

NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk

INSTITUTT FOR FYSIKK

HOVEDOPPGAVER

2001/2002



INNHOLDSFORTEGNELSE

Innledning	side 4
Retningslinjer for gjennomføring av hovedoppgaven	side 5
Avtaleskjemaet for hovedoppgaver ved instituttet	side 7
Hovedoppgaver fra seksjon for kondenserte mediers fysikk	side 8
Hovedoppgaver fra seksjon for teoretisk fysikk	side 16
Hovedoppgaver fra seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	side 18
Hovedoppgaver fra seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi	side 23
Hovedoppgaver fra Det Norske Radiumshospital	side 29
Standardavtale for hovedoppgaver utført ved en bedrift	side 30
Tilleggsavtale/båndleggelsesavtale	side 32



Til studenter i 4. årskurs ved studieretninger Biofysikk og medisinsk teknologi og Teknisk fysikk.

Dette heftet inneholder forslag til hovedoppgaver for studieåret 2001/2002.

Oppgavene er ordnet med forslag fra instituttets faggrupper først og forslag fra eksterne kilder til slutt.

Oppgavetekstene gir ofte bare eksempler på hva som kan gjøres. Hvis du har egne mer eller mindre spesifiserte idéer til emner, så ta kontakt med den faglærer som det synes naturlig å utvikle idéen sammen med.

Det er også mulig å ta kontakt med eksterne bedrifter eller forskningsinstitutter som kan foreslå temaer for hovedoppgaver. I slike tilfelle kan veiledningen godt gis fra den eksterne institusjonen, men du må finne en ansvarlig faglærer ved institutt for fysikk som kan godkjenne det faglige opplegget før slike ordninger kan etableres.

Etter spesielle regler som er vedtatt av Høgskolestyret kan to eller flere studenter gå sammen om en hovedoppgave. Skjemaet for utførelsen av oppgaven i en gruppe kan fås på fakultetskontoret.

Prosedyre for valg av hovedoppgaven

Avtaler gjøres direkte med faglærere, og søknad sendes instituttkontoret **innen 15. desember 2001**.

Praktiske opplysninger om kopiering og innbinding av hovedoppgaven

Hovedoppgaven leveres til instituttkontoret i 3 eksemplarer (for institutt, faglærer og sensor). Kostnadene ved kopiering og innbinding dekkes av instituttet.



RETNINGSLINJER FOR GJENNOMFØRING AV HOVEDOPPGAVEN

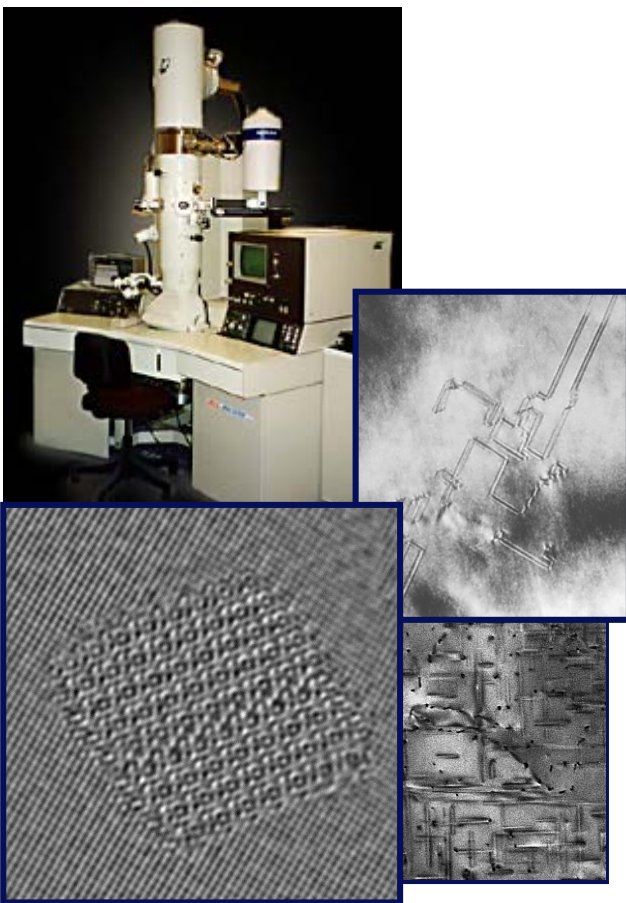
1. Hovedoppgaven tas normalt innen fakultetets fagområder. Melding om hvilket institutt, eventuelt ekstern institusjon, hovedoppgaven ønskes utført ved, og hvem studenten ønsker som ansvarlig faglærer og eventuell ekstern veileder, sendes instituttkontoret senest 15. desember i 9. semester
2. Fakultetet kan gi tillatelse til at hovedoppgaven utføres ved bedrift/institusjon utenfor NTNU. Ved utlevering av oppgaven kan det inngås en avtale mellom student, faglærer ved NTNU og bedrift/institusjon om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater i besvarelsen. I slike tilfeller benyttes avtaleformular (se vedlegg 1) med standardtekst vedtatt av Høgskolestyret. Den enkelte avtale godkjennes av Universitetsdirektøren eller den som bemyndiges. Henvendelser rettes til Studieadministrasjonen.
3. Hovedoppgaven påbegynnes normalt før 20. januar i 10. semester. For utsettelse ut over ett semester vises det til generelle regler for permisjon fra siv.ing.-studiet. Eventuelle permisjonssøknader stiles til Studieavdelingen, Gløshaugen og sendes via fakultetet. Ved kortere utsettelse av starten på hovedoppgaven stiles søknaden til Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk.
4. Alle eksamener må være bestått, alle obligatoriske øvingsarbeider må være utført, og den foreskrevne praksis må være opparbeidet og godkjent før oppgaven utleveres. Fakultetet kan i særlige tilfeller dispensere fra bestemmelsen om at alle eksamener skal være bestått før oppgaven utleveres (Jmfør § 8 i utfyllende regler for siv.ing.reglementet).
5. Før hovedoppgaven utleveres, sender den ansvarlig faglærer i alle tilfelle melding (gult skjema) til instituttskontoret. Meldingen skal inneholde:
 - a. Fagområde
 - b. Ansvarlig faglærer
 - c. Veileder, når oppgaven utføres utenfor Fakultet for fysikk, informatikk og matematikk
 - d. Utleveringsdato
 - e. Innleveringsfrist
 - f. Underskrift av student og av ansvarlig faglærer

6. Tidsrammen for hovedoppgaven er normalt 20 uker. For juleferie og påskeferie forlenges fristen med 1 uke for hver. Eksamen i obligatoriske eller valgbare fag avlagt innenfor hovedoppgavens tidsramme, som definert ovenfor, forlenger fristen med totalt 1 uke. Tidsrammen for studenter som tar hovedoppgaven i utlandet er 26 uker inkl. evt. ferie. Studentassistentstilling medfører ingen utvidelse av denne ramme. For studenter som har und.ass.- eller 1/2 vit.ass.-stilling under hele arbeidet med hovedoppgaven, er tidsrammen 6 måneder. For und.ass. jobb i deler av hovedoppgaveperioden forlenges tidsrammen med 10 dager pr.mnd. i jobb (dvs. forlenges utover 20 uker). Maksimum 6 mnd. inkl. evt. ferie.
7. Den ansvarlige faglærer har ansvaret for at oppgaven er formulert og tilrettelagt slik at studenten skal kunne avslutte arbeidet og levere besvarelsen innen tidsfristen.
8. Studenten kan søke om utsettelse av innleveringsfristen. Faglærer kan innvilge 1 ukes utsettelse med innleveringen. Beskjed om ny innleveringsdato må da sendes fakultetet. Søknader om forlengelse utover 1 uke må sendes fakultetet. Utsettelsessøknader som innleveres i løpet av siste uke før fristen, vil bli behandlet bare i fall det kan dokumenteres at søknaden ikke kunne vært sendt tidligere. Til søknaden skal vedlegges uttalelse fra den faglig ansvarlige og eventuelt ekstern veileder. Bare i helt spesielle tilfelle vil utsettelse ut over 1 uke bli innvilget.
9. Det er en fast regel at besvarelsen skal leveres innen den fastsatte frist. Bli fristen ikke overholdt, (og ny frist ikke er innvilget), vil dette medføre stryk. Kandidaten kan levere et arbeid som ikke er fullført. I slike tilfelle blir karakteren fastlagt på grunnlag av det innleverte materialet. Ved stryk vil ny oppgave kunne utleveres en gang, dersom arbeidet kan gjennomføres innen maksimal studietid.
10. Besvarelsen leveres til instituttekspedisjonen, i 3 eksemplarer. Den kreves ikke maskinskrevet, men håndskrevet besvarelse må være lett leselig. Hovedoppgavebesvarelsen skal inneholde en side med opplysninger om: Studentens navn, uttaksdato, innleveringsdato, fagområde, oppgavens tittel (norsk og engelsk), eventuell ekstern veileder. Maler for denne siden finnes på instituttets eller fakultetets web-sider.
11. Disse retningslinjer skal gjøres kjent for studenter, ansvarlige faglærere, veiledere og sponsorer.

