*	Stjernefysikk	3	høst
MNFFY351*	Kosmologi og exobiologi	4	høst
MNFFY352*	Kosmologi og astro-partikkelfysikk	4	høst
MNFFY362	Subatomær fysikk	3	vår
MNFFY363*	Partikkelfysikk	4	høst
MNFFY364	Relativistisk kvantemekanikk	3	høst
MNFFY370	Lys, syn, farge	3	vår
MNFFY450*	Kompakte stjerner	4	vår
MNFFY464*	Kvantefeltteori	4	vår
MNFFY466*	Kvanteflavour- og kvantekromodynamikk	4	vår
MNFFY467*	Kvanteoptikk	4	høst
MNFFYXn*	Aktuelle fysiske emner	Inntil 4	

Emner merket med stjerne (*) undervises bare dersom det er påmeldt et tilstrekkelig antall studenter, og dersom instituttet har tilstrekkelig undervisningskapasitet.

Ved siden av emnene ovenfor er det adgang til å ta emner under siv.ing.-studiet (se kapittel 2.9.8 som gir anbefalte emnekombinasjoner for de forskjellige studieretningene). Oppmelding til emner fra siv.ing.-studiet kan være vanskelig via terminal. Den bør derfor skje ved utfylling av egne skjema for henholdsvis fagpåmelding og eksamensmelding. En gjør oppmerksom på at det er studentekspedisjonene som har disse skjemaene.

Overgangsordning

Studieplanen for 1999/2000 inneholder endel emner som nå er nedlagt. Etter gjeldende bestemmelser (se §17 i forskrift om eksamen ved NTNU, kapittel 8.3) gis det adgang til eksamen i disse emnene i minst ett år etter at emnene har opphørt.

2.9.2 CAND.MAG.-STUDIET

Studentene står i prinsippet fritt med hensyn til hvordan de vil legge opp studiet, både når det gjelder fagsammensetning, rekkefølge og omfang av emner innen hvert av fagene. I praksis vil de likevel være bundet av at de fleste fysikkemner bygger på mer grunnleggende emner i fysikk. Dessuten krever de fleste emnene ulike forkunnskaper i matematikk, som er et helt nødvendig støt-tefag i fysikkstudiet. Anbefalte og evt. obligatoriske forkunnskaper er spesifisert i emnebeskrivelsene.

For studenter som tar sikte på en grad med hovedvekt i fysikk vil vi av hensyn til progresjonen i studiet anbefale et programmert opplegg for de to første studieårene. Hovedvekten kan med fordel legges på matematikk det første året og fysikk i det andre, slik at det blir plass til emnegrupper i begge fagene (se kapittel 2.9.4).

Etter de to første årene står studentene friere både med hensyn til valg av videregående fysikkemner og støtteemner i andre fag. Når det gjelder fysikkemner kan alle slike inngå i en cand.mag.-grad, både de som finnes i emne-oversikten i kapittel 2.9.1 og emner fra siv.ing.-studiet. Valgfriheten innenfor en cand.mag.-grad er derfor stor.

En student som tar sikte på å studere fram til en cand.scient.- og evt. en dr.scient.-grad bør planlegge innholdet i cand.mag.-studiet nokså nøye. Grunnen er at cand.scient.-studiet har forskjellige studieretninger som hver for seg krever spesielle forkunnskaper. Forkunnskapene, som man må skaffe seg i løpet av cand.mag.-studiet, omfatter bl.a. en godkjent emnegruppe i fysikk og den såkalte studieretningsblokken (S-blokken) på 10 vekttall innenfor videregående emner i fysikk. Valget av emner i S-blokken og av eventuelle støtteemner bør foretas i samråd med undervisningsleder eller aktuelle veiledere ved instituttet, og på et så tidlig tidspunkt at man kan begynne å ta emnene straks man er ferdig med emnegruppen i fysikk. De faglige forkunnskapene for hver studieretning i hovedfagsstudiet går fram av kapittel 2.9.8.

2.9.3 EMNEGRUPPE

Emnene MNFFY100, MNFFY101, MNFFY102, MNFFY103 og MNFFY104 utgjør samlet en godkjent emnegruppe (20-gruppe) i fysikk. Emnet MNFFY105 kan inngå i stedet for MNFFY102. I spesielle tilfeller, bla. i forbindelse med innpassing av ekstern utdanning, kan en søke om å få annen utdanning godkjent som tilsvarende en emnegruppe.

2.9.4 ANBEFALT OPPLEGG FOR DE 2 FØRSTE STUDIEÅRENE

Studenter som tar sikte på fysikkstudier ut over emnegruppen anbefales følgende opplegg i starten av studiet (emner i kursiv undervises over to semestre):

1 H	MNFFY100	MNFMA100	<i>MNFMA108</i>		10 vt.
2 V	MNFFY102	MNFMA109	<i>MNF MA108</i>		11 vt.
3 H	MNFFY101	<i>MNFFY103</i>	<i>MNFFY104</i>	xx)	10/11 vt.
4 V	MNFST101	<i>MNFFY103</i>	<i>MNFFY104</i>		11 vt.
5 H					
6 V	Andre fag og videregående emner i fysikk				
7 H					
8 V					
9 H	Hovedfagsoppgave og 10 vt. avanserte emner				
10 V					
xx)	ett av emnene MNFMA213/MNFIT111				

Det er en fordel å ta MNFFY100 og MNFFY102 det første året, fordi noen av temaene som behandles i disse emnene er en innledning til resten av emnegruppen. En nødløsning for studenter som ikke kan ta MNFFY100 den første høsten, vil være å starte med MNFFY102 i vårsemesteret og ta MNFFY100 i påfølgende høstsemester sammen med resten av emnegruppen.