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR KONDENSERTE MEDIERS FYSIKK.

Elektronmikroskopi:

Holmestad / Høier / Tøtdal / Yu / Frøseth / Friis / Andrei / Vullum i samarbeid med SINTEF Anvendt fysikk (Andersen / Marioara / Pettersen / Tanem / Walmsley /)
(e-post: randih@phys.ntnu.no, ragnvald.hoier@phys.ntnu.no, bard.totdal@phys.ntnu.no, yingda.yu@phys.ntnu.no, anders.froseth@phys.ntnu.no, jesper.friis@phys.ntnu.no, carmen.andrei@phys.ntnu.no, per.vullum@phys.ntnu.no, sigmund.andersen@matek.sintef.no, calin.d.marioara@matek.sintef.no, gunnar.pettersen@matek.sintef.no, bjorn.s.tanem@matek.sintef.no, john.walmsley@matek.sintef.no)



Grappa arbeider innen materialfysikk med studier av avanserte materialer både eksperimentelt og teoretisk. De makroskopiske egenskapene til et materiale har nære og kompliserte sammenhenger med materialets oppbygging fra atomært til mikrometer nivå. En fellesnevner for forskningen vår er å forstå og etablere slike sammenhenger slik at det blir mulig å skreddersy materialer med ønskede egenskaper. Her bruker vi både eksperimentelle metoder og beregninger basert på kvantemekanikk.

Transmisjonselektronmikroskopet (TEM) er et instrument der en kan studere nano-skala områder med flere teknikker samtidig: mikroskopi, diffraksjon, spektroskopi og energitapsanalyse. Instrumentet er derfor ypperlig til mikrostrukturstudier og materialutvikling.

Grappa har en meget velutrustet lab med blant annet en TEM, og et atomic force mikroskop (AFM), det siste til overflatestudier. Vi har god tilgang på nødvendig regnekraft for modellering og simuleringer. Vi samarbeider i stor grad med andre grupper på NTNU, SINTEF anvendt fysikk og

norsk industri, samt flere grupper i utlandet. Grappa kan tilby varierte diplomoppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon.

Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Diplomstudenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang i grappa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme og snakke med oss! Vi sitter i 3.etg. i E-blokka i Realfagbygget!

Utvikling av nye Al-legeringer

Innen lettmetall-legeringer er det store utfordringer når det gjelder å etablere relasjoner mellom mikrostruktur og mekaniske egenskaper som f. eks. styrke, hardhet og duktilitet. Vi må forstå utfellingssekvensene for å kunne oppnå de tilsiktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige

termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. Innen dette feltet er det store muligheter for å kunne fortsette med doktorgrad. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara

Lodding av Al-legeringer

Oppgaven går ut på å studere lodding av noen Al-legeringer mot en Mg- og Mn-holdig Al-legering pålagt et "clad"-materiale. Effekten av forskjellige mengder og typer av fluksmateriale skal studeres både med hensyn på partikkelfordeling og diffusjon. Arbeidet skjer i samarbeid med SINTEF og Hydro Aluminium a.s. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, John Walmsley

Sammenføyning av sensorer

Avanserte mikroelektronikk- og MEMS-brikker (mikro-elektro-mekaniske-systemer) består gjerne av ulikt dopede silisiumstrukturer (halvleder) etset til ønsket geometri. Ledningsmønstre og funksjonelle områder i metall dampes på før brikkene kapsles inn i glass og/eller plast. Dette gir mange materialteknologiske utfordringer, spesielt under sammenføyningen og ved bruk i høye temperaturer. Oppgaven vil ta for seg en eller flere problemstillinger knyttet til fremstilling av MEMS-brikker og innebærer bruk av avanserte mikroskopiteknikker som f.eks. TEM, AFM og SEM. Kontaktpersoner: Gunnar Pettersen, Ragnvald Høier

Aluminium Surface Studies

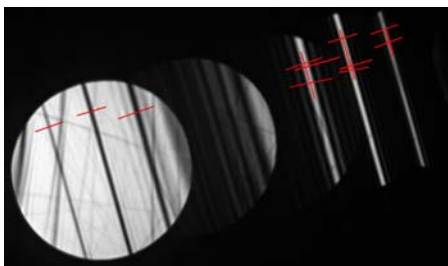
Two large fundamental research programmes within NTNU/UiO/SINTEF are studying aluminium surfaces with respect to processing, surface treatment, corrosion, coating and adhesion. Research is located both in Trondheim and Oslo. PhD projects will be developed within these programmes and there is strong industrial participation. There are a number of opportunities to define interesting Diploma projects that will contribute to the overall programmes. These can be chosen to suit the background and interest of individual students, possibly including characterisation (TEM, AFM, etc) and electrochemical properties, and are likely to involve interaction with other departments. Contact persons: Jostein Mårdalen (D4-121, tel. 90231), John Walmsley, Yingda Yu

Mikrostruktur av hydrider

Hydrogen ansees som en viktig framtidig, forurensingsfri energibærer. Denne oppgaven går ut på å studere, ved hjelp av TEM, mikro-(og nano) struktur av metallhydrider som er potensielle kandidater for lagring av hydrogen. Studier av mikrostrukturen vil kunne øke forståelsen av materialets oppførsel slik at hydrogenlagrings egenskapene av disse lettvekts hydridene kan bli bedret. Arbeidet er et samarbeid med IFE, Kjeller. Kontaktpersoner: Carmen Andrei, John Walmsley, Randi Holmestad

Kvantitativ elektrondiffraksjon

Konvergentstråle elektrondiffraksjon (CBED) er en teknikk som kan brukes for å studere bindinger i materialer. Den detaljerte intensiteten i et CBED-bilde kan sammenliknes med teoretiske beregninger og viktige strukturparametere kan på denne måten raffineres og finnes med stor nøyaktighet.



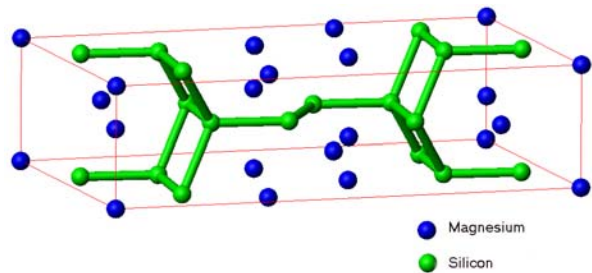
Vi har gjennom flere år utviklet programmer for simulering av CBED-bilder og for sammenlikning av eksperimentelle og simulerte bilder. Diplomoppgaven går ut på å sette seg inn i teorien for elektrondiffraksjon, evt. utføre eksperimenter og bruke tilgjengelig programvare for å studere bindingsforhold i materialer som GaAs og CaF₂. Kontaktpersoner: Jesper Friis og Randi Holmestad

Ferroelastiske keramer

Perovskitter (ABO_3) er en klasse av keramer som det har vært stor forskningsaktivitet rundt i de senere år. Disse keramene har egenskaper som gjør dem velegnet som materiale ved produksjon av oksygen permeable membraner, i brenselceller etc. En del av materialene viser seg å være ferroelastiske i faser med bestemte krystallstrukturer. Dvs. at vi har en hysterese sammenheng mellom spenning og tøying i materialene. Den ferroelastiske effekten øker blant annet bruddstyrken i materialene, og i denne sammenheng er det mange av mekanismene, både på makroskopisk og mikroskopisk skala, som ennå ikke er forstått. Oppgaven vil gå ut på å studere ferroelastiske materialer i μm - og nm -området for bedre å kunne forstå mekanismene bak ferroelastisitet. Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad

Atomistisk modellering

Atomistisk modellering gir teoretisk forståelse av hva som skjer i materialer på atomnivå. Med dagens datamaskiner kan en med stor nøyaktighet følge dynamikken til tusenvis av atomer samtidig. I elektronmikroskopigruppen bruker vi en rekke slike modelleringsteknikker for å øke forståelsen av fysikken bak strukturen av materialer. Diplomoppgaven vil omfatte bruk av kommersiell / egenutviklet programvare for å studere nukleasjon / vekst av faser i Al-Mg-Si-legeringer. Kontaktpersoner: Anders Frøseth, Randi Holmestad



Ekspérimentell superledersfysikk:

Kristian.Fossheim@phys.ntnu.no, Ulrik.Thisted@phys.ntnu.no, Jostein.Grepstad@fysel.ntnu.no.

Gruppen samarbeider utad med Professor T. Suzuki, Hiroshima University, Japan, med Christophe Marcenat, CNR, Grenoble, med Thomas Wolf, Institute of Technical Physics, Karlsruhe, med Ivan Zhilyaev, Institute of Microelectronics Technology, Chernogolovka, og andre etter behov. Vi planlegger også et prosjekt i samarbeid med Professor Asle Sudbø på teorisiden her på huset.

Prosjekter:

I krystaller:

Gruppen har nylig konsentrert seg om grunnleggende studiet av de kritiske egenskapene til høytemperatur superledere med og uten påtrykt ytre magnetfelt, opptil 6 tesla. Metodene som benyttes er

- Resonant ultralyd
- Varmekapasitet for termodynamiske studier
- Magnetisering
- Susceptibilitetsmålinger
- Resistivitet

Problematikk: Vi er på jakt etter den best mulig beskrivelse av den såkalte kritiske oppførselen til superlederen $\text{La}_{1.85}\text{Sr}_{0.15}\text{CuO}_4$. Dvs at vi studerer med stor oppløsning hvordan fysiske egenskaper endres ved overgangen mellom normal og superledende fase. Ett doktorgradsarbeid er nylig utført på dette temaet, og ett til er på god veg. Her kan alle metoder som er nevnt overfor benyttes. Mest arbeid blir det lagt i de to første metodene. Deler av arbeidet utført i Grenoble, nemlig målin av varmekapasitet, for å oppnå best mulig resultater med tanke på sammenligning med ultralydmålinger gjort lokalt. Pga nær termodynamisk sammenheng mellom størrelser som varmekapasitet og elastiske

konstanter er dette en meget fruktbar problemstilling. Arbeidet er i sterk grad motivert ut fra teoretiske studier gjort i professor Sudbøs gruppe. Krystallene det måles på er grodde ved Hiroshima Universitet, et universitet vi har tradisjon for utveksling av forskere og studenter med. Mulighetene for slik utveksling er gode.

Det planlegges også målinger av varmekapasitet i superlederne YBCO, NdBCO og BISCO, diplomoppgave/prosjekt. Også her er mulighet for diplomoppgave/hovedfag/prosjektarbeid
1-2 studenter kan delta i disse prosjektene, i tett samarbeid med doktorgradsstudent

Vi planlegger et nytt doktorgrads-prosjekt som fokuserer på de elastiske egenskapene i superlederen ved temperaturer ned mot 4 kelvin i ytre magnetfelt på flere tesla. Dersom finansieringen kommer på plass, blir dette et prosjekt utført i direkte samarbeid med Sudbø.

1 student kan delta i dette prosjektet, i tett samarbeid med doktorgradsstudent

I samarbeid med professor Grepstad ved Institutt for fysikalsk elektronikk startes det nå et doktorgrads-prosjekt som går ut på å studere fysiske egenskaper til superledende tyntfilm nanostrukturer. Detaljert plan for forskningsprosjektet er under utarbeiding idet dette skrives (04.10.01).

1 student kan delta i dette prosjektet, i tett samarbeid med doktorgradsstudent.

Ta gjerne kontakt for nærmere opplysninger og besøk på laboratoriet.

Polymere halvledermaterialer:

Rettlederteam: Emil J. Samuelsen (rom E3-137, emil.samuelsen@phys.ntnu.no), Johannes Bremer (rom E3-124, johannes.bremer@phys.ntnu.no), Dag W. Breiby (rom E3-142, dag.breiby@phys.ntnu.no)

Polymere halvleder-materialer reknes for å representere framtida på IKT-feltet (Informasjons- og kommunikasjons-teknologi). Nobelprisen for år 2000 ble gitt på dette feltet. Bruksområdet er m. a. lysemitterende dioder (LED) og lasere i form av plane, fleksible skjjermer, og datalagring (jfr. Opticom).

Vi arbeider med å studere materialenes fysiske og strukturelle egenskaper.

Materialene blir dels framstilt her ved NTNU(Institutt for kjemi), dels av våre samarbeidspartnere i Sverige, Frankrike, Polen og USA. Materialene blir brukt i form av tynne sjikt eller som orienterte fiber.

Diplomoppgaver blir formulert innenfor området

”Polymere halvleder-materialer som tynne sjikt og som fibrer i porøse medier”

En skal undersøke grad av preferert orientering som oppstår i materialet når det blir deponert som tynne sjikt, eller også blir plassert i porene til porøse materialer som cellulose (dvs. spesielt papir) eller aerogel (porøst glass). Eksperimentelt arbeid vil bestå av en eller flere av følgende:

- spektroskopiske målinger med synlig lys
- spektroskopiske målinger med infrarødt lys
- diffraksjonsstudier med røntgen – her ved NTNU, eller med synkrotron-røntgen ved ESRF i Grenoble
- overflatemetoder, slik som ”Atomic Force Microscopy” (AFM), og overflatediffraksjon

Modellberegninger og simuleringer vil inngå i oppgavene.

I samarbeid med Per Otto Hetland, Justervesenet, Kjeller:

”Supraleidning i tynnsjikt FET-krets av polymer halvleder ved lav temperatur”

Det skal etterprøves rapportert null-motstandstilstand i slike materialer under ladnings-injeksjon i en *feld-effekt-transistor* ved kryogeniske temperaturer, og ulike material-typer studeres.

I samarbeid med Per Nygård, Papirindustriens Forskningsinstitutt:

” Diffraksjonsstudier av anisotropi i papir,” og ”Statistisk beskrivelse av mikrostruktur i papir”

Scanning tunneling mikroskopi:

Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier tyntfilmvekst på kobolt overflater

Veileder: Prof. Anne Borg, Inst. for fysikk (anne.borg@phys.ntnu.no)

Studier av vekstprosesser i metall-metall systemer er av såvel fundamental som av anvendt interesse. Studier av hvordan tynne filmer av et metall dannes og gror på en metalloverflate gir informasjon om hvordan øyer nukleerer på overflaten og hvordan de deponerte metallatomene diffunderer på denne. Forståelse av disse prosessene er vesentlig for ulike varianter av tyntfilmteknologi. I denne oppgaven skal vekst av kobolt (Co) eller rhenium (Re) på enkrystallinske kobolt overflater studeres ved hjelp av STM, som blant annet kan benyttes til å studere topografi på overflater på atomær skala. Vekst av Co på Co-overflater (homoepitaksi) skal gi informasjon om kritisk størrelse for nukleasjon av øyer og aktiveringsenergi for diffusjon på kobolt. Tynne Re-filmer på Co er valgt fordi kobolt er katalysator for en rekke viktige kjemiske reaksjoner og Re brukes som tilsatsmateriale til Co for spesifikke reaksjoner. Studier av Re/Co danner således en basis for å forstå de grunnleggende egenskapene til denne typen bimetalliske systemer. Oppgaven, som er av eksperimentell karakter, består i å studere vekst av Co- eller Re-filmer som er fra mindre enn ett atomlag til 2-3 atomlag tykke på Co-overflater ved hjelp av STM.

Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier av tynne Al₂O₃ filmer på NiAl-krystaller

Veileder: Prof. Anne Borg, Inst. for fysikk (anne.borg@phys.ntnu.no)

På enkrystaller av NiAl kan det dannes Al₂O₃ filmer på overflaten som er 1-2 atomlag tykke. Disse alumina-filmene kan brukes som modellsystem for alumina-bærere som benyttes i mange kommersielle katalysatorer eller for oksiderte aluminiumsoverflater som benyttes i en lang rekke produkter. Kvaliteten på Al₂O₃-filmene som dannes på slike enkrystalloverflater, avhenger av sammensetningen av NiAl-legeringen. I denne oppgaven skal en bruke scanning tunneling mikroskopi til å sammenlikne kvaliteten på Al₂O₃ filmer grodd på NiAl(110) og Ni₃Al(111) overflater. Studiene innbefatter bestemmelse av domenestørrelse og fordeling av dislokasjoner i filmene.

Studier av metalloverflater med “Scanning Kelvin probe”-AFM

Veiledere: Prof. Anne Borg, Inst. for fysikk (anne.borg@phys.ntnu.no)

Forsker Gunnar Pettersen, SINTEF Materialteknologi, Avd. anvendt fysikk

Prof. Kemal Nisancioglu, Inst. for metallurgi og elektrokjemi

For å øke bruken av aluminium i krevende miljøer, f.eks. i fuktige, saltholdige eller sure omgivelser, er det nødvendig å utvikle legeringer og overflatebehandlinger som gir høy korrosjonsmotstand. Scanning Kelvin Probe - Atomic Force Microscopy (SKP-AFM) er en nyutviklet metode som gjør det mulig å avbilde og måle lokale potensialforskjeller på metalloverflater med høy romlig oppløsning.

Dette gir store muligheter til å bedre forståelsen av lokaliserte korrosjonsformer som grop-korrosjon og korngrensekorrosjon i aluminium.

Oppgaven vil gå ut på å lære seg å bruke et SKP-AFM-instrument, gjøre målinger på utvalgte aluminiumsoverflater og tolke resultatene av disse målingene. Du vil bli en del av en stor prosjektgruppe med deltagere fra NTNU, SINTEF og norsk industri som samarbeider i et prosjekt kalt "Light Metal Surface Science".

Spektroskopi, optikk og overflatefysikk:

Overflateplasmoner og magnetooptisk Kerr-effekt.

(Veiledere: *J. Bremer, O. Hunderi, F. Hansteen.*)

Magnetooptisk aktive materialer påvirker lysets polarisasjonstilstand. Dette kan utnyttes til å lage magnetfeltsensorer, lagringsmedia for informasjon, osv.. Overflateplasmoner er kollektive eksitasjoner av elektroner i prøver med frie ladningsbærere, som for eksempel metaller og doped halvledere. Det foreligger eksperimentelle data som tyder på at overflateplasmoner er i stand til å forsterke magnetooptiske effekter. Denne effekten er pr. i dag ikke skikkelig forstått.

Vi tilbyr en hovedoppgave der studenten skal måle hvordan plasmoneksitasjoner modifierer fase og amplitude for innkommende lys som reflekteres fra magnetooptisk aktive overflater og grenseflater. Prøvene vil bestå av tynne filmer og multilagsystemer bestående av Co-, Ni-, Au-, Ag-, YIG-lag, osv. Typisk tykkelse på lagene er 10 – 20 nm. Eksperimentene vil bli utført med magnetfelt i polar, transversal og longitudinal orientering. Målte data skal sammenliknes med modellberegninger. Oppgaven vil passe for en student med interesse for optikk og anvendt faststoff-fysikk.

Ultratynne organiske halvlederfilmer.

(Veiledere: *J. Bremer, E. Samuelsen, O. Hunderi, F. Hansteen, D. Breiby*)

Polymere halvledermaterialer og ultratynne organiske filmer har en rekke potensielle bruksområder i framtidig elektronikk og fotonikk. (Lysemittende dioder, organiske display, osv.) Langmuir-Blodgett-teknikken er en veletablert metode som kan brukes for å bygge opp multilagstrukturer med ønskede stukurelle, optiske og elektroniske egenskaper.

Vi disponerer Langmuir-Blodgett-utstyr og ønsker kontakt med en hovedfagsstudent som er interessert i å bygge opp slike filmsystemer. Etter tillaging skal filmene undersøkes med spektroskopiske og optiske metoder.

Tidsoppløst spektroskopi

(Veiledere: *J. Bremer, O. Hunderi*)

Femtosekundspektroskopi er basert på registrering av små tidsforsinkelser ved hjelp av korrelasjonsmålinger. En typisk måling foregår slik: En Ti-dopet safirlaser pumpes av en Nd:YAG laser. Pulsen splittes i en stråledeler. Etter at den ene pulsen er forsinket et bestemt antall femtosekunder bringes begge strålene til å overlape for eksempel i en frekvensdoblende krystall. Ved hjelp av "pump and probe"-teknikker kan for eksempel tidsavhengig refleksjonsamplitude for lys reflektert fra overflater måles, for fotonenergier over og under kritisk energi for interbåndovergang. I motsetning til tradisjonelle spektroskopiske teknikker kan en på denne måten få informasjon om ladningsbæredynamikken på overflater, i grenseflater og i nanoskalerte materialer. Tidsoppløst

laserspektroskopi vil være svært nyttig for å forstå hvordan lysabsorpsjon avhenger av overflateplasmoner og deres vekselvirkning med adsorbater.

Vi ønsker i første rekke en student med interesse for optikk og laserfysikk. Oppgaven vil bestå av å bygge opp/prøve ut et femtosekund laseroppsett, samt å gjøre innledende målinger på utvalgte modellsystemer.

Veileder: Professor Steinar Raaen (Steinar.Raaen@phys.ntnu.no)

Studier av overflater ved bruk av ulike overflateanalyse teknikker.

Overflatefysikk er i tillegg til å være et stort forskningsfelt innen fysikk, en viktig disiplin for å oppnå en grunnleggende forståelse av teknologisk viktige fenomener som f.eks. katalyse og korrosjon, og er dessuten viktig for bl.a. mikroelektronikk industrien.

Mulige problemstillinger er:

Gass adsorpsjon på ordnede overflatelegeringer. Et interessant system er f.eks. La/Rh(100). Først blir ca. 1 monolag med La deponert på overflaten til en Rh(100) enkrystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike gasser f.eks. O₂, CO eller CO₂ studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsenergier undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er bl.a. å oppnå fundamental kunnskap som er relevant til reelle katalysatorsystemer.

Bestemmelse av desorpsjonsenergier for ulike gass molekyler, f.eks. hydrocarboner, som adsorberes på forskjellige substrater. Målet med dette er å følge trender hvor sterkt de ulike molekyler er bundet til en gitt overflate, og hvor sterkt et gitt molekyl er bundet til ulike overflater. Dette vil være med på å gi innsikt i mekanismer som beskriver hvordan ulike katalysatorer virker.

De viktigste eksperimentelle teknikker er:

XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), brukes f.eks. til å bestemme kjemisk sammensetning av en overflate, oksydasjonstilstander, og elektronisk struktur. **UPS** (ultraviolet photoelectron spectroscopy), brukes f.eks. til å studere elektronisk struktur, måle frigjøringsarbeidet til et materiale, og identifisere molekyllære orbitaler. **LEED** (low energy electron diffraction), bestemmer overflatestruktur **TPD** (temperature programmed desorpsjon), brukes til bestemmelse av desorpsjonsparametre som f.eks. desorpsjonsenergi, ved gassadsorpsjon på overflater.