Det anbefalte opplegget legger vekt på mye matematikk det første året

(14 vekttall mot 6 vekttall i fysikk), og på hoveddelen av emnegruppen i fysikk i det andre året. Dette er gunstig for å oppnå de nødvendige forkunnskapene i matematikk før hvert enkelt av fysikkemnene. Merk ellers at de 22 vekttallene i matematikk og statistikk i det anbefalte opplegget tilfredsstillere kravene til en godkjent emnegruppe i matematikk (MNFMA100, MNFMA108, MNFMA109, MNFMA213 og MNFST101). MNFMA213 er anbefalt for de fleste studieretningene i fysikk. For studenter som ikke ønsker å ta MNFMA213 vil det f.eks. være plass til MNFIT111 eller andre emner.

Studenter som ønsker å kombinere en emnegruppe i fysikk med videregående studier i matematikk, og som foretrekker et sterkere innslag av matematikk i 2. studieår, kan oppnå dette ved å skyve MNFFY104 ut i et senere studieår (se studieplanen for matematikk).

Merk at informatikk også er et viktig støttefag i fysikkstudiet. Vi vil imidlertid anbefale at matematikken prioriteres de to første studieårene, i samsvar med anbefalingen ovenfor.

2.9.5 ANBEFALTE EMNER FOR UNDERVISNING I SKOLEN

Fysikk studieretningsfag, videregående skole:

En godkjent emnegruppe i fysikk er et minimum. I tillegg anbefales MNFFY271, og minst ett av emnene MNFFY221, MNFFY232, MNFFY245, MNFFY250 eller MNFFY362.

Naturfag, ungdomstrinnet og videregående skole:

Et minimum er emnene MNFFY100 og MNFFY101, sammen med minst ett av emnene MNFFY102, MNFFY103 eller MNFFY104. Institutt for fysikk anbefaler imidlertid at en tar hele emnegruppen i fysikk, og supplerer med emnet MNFFY271. I tillegg kommer de nødvendige grunnemnene i biologi og kjemi.

Program for lærerutdanning i realfag (PLUR):

Det finnes et eget studieopplegg som tar sikte på å utdanne realfaglærere i videregående skole. Studieopplegget har fått navnet Program for lærerutdanning i realfag (PLUR), og utnytter NTNU's spesielle teknologiske og naturvitenskapelige ressurser for å utdanne realfaglærere.

PLUR, som formelt er en studieretning under cand.scient.-studiet, leder frem til cand.scient.-graden, med en normert studietid på 5,5 år når den praktisk-pedagogiske utdanningen er medregnet. Programmet skal gi kandidatene kompetanse i minst to realfaglige skolefag. Det vil være mulig å få kompetanse i et tredje skolefag, enten ved å utvide studietiden til ca. 6 år, eller ved å intensivere studiet noe i forhold til normert studieprogresjon (10 vt. pr. semester).

Studenter som er tatt opp til PLUR får automatisk opptak til PPU med anledning til å gjennomføre PPU1-studiet over flere semestre. PLUR-studentene får praksis i skolen i forbindelse med gjennomføring av fagdidaktikkemnene.

Forøvrig avviker studieopplegget under PLUR fra det ordinære undervisningsopplegget på flere punkter. Siden programmet skal gi en profesjonsrettet utdanning ligger det en sterkere styring av emnevalg og studieprogresjon enn

det man kjenner til fra det vanlige studieopplegget under de allmennvitenskapelige studiene. Sentrale elementer i PLUR er:

- Etablering av klassefølelse for hvert kull.
- Egne veiledere og sosiale opplegg ved siden av studiet.
- Prosjektarbeid i grupper knyttet til spesielle kurs, og frie prosjekter hvor studenter samarbeider om målsetning og arbeidsmåte.
- Bruk av relevante dataverktøy.
- Muligheter for prosjektarbeid og samarbeid med andre studenter i hovedfagsoppgaven.

Ytterligere detaljer om grunnstudiet i PLUR og det faglige grunnlaget for opptak til hovedfagsstudiet er beskrevet i kapittel 2.9.8. og 2.13.6.

2.9.6 VIDEREUTDANNING FOR INGENIØRER.

For studenter som har gjennomført 3-årig ingeniørutdanning på et fysikkrelatert område er det utarbeidet egne forslag til videreutdanning fram mot en cand.scient.-grad i eksperimentalfysikk eller TOS-målefysikk (se pkt. B, C og E i beskrivelsen av studieretninger nedenfor, og beskrivelsen av Teknologisk orienterte studier i kapittel 2.15)

Det er også mulig å søke om opptak til hovedfagsstudiet og innpassing etter 2-årig ingeniørutdanning. Nærmere opplysninger om disse mulighetene kan fås ved henvendelse til Institutt for fysikk eller til Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk. Informasjon om innpassing finnes i kapittel 1.9.

2.9.7 CAND.SCIENT.-STUDIET

Den generelle beskrivelsen av cand.scient.-studiet (hovedfagsstudiet) er beskrevet i kapittel 1.3 med underkapitler, og forutsettes kjent.

I hovedfagspensum skal valg av emner og spesialpensum godkjennes av Institutt for fysikk. Det kan også forlanges deltakelse i spesielle kurs, kollokvier eller forelesninger. Også 200-emner kan være aktuelle som en del av hovedfagspensum. Det samme gjelder emner ved siv.ing.- og dr.ing.-studiene.

Faglige forutsetninger for cand.scient.-studiet

Hovedfagsstudiet i fysikk bygger på en emnegruppe (20 vekttall) og en studieretningsblokk (10 vekttall) innenfor fagområdet. Valget av emner i S-blokken bør foretas i samråd med aktuell(e) veileder(e) raskest mulig etter at emnegruppen er avsluttet. Det samme gjelder støtteemner i andre fag og emnene som skal inngå i hovedfagspensum.

Det bør legges vekt på at emnene i S-blokken er tilpasset fagområdet for hovedfagsoppgaven, og at de oppfyller kravene til forkunnskaper for de enkelte studieretningene. Forkunnskapskravene for de enkelte studieretningene er delvis beskrevet i kapittel 2.9.8. Et anbefalt opplegg for starten av studiet er beskrevet i kapittel 2.9.4.