Fysiske fenomener i lagdelte silikater (syntetisk leire): (behov for ~3 studenter eller mer)

Veileder ved institutt for fysikk NTNU : Førsteamanuensis Dr.ing. Jon Otto Fossum
email: fossumj@phys.ntnu.no, Telefon: 91139194, URL: <http://www.phys.ntnu.no/~fossumj>

Dette inngår i et konkret samarbeid mellom Førsteamanuensis Jon Otto Fossum (seksjon for kondensert faser), Professor Alex Hansen og Profesør Kim Sneppen (seksjon for teoretisk), samt Professor Arnljot Elgsæter (seksjon for biopolymerer) og i et konkret samarbeid med Fysisk institutt ved universitet i Oslo, og fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller:

For oversikt og detaljer, se websidene til det nasjonale vitenskapelige programmet for *Komplekse Systemer og Myke Materialer*: <http://www.phys.ntnu.no/CPX>

Generelle hovedmål for den vitenskapelige aktiviteten leirefysikk ved NTNU, kan identifiseres som:

A) Sette lagdelte silikater (leire) inn i en fundamental fysisk material vitenskapelig sammenheng (dvs i sammenheng med andre myke materialer som f.eks. væskekrystaller, polymerer, biomaterialer, etc.). Finne og utforme nye retninger i fysikk innefor denne sammenheng.

B) Bruke denne kunnskapen til å undersøke muligheten for å videreutvikle og/eller antyde industrielle anvendelser.

For en populærvitenskapelig innføring omkring dette, se Jon Otto Fossum's foredrag i NRK, P2 Akademiet, Februar 2000: URL: <http://www.phys.ntnu.no/~fossumj/P2Akademiet/>

Det er et vell av fysiske problemstillinger å velge mellom, som opptrer i slike materialer, og hvor lagdelte silikater (leire) kan brukes som fysisk modellsystem for realisering av disse fenomene/prosessene, men følgende konkrete prosjekter er interessante som eksperimentelle hovedoppgaver i umiddelbar fremtid (viderføring bla. av tidligere prosjekt- og hoved-oppgaver):

1) Synkrotron røntgenstudier av vekselvirkning mellom vann og syntetiske lagdelte silikater (leire). Hovedeksperimentene utføres ved Brookhaven National Laboratory, Long Island, New York, USA: Oppgaven omfatter eksperimentelle forberedelser i laboratoriet ved NTNU, etterfulgt av et 2 ukers opphold ved laboratoriet i USA under veiledning av Jon Otto Fossum, avsluttet av data-analyse/interpretasjon ved NTNU. Oppgaven inneholder oppsett av instrumentkommunikasjon vha programmeringsspråket Labview og noe prøvepreparering av syntetiske leireprøver eventuelt i samarbeid med student som velger 2). De fysiske problemstillingene som inngår i 1) og 2) inngår i et etablert samarbeid mellom Jon Otto Fossum og Geraldo Jose da Silva, NTNU, samt forskere ved Brookhaven National Laboratory, USA, IFE og UiO.

2) Småvinkel nøytron sprednings studier av de samme systemene/prosessene som i 1), men eksperimentene vil i tillegg til NTNU foregå ved IFE, Kjeller (1-2 uker). Den lokale eksperimentelle delen av dette delprosjektet (dsv Labview programmering/prøvepreparering) vil eventuelt foregå i samarbeid med studenten som velger 1). De fysiske problemstillingene som inngår i 1) og 2) inngår i et etablert samarbeid mellom Jon Otto Fossum, NTNU, IFE og UiO.

3) Dynamisk lysspredning fra væskekrystallfaser av syntetisk leire. Hovedoppgaven utføres i hovedsak ved fysisk institutt, universitetet i Oslo under fjernveiledning av Jon Otto Fossum, NTNU, og lokalveiledning av professor Knut Jørgen Måløy, UiO. Dette vil være en videreføring av en hovedoppgave fra sist år. For i løpet av oppgaven å kunne skille aggerat rotasjonsdynamikk fra translasjonsdynamikk i leiresuspensjoner, er det også meget interessant og relevant å utføre transient elektrisk dobbelbrytnings studier av de samme fysiske systemene, i laboratoriet til Professor Arnljot Elgsæter, seksjon for biopolymerer, institutt for fysikk, NTNU.

4) Eksperimentelle studier av hydraulisk oppsprekking av leiregeler, utføres i hovedsak ved fysisk institutt, universitetet i Oslo under fjernveiledning av førsteamanuensis Jon Otto Fossum, NTNU, og lokalveiledning av professor Knut Jørgen Måløy, UiO. Man vil her se på oppsprekking/leging av gjennomiktig syntetisk leire etter injeksjon av væsker, feks olje eller vann, og studere denne type dynamikk vha avanserte hurtigkameraer man disponerer ved UiO. Avansert billedbehandling/analyse må utføres under interpretasjon.

5) Ren måleteknisk oppgave: Delvis design og "hel" bygging av bærbar temperatur kontroll, for regulering av temperatur i området 0-100 C av et "lite" termisk system. Kjøling og oppvarming ved hjelp av Peltierelement, omkring temperatur satt av varmelement. Tegninger for elektronikk (som må bygges) foreligger. Noe egen design av elektronikk må forventes (i samarbeid med elektronikkverkstedet ved institutt for fysikk, NTNU). Labview programmering. Veileder: Jon Otto Fossum. Arbeidssted: Realfagbygget, NTNU.

Det kan finnes midler for inntil 6 ukers (sommer)jobb for studenter som velger en av disse oppgavene.

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

Mesoskopisk fysikk:

Et nytt forskningsfelt har de siste årene fått stor oppmerksomhet fordi det er banebrytende og samtidig teknologisk viktig: Nanoteknologi og mesoskopisk fysikk. Mesoskopisk kommer fra ordet *_mesos_* som betyr noe imellom. Små systemer som er mellom de typiske mikroskopiske og makroskopiske størrelsene blir kalt mesoskopiske. Forskning og utvikling innen nano-teknologi gjør det mulig å skape elektroniske, mekaniske og biologiske strukturer som er mindre enn 10 nm i diameter. For å kunne nyttiggjøre seg disse revolusjonerende nye mesoskopiske strukturene er det viktig å forstå de fysiske egenskapene gjennom en økt innsats på grunnforskning. Forskere over hele verden prøver derfor å forklare de fysiske egenskapene til strukturer som er mye større enn et atom, men allikevel tilstrekkelig små slik at de oppfører seg helt annerledes enn makroskopiske systemer. De fysiske egenskapene til mesoskopiske systemer er ofte svært forskjellig fra hva vi er vant til, og det er nødvendig med fundamentalt nye innfallsvinkler og teoretiske modeller for å kunne forstå dem. For en fysiker er mesoskopiske strukturer idelle laboratorier for hvordan elektronene i en struktur beveger seg og for hvordan de vekselvirker med hverandre og med andre frihetsgrader. De eksterne parametrene i systemet er under kontroll og vi kan studere fundamentale problemer som også har direkte relevans for nanoteknologi.

Vi vil i dette prosjektet studere transport-egenskapene til et to-dimensjonalt system som kan lages i sammensatte halvleder-strukturer av GaAs og AlGaAs. I slike systemer kan man videre lage kunstige kvasi-en-dimensjonale strukturer og for noen av disse er konduktansen kvantisert. Dette er en kvante-effekt som følger av dannelsen av stående bølger. Vekselvirkningen mellom elektronene fører til nye fenomener for disse kvantiserte tilstandene, fordi korrelasjonene mellom elektronene i lavere-dimensjonale strukturer er spesielt sterke. Nyere eksperimenter tyder på at systemet har en del egenskaper til felles med ferro-magneter. Disse eksperimentene er til dags dato ikke forstått.

Dette prosjektet er først og fremst et litteratur-studium. Studenten(e) vil studere de eksperimentelle resultatene og drøfte enkle teoretiske modellene for disse systemene. For en spesielt motiverte og dyktige student vil vi se på mulighetene for å finne mer avanserte og bedre modeller for de eksperimentelle resultatene.

En eller to studenter kan arbeide med denne oppgaven. Flere opplysninger kan finnes på <http://www.phys.ntnu.no/~abrataas/> eller ved å sende en e-mail til brataas@fas.harvard.edu.

Spintronikk:

Et elektron har et indre magnetisk moment, et *_spinn_*. Spinnen angir en retning og er ikke bare en tallverdi som elektronets elektriske ladning. I normale metaller er det like mange elektroner med spinn i en bestemt retning som i den motsatte. Elektronets spinn har i disse systemene derfor liten betydning. I en ferromagnet er det et overskudd av elektroner med et spinn i en retning og systemet har et netto spinn, eller et total magnetisk moment.

Målinger av transport-egenskapene mellom ferromagneter og vanlige metaller har vist at elektronene som beveger seg også til en viss grad er spinn-polarisert. Det betyr at de bærer med seg et netto magnetisk moment. Det fører til at ikke-magnetiske metaller kan få spesielle magnetiske egenskaper når de er i kontakt med ferromagneter og systemet ikke er i likevekt. Dette fenomenet kalles spinn-innjisering.

Egenskapene til spinnets kan brukes i nye elektroniske kretser. Det såkalte _giant magneto resistance (GMR)_ -fenomenet i lagdelte ferromagnetiske-normal metall systemer ble oppdaget for litt over 10 år siden og er nå den ledende teknologien i lese-hoder for data-lagrings-medier. Elektroniske kretser som bruker elektronets spinn istedenfor elektronets ladning har blitt døpt _spintroniske_ kretser etter modell av _elektroniske kretser_. Spintroniske kretser kan også brukes i magnetiske RAM brikker og muligens i framtiden i kvante-datamaskiner, datamaskiner som er basert på kvantemekaniske logiske prinsipper.

Denne prosjekt/diplom-oppgaven er et teoretisk studie av spinnets rolle i kondenserte medier og dets innvirkning på fundamentale transport-prosesser. Vi vil undersøke transport-egenskapene til sammensatte normal metall _ferromagnet_ superleder strukturer. Analytiske og/eller numeriske beregninger vil bli utført avhengig av studenten(e)s interesse.

En eller to studenter kan arbeide med denne oppgaven. Flere opplysninger kan finnes på <http://www.phys.ntnu.no/~abrataas/> eller ved å sende en e-mail til brataas@fas.harvard.edu.

Selvkonsistente tilstandslikninger:

Veileder: Prof. Johan S.Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no)

Bestemmelse av tilstandslikningen for vekselvirkende mangepartikkelsystem er krevende og komplisert, og en må generelt ty til approximasjoner. I de senere årene er det utviklet en metode, SCOZA (self-consistent Ornstein-Zernike approximation), som har gitt resultater med stor nøyaktighet der en kan sammenlikne med kjente resultater. Metoden baserer seg på at tilstandslikningen

kan beregnes fra parkorrelasjonsfunksjonen på to uavhengige måter. Ved å kreve samme svar kan en optimalisere resultatet med hensyn på en fri parameter. Dette gir en ikke-lineær partiell differensiallikning som kan løses numerisk. Oppgaven vil ta utgangspunkt i en nylig avsluttet hovedoppgave og et dr. ing. arbeid som har vært grunnleggende for å bestemme og analysere numeriske resultater. I prosjektet vil allerede utarbeidet dataprogrammer kunne benyttes, og eventuelt videreutvikles.

Skjæringspunktet mellom teoretisk fysikk og molekylærbiofysikk:

Veileder: Kim Sneppen (Kim.Sneppen@phys.ntnu.no)

Diverse oppgaver kan være aktuelle. For mer detaljer tar kontakt med Kim Sneppen.

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK

Lysspredning på fluid/fluid grenseflater:

Veiledere: Knut Arne Strand epost: Knut.Strand@phys.ntnu.no
Bård Bjørkvik epost: Bard.Bjorkvik@iku.sintef.no

Ved hjelp av laserlysspredning studeres termiske fluktuasjoner i fluider og på fluid/fluid grenseflater. For våren 2002 kan det være aktuelt med en oppgave på et gass/kondensatsystem under reservoarbetingelser. Arbeidet vil bli utført i samarbeid med SINTEF Petroleumsforskning.

Måling av ultraviolet stråling:

Veileder: Førsteamanuensis Berit Kjeldstad (Berit.Kjeldstad@phys.ntnu.no)

Oppgaven er eksperimentell innenfor området miljøfysikk med vekt på klimatologi og ultrafiolett strålings. Det er ønskelig å sammenligne målte og modellerte verdier av strålingsfordelingen på himmelen i det ultrafiolette området. Oppgaven består i å måle strålingsfordeling fra himmelen (radians målinger) spektral i det ultrafiolette området ved ulike solhøyder og sammenligne dette med modellerte verdier. Modellen tar med polarisasjon, noe som tidligere ikke er blitt tatt med i slike sammenligninger. Arbeidet innebærer kalibrering og utprøving av instrumentet i første omgang samt himmel målinger når solen står tilstrekkelig høyt på himmelen. Modelleringen gjøres av en gruppe vi samarbeider med i Frankrike gjennom et EU finansiert prosjekt.

Bølgeenergi:

Rettleiar: Professor Johannes Falnes (Johannes.Falnes@phys.ntnu.no)

Denne forskinga skal gi eit grunnlag for det teknisk-industrielle utviklingsarbeidet som står att å gjera for at energien i havbølgjene skal kunna bli utnytta til energiforsyning i større målestokk. Bølgeenergien, som er ei rein og fornyeleg energikjelde, blir skapt ved omforming av ein del av vindenergien over havområda. Vindenergien blir skapt ved omforming av ein del av solenergien. Ved begge desse omformingane blir energistraumen fortetta (rekna i watt pr. kvadratmeter flate). Rett under vassflata i havet er bølgeenergistraumen, i tidsmiddel, typisk om lag fem gonger tettare enn vindenergistraumen 20 m over havflata, og 10 til 30 gonger tettare enn solenergistraumen. Dette gir gode voner for at bølgekraftverk kan bli kommersielle og i framtida spela ei viktig rolle i energiforsyninga for mange kyststatar.

Aktuell oppgåve 2001-2002 er:

Måling av hydrodynamiske parametrar på modell av bølgekraftverk. Den eksperimentelle delen av arbeidet, skal gjerast i bøljelaboratoriet. To studentar kan gjerne samarbeida med denne oppgåva, men eventuelt det går også an at ein student åleine gjer si hovudoppgåve med dette.

Plasmafysikk:

Veileder: Svein Sigmond_ (intern tlf.: 93624, e-mail sigmond@phys.ntnu.no, rom E3-134)

De fleste av prosjektene beskrevet her har nyttig teoretisk bakgrunn i emnemodulen ”Anvendt Plasmafysikk” som vil gå hver høst, men kan også tas uten dette faget. Anvendt Plasmafysikk vil bygge noe på fag SIF 4049 Elektron- og ionefysikk, men Elektron-og ionefysikk er likevel ikke strengt nødvendig for å følge med på Anvendt Plasmafysikk.. Anvendt Plasmafysikk vil ha fokus på den stadig økende bruk av plasma- og gassutladningsfysikk til materialbearbeiding og til løsningen av miljøproblemer som følger med industri- og avfallsbehandlings-utslipp.

A. Lynvarsling og lynbeskyttelse av helikoptre over Nordsjøen

Statistikken viser at i middel vil ett helikopter om året bli alvorlig skadet av lyn over Nordsjøen. Det er rent hell at ingen liv er gått tapt til nå. Lynene synes å være overveiende positive, i stedet for negative som er vanlige over land. De respekterer ikke de internasjonale flysikkerhetsnormene for lyn som helikopterne er konstruert etter, og gir rotor og skrog skader i 10-mill kroner klassen.