Inntil 3 vekttall i S-blokken kan tas i støtteemner som f.eks. informatikk

dersom instituttet finner det ønskelig pga. hovedfagsoppgavens tverrfaglige karakter. Dette gjelder støtteemner utenom emnene i matematikk og informatikk som naturlig inngår i grunnlaget for enhver hovedfagsoppgave i fysikk.

Opptak

De generelle reglene for opptak til cand.scient.-studiet er beskrevet i kapittel 1.5.3 og forutsettes kjent. Godkjent emnegruppe og S-blokk inngår alltid i forkunnskapskravene. I tillegg kan det for enkelte studieretninger inngå krav om spesielle støtteemner (se kapittel 2.9.8).

NB! Studenter som har ekstern utdanning må søke fakultetet om å få innpasset denne i god tid før søknadsfristen (se kapittel 1.9).

Hovedfagseksamen

De generelle vilkårene for oppmelding til avsluttende hovedfagseksamen er beskrevet i kapittel 1.8 og forutsettes kjent. For studenter som har ekstern utdanning forutsettes i tillegg innholdet i kapittel 1.9 kjent.

Før den avsluttende eksamen kan avvikles skal studenten ha levert inn en skriftlig framstilling av hovedfagsarbeidet. Den skriftlige framstillingen skal være utformet på en måte som klart viser at fagstoffet er behandlet etter vitenskapelige metoder.

Eksamen i spesialpensum, eller i minst ett av emnene dersom spesialpensum ikke foreligger, skal avlegges etter at hovedfagsoppgaven er innlevert. Spesialpensum skal være på minst 2 vektall. Eksamen skal være muntlig og avholdes i forbindelse med sensur av hovedfagsoppgaven. I tilknytning til denne eksamen skal også innholdet i hovedfagsoppgaven diskuteres med kandidaten.

Før karakteren blir fastsatt skal hovedfagsoppgaven diskuteres med kandidaten. Det gis separate karakterer for hovedoppgaven og den muntlige eksamen i spesialpensumet.

2.9.8 STUDIERETNINGER OG FORBEREDELSE TIL HOVEDFAGSSTUDIET

Institutt for fysikk kan tilby hovedfagsoppgaver på følgende områder:

- biofysikk
- energi- og miljøfysikk
- partikkelfysikk
- matematisk geofysikk
- astrofysikk
- undervisningsrettet fysikk.
- teknologisk orientert studium i målefysikk **)
- teknologisk orientert studium i miljøfysikk **)

**) Se pkt. F nedenfor, samt egen beskrivelse i kapittel 2.15.

Hovedfagsoppgaver kan også utføres under veiledning av forskere knyttet til andre institusjoner som instituttet samarbeider med. Tverrfaglige hovedfagsoppgaver f.eks. på områdene fysikk-biologi, fysikk-matematikk og fysikk-

kjemi er også mulige.

Et hovedfagsstudium i fysikk krever gode kunnskaper i matematikk, statistikk, og ofte også i informatikk. Generelt, og som et absolutt minimum, anbefales emnene MNFMA100, MNFMA108, MNFMA109, MNFST101 og MNFIT111. Flere aktuelle emner anbefales under punktene A-F nedenfor, hvor det skisseres opplegg for de mest sentrale studieveiene fram til hovedfagsstudier på de enkelte studieretningene.

Institutt for fysikk kan også veilede oppgaver basert på andre opplegg enn de som er nevnt ovenfor. Den enkelte student bør derfor tidlig i grunntudiet ta kontakt med instituttet for å få råd om hvordan studiet bør bygges opp. Oppgave, veileder og forkunnskaper (S-blokk) skal i hvert enkelt tilfelle godkjennes av Institutt for fysikk.

A. Astrofysikk

Generelt for disse studieretningene anbefales emnene MNFMA213, SIF4060 Elektromagnetisk teori, MNFFY245, MNFFY362 og SIF4056 Statistisk fysikk. Emnene SIF4045 Kvantemekanikk, SIO1049 Klassisk mekanikk og MNFFY363 kan også være aktuelle.

En oppgave i astrofysikk kan omfatte spørsmål knyttet til kompakte stjerners fysikk, dvs. til hvite dverger eller nøytronstjerners indre struktur, eller emisjonsmekanismen for pulsarer. Svarte hull, gravitasjonsproblemer og kosmologiske problemer er også aktuelle problemstillinger. Oppgaven forutsetter spesielt kunnskaper tilsvarende emnet MNFFY250 og MNFFY350.

Det tilbys også oppgaver i kvantemekanisk mangepartikkelteori som kan omfatte spørsmål knyttet til "kvante-væsker" og "kvante-krystaller", f.eks. elektrongass og fast og flytende hydrogen og helium. Oppgaver knyttet til spørsmål omkring "kjernematerie" og "nøytronmaterie" kan også være aktuelle. Oppgavene forutsetter spesielt kunnskaper tilsvarende emnene MNFFY450.

B. Biofysikk

Generelt for denne studieretningen anbefales emnet MNFFY232. Avhengig av hovedfagsoppgavens art kan det også være aktuelt med MNFFY306, emner innen målefysikk, videregående emner i biofysikk samt informatikk.

Virksomheten i biofysikk er rettet mot fundamentale prosesser på molekyl- og organismenivå. Nødvendige forkunnskaper beror derfor på oppgavens detaljerte innhold. Aktuelle hovedfagsoppgaver kan grovt inndeles i områdene fotobiofysikk, biofysiske systemanalyser og transportprosesser.

Fotobiofysikk omfatter lysinduserte reaksjoner i biologiske eller fysiske/kjemiske systemer. Oppgaver kan være sentrert om spektroskopiske undersøkelser av biofysisk viktige molekylers forekomst, egenskaper og reaksjoner, herunder unimolekylære reaksjoner (fluorescens, fosforescens, etc.) og bimolekylære reaksjoner (energi- transport, etc.). Det kan tilbys alt fra oppgaver i målefysikk til oppgaver i cellebiofysiske studier. Undersøkelser med utstyr for måling av elektron- og kjernemagnetisk resonans både på cellenivå og molekylært nivå er også aktuelle.