Etter et havari av et Super Puma helikopter nær kysten februar 1996 fikk jeg oppdrag av Helikopterservice A/S å lete etter årsak og botemidler. Min rapport kom også i hendene på Helikopterservice's søsterselskap Bond Helicopters (nå Scotia Helicopters) i Scotland, med den følge at jeg nå har som oppdrag fra British Civil Aviation Authority å anbefale og utvikle varslingsystem for lynfare for britiske helikoptre.

Mine anbefalinger er A) å installere et fransk landbasert antennesystem for lynaktivitets-kartlegging SAFIR over de mest trafikkerte områder av Nordsjøen, og B) montere målere for elektrisk felt på hvert helikopter. SAFIR- systemet får vi bare indirekte befatning med, mens utvikling, montering, testing og ferdigstilling av feltmålere er vår sak, via Sintef Energiforskning A/S (SEFAS, tidligere EFI).

Sammen med våre partnere ved Gas Discharge Laboratory, Tartu Universitet i Estland, har vi nå utviklet og patentert en feltmåler basert på koronautlading, som skulle tåle å måle feltet utenfor et helikopter i fart gjennom snø og regn.

Deretter har vi modifisert en kjent type feltmålere basert på vibrerende elektrode, slik at måleren blir vannrett innelukket. Denne måleren vil også egne seg til å måle feltet inne i vakuum eller trykkgassisolerte systemer, noe som Sintef Energiforskning (SEFAS) er svært interessert i. Her må en prototype bygges og utprøves.

Arbeidsoppgavene blir videre utprøving og nødvendige modifikasjoner av feltmålerne, og oppfølging med planlegging av produksjonsapparat for helikoptermontasje. Samtidig må vi samle og ta opp data for elektriske forhold i Nordsjøen, gjerne fra helikoptre utstyrt med feltmålerne. Praktisk talt intet er kjent om torden og lyn over Nordsjøen, og svært lite er kjent om positive lyn i det hele tatt.

B. Virkning av ubalansert korona-utlader på helikopters lyn-sikkerhet

I et skriv til Bond Helicopters 3.10.1997 påpekte jeg at korona-spissene i halen på Super Puma helikopterne utgjorde en lysesikkerhetsrisiko. Når helikopteret befinner seg i et så sterkt ytre elektrisk felt at det er risiko for at helikopteret trigger lyn, vil korona-utladingspissene i halen *redusere* feltet rundt halepartiet (feltet der vil hale ladning ut av koronaspissene inntil feltet blir så lavt at koronaen slukner). Dette vil automatisk medføre at feltet rundt frontpartiet av helikopteret *økes like mye*, og dette øker selvsagt risiken for at et lyn starter der.

Jeg kommer nå, i samarbeid med Sintef Energiforskning (SEFAS) til å utarbeide et prosjektforslag overfor Scotia Helicopters og British Civil Aviation Authority om å prøve ut dette ved å plassere

helikoptermodeller i elektriske felter i SEFAS høyspenningshall og måle ut virkningen av koronautladere plassert forskjellige steder på modellene. Jeg er overbevist om at dette forslaget vil bli akseptert, og vil i så fall gi interessant oppgave for 1-2 prosjektstudenter. Disse vil ha mulighet for å fortsette med diplom våren 2002.

C. *Lynbeskyttelse av høyspennings kraftledninger, særlig mot positive lyn*

Høyspennings kraftledninger er gjerne beskyttet mot direkte lynnedslag ved en eller to jordete "topplinere" montert over de strømførende fasene. Negative lyn, som er mest vanlige i innlandet (90%) og som all lynforskning har vært konsentrert om, blir trukket til disse topplinene ved at linene sender ut et "mot-lyn" som treffer den nedadgående lynkanalen og trekker denne til seg. Slik virker alle lynavledere, og har rimelig effektivitet mot negative lyn.

Positive lyn, som har ca 10% forekomst i innlandet men opp til 50% langs kysten, kan være opp til 10 ganger kraftigere enn negative lyn, og anrette tilsvarende skader hvis de treffer aktive nettfaser. Problemet er imidlertid at *ingen vet om eller eventuelt hvordan lynavledere virker på positive lyn*. Foreliggende pågående prosjekt har som mål å finne ut dette, og om mulig å finne effektive lynavledere for positive lyn.

Prosjektet drives av Sintef Energiforskning (SEFAS, før EFI) og Statnett, og nytter EFI's høyspenningshall med 2 mill. volt lypulsgenerator. Fra fysikk har Tore Bersås og Kjetil Hus i 1998 avsluttet sin diplomoppgave på prosjektet, med interessante resultater. Arbeidet er i høst ført videre av prosjektstudenter Bohman og Stormo.

D. *Koronabehandling og desinfeksjon av luft i rom og ventilasjonskanaler*

Det norske firmaet AIRGENIC AS selger koronabaserte luftforbedrings- og desinfeksjonsapparaturer over hele verden. De har nå bedt om assistanse hos Sintef og hos Elion for bedre å forstå den fysikalske virkemåten for sine produkter, og for å måle og forbedre virkningen av dem. Spesielt er det nå blitt svært aktuelt å kunne desinfisere lufttilførsel og fraførsel fra sykehus-isolater, men også generelt i ventilasjonssystemer i større bygninger (legionella, anthrax). Vi har erfaring i slikt arbeid, både fra tidligere vellykkede forsøk på koronabasert desinfeksjon, og gjennom vårt nære samarbeid med Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas ved SUPELEC syd for Paris. Det siste laboratoriet har spesiell erfaring med koronadrepning av sporer. Dette arbeidet er i høst blitt påbegynt av prosjektstudenter Johannessen og Ingebrigtsen. En fransk diplomkandidat fra Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris ENSCP kommer til Elion våren 2002 og vil antakelig også arbeide på beslektet prosjekt.

E. *Elektrokoalesens av vanndråper i olje*

Råolje inneholder en del salter som må bort. Dette gjøres ved å dispergere vann i oljen, for å vaske bort saltene. Deretter blir de forurensede dråpene fjernet ved å la tyngden drive dem til bunnen av store tanker og tappe dem ut. Denne utfellingen går langsommere jo mindre dråpene er. Nå har man funnet ut at et elektrisk vekselfelt får små dråper til å koalesere til store dråper, som sedimenterer raskere. Man vet bare ikke hvorfor, og hvorfor er viktig for å optimalisere prosessen. SEFAS, Shell, Hydro, Statoil, ABB og Elf har gått sammen om prosjektet. Vi har nettopp hatt en diplomkandidat Michaël Becidan fra Ecole Normale Supérieure de Chimie de Paris til hjelp. Nå er det klart for prosjekt- og diplomoppgaver på prosjektet, med sterk oppfordring til flinke folk å fortsette til en Dr. Ing. grad. (Becidan vil sannsynligvis nå komme tilbake hit for et slikt studium).

F. *Svevestøv og "miljøasfalt"*

Inst. for Fysikk, gjennom Elion-gruppen, har en konsulentkontrakt med Applied Plasma Physics, Sandnes, om hjelp med forskjellige viktige sider av miljøproblematikk. Av APP' viktige patenter kan nevnes et elektrofilter for bruk på vanlige vedovner (kan bli påbudt i Norge!), og bruk av ledende

asfalt til å forhindre piggdekk(?) -støvplagen. Vi gjør nå prøver på en 300 m lang prøvefelt i Innherradsveien. Her trengs prosjekt- og diplomstudenter.

G. Fundamentale fysiske problemer vedr. elektrisk strømledning i og på overflaten av polymerfolier (plast isolasjonsmaterialer)

Når spenningen over et plastfolie nærmer seg overslagsspenningen, hvilke prosesser er da ansvarlige for overslaget, og hvordan kan de forhindres? Når den elektriske strømmen tar veien langs overflaten på plastfoliet i stedet for å gå i dybden: hvorfor og hvordan?

Her har vi et tett samarbeid med Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas, SUPELEC, ca 25 km syd for Paris sentrum. Vår student Magnus Wangensteen har nettopp tatt sin diplom på disse emnene ved SUPELEC (= Ecole Supérieure d'Electricité). Vi har god apparatur både her og ved SUPELEC for å fortsette dette arbeidet.