Biofysiske systemanalyser omfatter undersøkelser av reguleringssystemer på organismenivå, f.eks. balansesystemer, oscillative biologiske prosesser (spesielt døgnrytmiske) og vanntransport i celler/organismer. Oppgavene på dette området kan spenne fra måletekniske oppgaver til simulering- og

modellstudier.

Transportprosesser omfatter oppgaver knyttet til lystransport gjennom spredende og absorberende medier og til diffusjonskontrollerte bimolekylære reaksjoner i oppløsninger.

C. Energi- og miljøfysikk

Anbefalte emner i S-blokken er MNFFY221, SIF4035 Måleteknikk 1 og SIF4037 Måleteknikk 2. Hovedfagsstudiet krever dessuten kunnskaper i informatikk tilsvarende MNFIT111 som et minimum. I tillegg anbefales MNFIT112. I matematikk anbefales videre emnet MNFMA213. Se også studieplanen for Teknologisk orientert studium i miljøfysikk i kapittel 2.15. Aktuelle hovedfagsoppgaver kan grovt inndeles i områdene bølger, sol- og vindenergi og fysiske prosesser i atmosfæren.

Bølger omfatter bruk av fluidmekanisk teori for å studere akustiske og seismiske signaler. Det kreves spesielt kunnskaper i fluidmekanikk tilsvarende SIO1009 som et minimum, samt gode kunnskaper i matematikk og dataprogrammering.

Sol- og vindenergi og fysiske prosesser i atmosfæren omfatter studier av solstråling, vind og de fysiske forhold i atmosfæren som bestemmer tilgjengelig energi, systemer for å utnytte sol- og vindenergi, samt prosesser og fenomener som påvirker jordas varmebalanse - f.eks. aerosoler, etc.

I eksperimentelle oppgaver står innsamling og behandling av måledata ved datastyrt systemer sentralt. Derfor bør emnene SIF4035 Måleteknikk 1, SIF4037 Måleteknikk 2 og MNFFY306 være med. Emnet MNFFY308 anbefales også.

Teoretiske oppgaver kan f.eks. omfatte utvikling og undersøkelse av matematiske modeller for noen av de nevnte fenomenene. Dette krever gode kunnskaper i matematikk, og emnet SIO1009 Fluidmekanikk er anbefalt.

D. Matematisk geofysikk

Det tilbys oppgaver innen akustisk og elastisk bølge teori, og i anvendelse av teorien i seismikken. Anbefalte emner i S-blokken er SIO1009, MNFMA213, og MNFFY245. Anbefalte hovedfagsemner er MNFFY320, MNFMA214 og SIF4045.

E. Partikkelfysikk

Et hovedfagsstudium i teoretisk elementærpertikkelfysikk bør bygge på kunnskaper tilsvarende emnene MNFFY245, SIF4045 Kvantemekanikk, MNFFY362, MNFFY363, MNFFY364, MNFFY464 og MNFMA213. Andre emner som kan være aktuelle er SIF4060 Elektromagnetisk teori, SIO1049 Klassisk mekanikk, SIF4056 Statistisk fysikk, MNFMA214 og MNFIT112.

I partikkelfysikk er det aktuelt med oppgaver innen kvanteelektrodynamikk, elektrosvake vekselvirkninger og kvantekromodynamikk - teorier som forsøker å beskrive egenskaper til, og vekselvirkninger mellom, de mest elementære byggsteinene en hittil kjenner i naturen (elektroner, fotoner, kvarker, gluoner, etc.).

F. Teknologisk orientert studium i målefysikk

Aktuelle hovedfagsoppgaver under denne studieretningen vil normalt være knyttet til instituttets eksperimentelle forskningsvirksomhet innenfor biofysikk og energi- og miljøfysikk. Det legges særlig vekt på bruk av avansert måle-fysikk og datateknikk jfr. pkt. B og C ovenfor. Se ellers egen beskrivelse av dette studiet under Teknologisk orienterte studier, kapittel 2.15.

G. Undervisningsrettet fysikk

Denne studieretningen er aktuell for kandidater som tar sikte på undervisningsarbeid eller kunnskapsformidling i skolen, bedrifter eller organisasjoner.

En hovedfagsoppgave i undervisningsrettet fysikk bygger bl.a. på praktisk-pedagogisk utdanning, som må være gjennomført før arbeidet med oppgaven påbegynnes. Dette forlenger ikke den samlede normerte studietiden på 10 semestre for cand.mag.- og cand.scient.-studiet.

Hovedfagsoppgaven vil omfatte spørsmål av fagdidaktisk og pedagogisk karakter, f.eks. for å utvikle lærestoff til bruk i fysikkundervisningen i videregående skole eller andre undervisningssituasjoner. Aktuelle områder kan være datastøttet læring eller samarbeidslæring.

2.9.9 DR.SCIENT.-STUDIET

Dr.gradsstudium på grunnlag av cand.scient.-graden

Dr.gradsstudiet bygger på cand.scient.- graden i fysikk eller annen utdanning som Forskningsutvalget godkjenner som likeverdig med denne. Studiets varighet er normert til 3 år, og det omfatter tre deler :

- En opplæringsdel sammensatt av pensumemner tilsvarende min. 18 vekttall, maks. 22 vekttall, hvorav min. 10 vekttall må være studieplanfestede emner med eksamen.
- En avhandling tilsvarende 2 års arbeid.
- En prøveforelesning tilsvarende 2 vekttall (inngår i de 22 vekttall).

Flere opplysninger om dr.scient.-studiet samt reglementet for dr.scient.-graden finnes i Forskningsutvalgets brosjyre som kan fås ved Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk.

Opplegget for både forskningsprosjektet og opplæringsdelen i dr.scient.-studiet utarbeides av studenten i samarbeid med veileder, og skal i hvert tilfelle behandles av instituttet og godkjennes av fakultetet.

Opptak til dr.scient.-studiet

Studenter som ønsker å ta dr.scient.-graden i fysikk må søke fakultetet om opptak til dr.gradsstudiet før studiet kan påbegynnes. Søknaden fremmes via Institutt for fysikk. I forbindelse med søknaden skal studenten i samarbeid med hovedveilederen ved Institutt for fysikk legge fram en samlet plan for studiet, både med hensyn til innhold og progresjon i studiet.

Institutt for fysikk kan avhengig av kapasitet tilby oppgaver innenfor de forskningsområdene som er nevnt under avsnittet om studieretninger for cand.scient.-studiet. Forskningsprosjektet kan også utføres under veiledning av forskere knyttet til andre institusjoner som instituttet samarbeider med. Nærmere opplysninger finnes på <http://www.fim.ntnu.no/Dr.gradsstudier/>

Eksamen

Det gis en karakter for hvert av emnene som inngår i dr.gradsstudiets opplæringsdel. Karakteren må være B eller bedre. Eksamen i spesialpensum er normalt muntlig og karakteren er bestått/ikke bestått. Det gis en samlet karakter for avhandlingen og forsvaret av den under disputasen. Karakteren gis som bestått/ikke bestått. Bestått tilsvarende i disse tilfellene karakteren B eller bedre.

2.9.10 EMNEBESKRIVELSER

Innholdet i kapittel 1.5.2 om fagpåmelding og opptak til emner, og kapittel 1.8 om eksamen og eksamensmelding forutsettes kjent. Henvisninger til informasjon om faglig overlapp mellom gamle og nye emner finnes i kapittel 1.9.3.

Eksamen i et emne arrangeres ordinært ved slutten av kursets siste undervisningssemester. Et fåtall emner undervises over to semestre. Instituttet kan i helt spesielle tilfeller avvike fra den oppgitte eksamensformen.

Emnene fra og med MNFFY221 bygger på forkunnskaper tilsvarende 20-gruppen i fysikk. Anbefalte forkunnskaper er ellers angitt under hver emnebeskrivelse.

Ved overgangen til nytt studentdatasystem (FS) i 1997 har NTNU tatt i bruk nye emnekoder. De nye kodene for fysikkemnene under de allmennvitenskapelige studiene består av prefikset MNF etterfulgt av tegnene FY og det gamle tre-sifrede emnenummeret. Eksempel: gammel kode F 001 er endret til MNFFY001.

MNFFY001* Brukerkurs i fysikk, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
 Forelesning: 4 timer pr. uke.
 Regneøving: 1 time pr. uke.
 Laboratorium: 4 oppgaver.
 Eksamenskrav: Godkjente lab.øvinger.
 75% av regneøvinger inlevert og godkjent.
 Eksamen: 6 timer skriftlig.

Emnet gir en generell orientering i fysikk og fysikkens forskjellige delområder, og det er beregnet på biologer, kjemikere og andre som ikke har spesiell fysikkbakgrunn. Det legges vekt på å gi en fysisk bakgrunn for forståelse av f.eks. biologiske, kjemiske og andre fenomener. Det blir videre gitt en innføring i virkemåte og bruk av generell fysisk apparatur.

Emnet kan ikke inngå som del av emnegruppen i fysikk. Emnet overlapper faglig med andre fysikkemner, og vil i eventuell kombinasjon med slike utløse vekttallsreduksjoner.

MNFFY100 Generell fysikk I, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
 Forelesning: 3 timer pr. uke.
 Regneøving: 2 timer pr. uke.
 Eksamenskrav: 75% av regneøvingene må være innlevert og godkjent.
 Eksamen: 6 timer skriftlig.

Emnet gir en generell innføring i mekanikk, varmelære og optikk, med hovedvekt på Newtons lover, bevarelseslovene for energi og impuls, kinetisk gass-teori, varmelærens 1. og 2. hovedsetning samt elementær geometrisk optikk.

Studenter som ønsker å ta en kombinasjon av fysikk og matematikk anbefales å ta MNFFY100 samtidig med MNFMA100 og MNFMA108 i 1. semester.

MNFFY101 Generell fysikk II, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).

Forelesning: 3 timer pr. uke.

Regneøving: 2 timer pr. uke.

Eksamenskrav: 75% av regneøvingene må være innlevert og godkjent.

Eksamen: 6 timer skriftlig.

Forelesninger felles med SIF 4014.

Emnet tar for seg bølger, interferens og diffraksjon, som anvendes bl.a. på lyd-bølger, bølgeoptikk og materiebølger og leder fram til en elementær innføring i kvantefysikk.

For studenter som ønsker å ta en kombinasjon av fysikk og matematikk anbefales emnet tatt i 3. semester, samtidig med resten av emnegruppen (MNFFY103 og MNFFY104).

MNFFY102 Mekanikk, 4 vekttall, og MNFFY105 Dynamikk, 5 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).

Forelesning: 4 timer pr. uke.

Regneøving: 2 timer pr. uke.

Laboratorium: Ca. 30 timer (inkl. rapporter og lab. forel.).

Eksamenskrav: Laboratorieøvingene må være utført og godkjent, og 75% av regneøvingene må være innlevert og godkjent.

Eksamen: 6 timer skriftlig.

Forelesninger felles med SIF 4010.

Emnene gir en videre innføring i mekanikk, med anvendelser av Newtons lover og bevarelseslovene for energi, impuls og dreieimpuls på bl.a. elementær partikkeldynamikk og stive legemers bevegelse. Emnene omhandler også bevegelse i ikke-intertiale koordinatsystem og grunnelementene i Einsteins spesielle relativitetsteori. Videre behandles frie og tvungne svingninger, gravitasjon, samt elementær statikk, fasthetslære og hydrodynamikk.

Emnet bygger på deler av MNFFY100. En vil derfor anbefale at dette emnet tas på forhånd. Det forutsettes dessuten kunnskaper om differensial- og integralregning, vektoralgebra og elementære differensialligninger. Dette vil stort sett være dekket av emnene MNFMA100 og MNFMA108, men det er også en fordel om man tar MNFMA109.

Undervisningen (og eksamen) i de to emnene MNFFY102 og MNFFY105 er felles, men for å ta MNFFY105 kreves det i tillegg at en gjennomfører en prosjektoppgave.

MNFFY103 Elektrisitet og magnetisme, 5 vekttall

Varighet: 2 semestre (høst og vår).

Forelesning: 3 timer pr. uke (høst), 2 timer pr. uke (vår).

Regneøving:	1 time pr. uke.
Laboratorium:	Ca. 90 timer (inkl. rapporter og lab.forel.)
Eksamenskrav:	75% av lab.øvingene må være godkjent
Eksamen:	6 timer skriftlig.

Emnet gir en innføring i elektrostatikk, magnetostatikk og likestrøm. Videre behandles induksjon, vekselstrøm, partikkelbevegelse i elektriske og magnetiske felt, Maxwells ligninger og elektromagnetiske bølger. Dessuten gir emnet en innføring i virkemåten av halvlederdioder og transistorer.

Det forutsettes kunnskaper om differensial- og integralregning, vektoralgebra, elementære differensialligninger, komplekse tall og funksjoner av flere variable. Dette vil stort sett være dekket av emnene MNFMA100, MNFMA108 og MNFMA109.

MNFFY104 Kvantefysikk og statistisk fysikk, 5 vekttall

Varighet:	2 semestre (høst og vår).
Forelesning:	3 timer pr. uke.
Regneøving:	1 time pr. uke.
Laboratorium:	Ca. 30 timer (inkl. rapporter og lab.forel.)
Eksamenskrav:	Laboratorieøvingene må være utført og godkjent, og 75% av regneøvelsene må være innlevert og godkjent.
Eksamen:	6 timer skriftlig.

Emnet gir en elementær innføring i kvantefysikk. Temaer som behandles er kvantefysikkens eksperimentelle grunnlag, Schrödinger-ligningen med enkle anvendelser på atomer, molekyler og spektra. Det gis også en innføring i statistisk fysikk.

Emnet bygger på deler av MNFFY100 og MNFFY101. En vil derfor anbefale at disse emnene tas før MNFFY104. Det bygger også på deler av MNFFY102 og MNFFY103. Normalt vil en derfor ikke anbefale at MNFFY104 tas før disse emnene. Det forutsettes dessuten forkunnskaper i matematikk tilsvarende som for MNFFY103. Det vil i tillegg være en fordel med MNFMA213, som kan tas parallelt med MNFFY104 i høstsemesteret.

MNFFY215 Elektronikk, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesning:	4 timer pr. uke.
Laboratorium:	4 timer pr. uke.
Eksamensform:	Laboratorieøvingene må være utført og godkjent.

Emnet gir en generell innføring i moderne elektronikk med stor vekt på praktisk laboratoriearbeid. Enkle passive kretser, dioden, transistoren mv. blir gjennomgått. Hovedvekten legges på integrerte kretser, spesielt kobling av operasjonsforsterkere og enkle digitale kretser.

MNFFY221 Energi- og miljøfysikk, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesning:	4 timer pr. uke.
Regneøving:	1 time pr. uke.
Laboratorium:	Ca. 5 oppgaver.

Eksamenskrav: Laboratorieøvingene må være utført og godkjent.

Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet tar for seg samfunnets behov for energiresurser og teorien for optimal utnyttelse av ressursene. Lokale og globale miljøvirkninger som bruken av energiresurser medfører blir diskutert. Foruten generell teori og de vanlige energisystemene, behandler emnet spesielt kjerneenergi og kretsløpsressursene som f.eks. sol, vind og bølgeenergi.

MNFFY222 Systemdynamikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).

Forelesning: 2 timer pr. uke.

Regneøving: 1 time pr. uke.

Laboratorium: 3 oppgaver.

Eksamenskrav: Laboratorieøvingene må være utført og godkjent.

Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en generell innføring i systemteori, med vekt på anvendelser. En gjennomgår eksempler på beskrivelse av dynamikken i fysiske, teknologiske, biologiske og globale systemer med vekt på de begrensninger teorien har for de enkelte tilfeller. Laboratorieoppgavene viser eksempler på datastyrte reguleringssystemer. Undervisningen bygger på matematikkunnskaper tilsvarende MNFMA100 og MNFMA108.

MNFFY232 Biofysikk I, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).

Forelesning: 4 timer pr. uke.

Regneøving: 1 time pr. uke.

Laboratorium: Ca. 5 oppgaver.

Eksamenskrav: Laboratorieøvingene må være utført og godkjent.

Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en generell innføring i sentrale livsprosesser med utgangspunkt i fysiske prinsipper. Blant annet tas følgende tema opp: transportprosesser, cellers energetiske forhold, arvemekanismen og proteinsyntese, membranprosesser og sanseorganers virkemåte. Noen biofysiske målemetoder blir også diskutert.

MNFFY245 Innføring i kvantemekanikk, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).

Forelesning: 4 timer pr. uke.

Regneøving: 2 timer pr. uke.

Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en innføring i sentrale begreper og teoremer i kvantemekanikken. Dette anvendes på et utvalg av eksakt løsbare systemer, bl.a. harmonisk oscillator, dreieimpuls og hydrogenatomet.

MNFFY250 Astrofysikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).

Forelesning: 4 timer pr. uke.

Regneøving: 1 time pr. uke.

Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en generell innføring i astrofysikk, med diskusjon av bl.a. solsystemet, stjerner, stjerneutvikling, Melkeveien, galakser, Universet generelt og kosmologi.

MNFFY271 Fysikk fagdidaktikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Seminar/øving: 75% deltakelse på seminar/øvinger.
Eksamenskrav: Laboratorieøvingene må være utført og godkjent.
Eksamen: 4 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet omfatter:

- fysikk i historisk og samfunnsmessig belysning
- mål og begrunnelse for fysikk i skolen
- fysikkfagets plass og stilling i norsk skole
- elevers holdning til fysikk
- læring og forståelse av fysikk
- bruk av IT i fysikkundervisningen
- undervisning av fysikk

Emnet forutsetter fullført emnegruppe i fysikk, eller en årsenhet i fysikk. Når emnet inngår i grunnlaget for opptak til PPU2, må det tas som del av det samlede PPU på 1 semester. I dette inngår 5 uker praksis. Studenter som følger lærerutdanningsprogrammet PLUR eller sivilingeniørstudiet, er unntatt fra disse bestemmelsene.

MNFFY306 Målesensorer og transdusere, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesninger: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Laboratorium: ca. 4 oppgaver.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet tar opp prinsipper for og anvendelser av forskjellige målesensorer og transdusere. Måling av posisjon, trykk, temperatur, stråling, gass-konsentrasjoner etc gjennomgås spesielt. Metoder for måling av ionekonsentrasjoner og andre biofysiske størrelser gjennomgås. Generelle prinsipper ved karakterisering av sensorrespons, støy etc. blir diskutert. Emnet tar også opp demonstrasjoner/litteraturstudier av måleprinsipper og instrumenter.

Laboratorieoppgaver og forholdsvis selvstendige prosjektoppgaver av konstruksjons- og måleteknisk natur inngår.

MNFFY308 Signalanalyse, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Laboratorium: Ca. 3 oppgaver.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet diskuterer beskrivelse og analyse av stokastiske og tilfeldige signaler og målesignaler med støy. Signalene vil typisk representere fysiske størrelser som for eksempel posisjon og hastighet av mekaniske elementer, blodtrykk eller

vindhastighet. Eksitasjon-responsanalyse av lineære systemer, metoder for å beskrive korrelasjon mellom signaler og frekvensfordeling av energi, også kalt spektralanalyse, blir gjennomgått. Effektspekter av både kontinuerlige signaler og tidsserier blir tatt opp. Det legges vekt på bruk av FFT (Fast Fourier Transform) og metoder for digital spektralanalyse. Også binære, tilfeldige prosesser diskuteres, og det gis en kort innføring i bruk av diskret bølgepakkeanalyse (discrete wavelet analysis).

Laboratorieoppgaver/prosjektoppgaver inngår i emnet.

MNFFY310 Optikk (SIF4040) , 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Regneøving: 4 timer pr. uke.
Laboratorium: Obligatorisk.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en innføring i geometrisk og fysikalsk optikk med hovedvekt på avbildning, fourieroptikk og interferometri. Se forøvrig emnebeskrivelse for SIF4040.

MNFFY312 Faste stoffers fysikk (SIF4052), 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Regneøving: 4 timer pr. uke.
Laboratorium: Obligatorisk.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir førsteinnføring i faststoff-fysikk, som er et grunnlagsfag for materialvitenskap og -teknologi. Se forøvrig emnebeskrivelse for SIF4052.

MNFFY320* Matematisk geofysikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Laboratorium: 1 time pr. uke
Eksamen: Muntlig.

Emnet gir en innføring i teorien for forplantning, refleksjon og spredning av akustiske og elastiske bølger, og i anvendelse av teorien i seismiske undersøkelser.

MNFFY321 Atmosfærens fysikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Eksamen: 5 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet tar for seg atmosfærens sammensetning og struktur, termodynamiske prosesser og atmosfærisk stabilitet. Deretter diskuteres transmisjon av sol- og varmestråling, spesielt avhengigheten av aerosoler, skyer og andre variable komponenter. En behandler videre problemer ved måling av spektral atmosfærisk stråling, polarisasjonseffekter, standarder, monokromatorer, detektorer, usikkerheter og generell karakterisering av spektroradiometre.

MNFFY334* Biofysikk II, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (vår).
Forelesning:	3 timer pr. uke.
Laboratorium:	Ca. 5 oppgaver.
Eksamenskrav:	Laboratorieøvingene samt et selvstendig litteraturstudium over et tema som er valgt i samråd med faglæreren må være utført og godkjent.
Eksamen:	Muntlig.

Kurset konsentrerer seg om temaet biologiske membraners biofysikk. En gjennomgår spektroskopiske undersøkelsesmetoder (blant annet fluorescens), transportprosesser over membraner, struktur og stabilitet til membraner samt irreversibel termodynamikk.

Emnet bygger på MNFFY232 eller tilsvarende kunnskaper. Det kan benyttes som del av dr.scient.-studiet etter de regler som gjelder for dette (se dr.scient-reglementet).

MNFFY350* Stjernefysikk, 3 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesning:	4 timer pr. uke.
Regneøving:	1 timer pr. uke.
Eksamen:	6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet er en videreføring av MNFFY250, og gir en innføring i stjernefysikk, med diskusjon av bl.a. materie og stråling i stjerner, fusjonsprosesser og indre struktur, energi-transport i stjerner, stjerneatmosfærer, kompakte stjerner, og oscillasjoner (seismologi) i stjerner.

MNFFY351* Kosmologi og exobiologi, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesning:	4 timer pr. uke.
Regneøving:	2 timer pr. uke.
Eksamen:	6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet foreleses annethvert år (når årstallet er et par-tall).

Emnet gir en innføring i kosmologi og ekstraterrestriell biologi, med diskusjon av bl.a. stjerneutvikling, galakseutvikling, dannelse av grunnstoffer i Universet, mørk materie, kosmologiske modeller, "big-bang"-teorien, inflasjonsteori, astrokjemi, exobiologiens grunnlag, livets opprinnelse, mulige livsformer, betingelser for liv i solsystemet og i Universet, reiser og kommunikasjon i Universet.

MNFFY352* Kosmologi og astro-partikkelfysikk, 4 vekttall

Varighet:	1 semester (høst).
Forelesning:	4 timer pr. uke.
Regneøving:	2 timer pr. uke.
Eksamen:	6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet foreleses annethvert år (når årstallet er et odde-tall).

Emnet bygger på MNFFY250 og MNFFY362 eller tilsvarende kunnskaper, og blir en innføring i kosmologi og astro-partikkelfysikk, med diskusjon av bl.a.

det observerbare Univers, spesiell og generell relativitetsteori, kosmologiske modeller, gravitasjonslinser, elementærpartikkel- og felt-teori, termodynamikk og struktur i Universet, kosmisk stråling, kosmisk bakgrunnsstråling og gamma-stråling, nøytrinoer i Universet, og gravitasjonsstråling.

MNFFY362 Subatomær fysikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet behandler sentrale fenomener i subatomær fysikk, med hovedvekt på teori. En diskuterer atomkjerner og elementære partikler, krefter og prosesser, bindinger og desintegrasjoner og spredningsprosesser.

MNFFY363* Partikkelfysikk, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet er en videreføring av MNFFY362. Det gis en innføring i transformasjonsteori og Lie-grupper, med partikkelfysikkanvendelser av særlig $SO(N)$, $SU(N)$, Lorentz- og Poincare-gruppene. Svake vekselvirkninger gjennomgås, særlig nøytrino-fysikk.

MNFFY364 Relativistisk kvantemekanikk, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Regneøving: 2 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet bygger på MNFFY245 og tar for seg relativistiske bølgelikninger, Klein-Gordon og Dirac-likningene, annen-kvantisering, elementær kvanteelektrodynamikk, propagatorer, Feynmanregler, spredningsprosesser.

MNFFY370 Lys, syn, farge, 3 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 3 timer pr. uke.
Øving: 1 time pr. uke.
Laboratorium: ca. 6 oppgaver
Eksamen: Muntlig.

Emnet gir en bred, tverrfaglig innføring i synsprosessene og forelesningene leder fram til aktuelle problemstillinger i forskningen på nevrale visuelle mekanismer. Forelesningene er delt inn i 3 avsnitt: Optikk, visuell psykofysikk og visuell nevrobiologi. Stikkord er: Netthinnen, geometrisk og fysiologisk optikk (avbildning, oppløsning, kontrast-overføringsfunksjoner, øyets optikk, avbildningsfeil), optisk fargelære (fargeblandinger, fargemåling og fargesystemer); synsfunksjoner (adapsjon, kontrastfølsomhet, synsskarphet, fargesyn, etc.); elektrofysiologiske metoder (mikroelektrodemålinger, ERG, VEP), nevrale systemer, parvo- og magnocellulære celler og parallelle synsbaner, vis-

uelle sentra i hjernen, visuell persepsjon; forholdet mellom persepsjon og nerveprosesser (utvikling og deprivasjon, orientering- og retningsfølsomhet, dybdesyn, kontrast og farge); synshemming og kliniske synsundersøkelser. En rekke optiske/visuelle fenomener vil bli demonstrert.

MNFFY450* Kompakte stjerner, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 2 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet bygger på MNFFY250, og gir en innføring i teori for kompakte stjerner som hvite dverger, nøytronstjerner og svarte hull, med diskusjon av bl.a. emisjonsmekanismen for pulsarer, tilstandsligning for materie ved ekstremt store tettheter, avkjøling av hvite dverger og nøytronstjerner, kompakte røntgen- og gammakilder i Universet, generell relativitetsteori, gravitasjonsstråling, gravitasjonskollaps og supernova, og supermassive stjerner i galaktiske kjerner.

MNFFY464* Kvantefeltteori, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 1 time pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

Emnet gir en innføring i feltteori. En behandler klassiske felt og kvantefelt, Maxwell- Dirac- og Yang-Mills-felt, felt i vekselvirkning, renormalisering og strålingskorreksjoner.

MNFFY466* Kvanteflavour- og kvantekromodynamikk, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (vår).
Forelesning: 4 timer pr. uke.*
Regneøving: 1 time pr. uke.
Eksamen: Muntlig.

Emnet vil bli gitt etter behov for dr. scient.-studenter og bygger på MNFFY465 Kvantefeltteori, men kan også tas parallelt med dette emnet. De ikke-abelske justeringsteorier blir gjennomgått med hovedvekt på "standard-modellen" (Glashow-Weinberg-Salammodellen) og kvante-kromodynamikk.

*Dersom antall studenter på emnet blir lavere enn 3, kan forelesningene enten bli erstattet med seminarer eller tilbudt som ledet selvstudium.

MNFFY467* Kvanteeoptikk, 4 vekttall

Varighet: 1 semester (høst).
Forelesning: 4 timer pr. uke.
Regneøving: 2 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig. Obligatoriske øvingsoppgaver.

Emnet foreleses annethvert år. Det forutsettes at deltakerne har gjennomgått innføringskurs i grunnleggende kvantemekanikk (f.eks. MNFFY245). Emnet kan tas som et innføringskurs av studenter som ønsker diplom-, hovedfags- eller forskningsoppgaver innen moderne kvanteeoptikk men vil ikke være spesielt

utformet for disse. Kurset gir en innføring i den moderne optikkens grunnleggende begreper som f.eks.: fotoner og enkeltfotondeteksjon, koherent og "squeezed" lys, fotonkorrelasjonseksperimenter, kvanteinformasjon og kvantekryptografi, dissipasjon og masterlikninger, kvantekomputere.

MNFFYXn* Aktuelle fysiske emner, inntil 4 vekttall

Varighet: 1 semester.
Forelesning: 3-4 timer pr. uke.
Regneøving: 1-2 timer pr. uke.
Eksamen: 6 timer skriftlig, eller muntlig.

MNFFYXn-betegnelsen brukes på aktuelle emner som foreløpig ikke er tatt inn som ordinære emner i studieplanen. I semestre hvor det gis flere slike emner, vil en bruke betegnelsene MNFFYX1, MNFFYX2, osv. Vekttall, timetall og pensum for hvert emne blir oppgitt ved semesterets begynnelse.