Ta kontakt snarest for diskusjon av opplegg mm.

Fagdidaktikk:

Veileder: Førsteamanuensis Per Morten Kind (kind@phys.ntnu.no)

TEKNOLOGIUNDERVISNING I SKOLEN

I Norge har vi liten tradisjon for undervisning innen teknologi i grunnskole og videregående skole, foruten ved de teknologisk orienterte yrkesfaglige studieretningene. Det er uttrykt bekymring over dette og sterke krefter arbeider for forandringer. Blant annet er det startet et eget prosjekt "Teknologi i skolen", der teknologi behandles som et tverrfaglig tema inspirert av det engelske skolefaget "Design and Technology".

Det er flere grunner til å starte tidlig med teknologiorientert undervisning i skolen. Ikke minst er det viktig for interessedanning og rekruttering til høyere utdanning. I skolen har det i enkelte sammenhenger vært holdt frem et skremsbilde av teknologi, basert på teknologi som problemskaper og årsak til miljødeleggelse. Skal vi skape interesse for teknologiske studieretninger er det viktig at elevene får en positiv opplevelse og konkrete erfaringer med teknologirelaterte emner på alle nivåer i skolen. Det er også et viktig allmenndannende aspekt ved å legge mer vekt på teknologiundervisning. Alle er vi brukere av teknologi og teknologiske løsninger er et viktig fundament i vår sivilisasjon. Det er da farlig med en fremmedgjøring, og vi bør arbeide for en allmenn forståelse av hva teknologi er og hvilken rolle det fyller i vårt samfunn.

Teknologiundervisning kan ha et bredt og variert innhold. Det kan handle om å forstå teknologiske produkter, teknologiske systemer, hvordan teknologi brukes til å løse problemer, eller hvordan teknologi påvirker og vekselvirker med samfunnet. Det kan også handle om å trene opp kreativitet og ferdigheter til selv å løse teknologiske problemer. Med dagens læreplaner er vi i Norge avhengig av å integrere teknologi inn i eksisterende skolefag (f. eks i naturfag/fysikk) eller som tverrfaglige prosjekter.

En hovedoppgave innen dette området kan ha mange innfallsvinkler. Det kan arbeides teoretisk med en analyse av hva teknologiundervisning bør inneholde og hvordan det kan gjennomføres i norsk skole. Det kan også arbeides mer empirisk med utprøving av teknologiundervisning i skolen. Det vil da være naturlig å samle inn data som gir informasjon om elevenes læringsutbytte og holdningsendringer.

FORNYING AV FYSIKKFAGET I VIDEREGÅENDE SKOLE

Fysikkfaget i videregående skole har den siste tiden vært gjenstand for mye debatt og bekymring. Vi skårer høyt i internasjonale skoleundersøkelser, men har problemer med å rekruttere nok elever. Det er også en svært skjev kjønnsfordeling blant elevene som velger fysikk. I en utredning knyttes årsaken til fagets egenart, ved at det fremstår for elevene som ”kaldt, teoretisk, akademisk og vanskelig”. En annen side av debatten har vært problemene uttrykt ved forkursene til sivilingeniørutdanningen. Her har det vært en svært høy strykprosent og det hevdes at elevene fra videregående skole er lite forberedt for de utfordringer studiene byr på.

Det finnes ingen enkle løsninger på de problemene fysikkfaget står ovenfor. Faget må balansere mellom mange krav. Det skal fenge elevenes interesser, det skal opprettholde faglig kvalitet og det skal tilfredsstillende skolemyndighetenes krav om en bredere og mer allmenn utdanning. Det er imidlertid mange som arbeider med en fornying av faget og det foregår svært mye spennende utviklingsarbeid.

En hovedoppgave innen dette område vil kunne ta utgangspunkt i en konkret problemstilling/utfordring fysikkfaget står ovenfor, slik som et mer ”jentevennlig” fysikkfag, bedre forberedelse for sivilingeniørstudiet, eller mer vekt på fysikkfagets historisk-filosofiske dimensjon. Det kan arbeides med problemstillingen gjennom en teoretisk analyse eller ved utarbeiding og utprøving av undervisningsopplegg. Det er også mulig å ta utgangspunkt i undervisningsopplegg som er utarbeidet med tanke på fornying av fysikkfaget andre steder, og prøve disse ut i norsk skole.

EKSPERIMENTER I FYSIKKUNDERVISNINGEN

Konkret erfaring med fysiske fenomener er svært viktig ved læring av fysikk. Gjennom praktiske øvelser og demonstrasjoner får vi anledning til å observere fenomenene og anvende de teoretiske lovene og modellene. Like viktig er det at øvelsene gir anledning til å bli kjent med eksperimentelle arbeidsmåter. Dette innebærer opplæring i teknikker og håndtering av utstyr, og en innføring av de mer idemessige grunnprinsippene i naturvitenskapelig arbeidsmåte.

Bruk av elevøvelser og eksperimenter i skolen gir imidlertid også mange utfordringer, særlig fordi det er komplisert og fordi man ikke har den samme kontrollen over lærings situasjonen som i et vanlig klasserom. Selv om det er obligatorisk med praktiske øvelser på alle kurs innen naturfagene i skolen, er det mange som stiller spørsmål ved det faktiske læringsutbytte elevene har. Det er derfor god grunn til å kartlegge praksis på dette området og gå nærmere inn på hva elevene/studentene faktisk lærer.

En hovedoppgave vil kunne ta utgangspunkt i fysikkeksperimenter i undervisningen enten i videregående skole eller ved de grunnleggende kursene i sivilingeniørutdanningen. Det kan gjøres en kartlegging av hvordan elever/studenter arbeider med eksperimentene, hva de lærer og hvordan eksperimentene påvirker deres holdning til faget. I videregående skole er det også grunnlag for kartleggingsarbeid av hvilke øvelser som gjennomføres og av lærernes begrunnelse for dette. Det er også behov for å se mer konkret på hvordan eksperimenter i skolen og ved universitetet bidrar til elevenes/studentenes forståelse av naturvitenskapelig arbeidsmåte.

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Biopolymer nanoteknologi:

1. Romlige korrelasjoner til scleroglukan geler under kritiske forhold.

Scleroglukan er et langkjedet polysakkarid som danner en trippel-heliksstruktur i vandig løsning. Det er stor interesse for slike β (1,3)-glukaner på grunn av deres immunstimulerende evne. Disse immunstimulerende egenskapene kan også bevares ved kryssbinding av scleroglukan til en gel. I denne oppgaven planlegges det å kartlegge oppbygging av gelingsklynger i overgang fra løsning til gel, karakterisering av overflatestrukturen til gelen, samt kollaps transisjonen.

Løsningsmiddelbetingelser som skal til for å føre til makroskopisk kollaps av scleroglukan geler er kjent. Underliggende endringer i lokal struktur som gir slik endring i makroskopisk likevektsvolum er ikke kjent for slike relativt stive polymerkjeder. Det planlegges derfor å fremstille scleroglukan geler under kontrollerte betingelser og å bestemme stukturen til disse ved hjelp av AFM under betingelser som svarer til ulike makroskopiske faser. I tillegg til direkte bildeanalyse planlegges det også å se på autokorrelasjon $g(r)$ i høydevariasjonene.

Aktuelle problemstillinger:

- Topografisk kartlegging av from til gelingsklynger fra pregel tilstanden, og porestørrelsesfordeling til scleroglukangeler.
- Bestemmelse av autokorrelasjoner i høydevariasjon til scleroglukangeler og hvordan decay i autokorrelasjonsfunksjonene avhenger av svelletilstand og andre gelingsparametre (konsentrasjon, kryssbindingstetthet) til scleroglukangeler.

2. Karakterisering av supramolekylære strukturer ved hjelp av AFM.

Transport av DNA over cellemembranen viser seg å være en praktisk begrensning i forbindelse med genterapi. En måte å prøve å løse dette på har vært å innkapsle DNA (med ønsket sekvens) i miceller for deretter å la disse micellene smelte sammen med membranen. Dette gjør det mulig å få til en lettere transport av DNA over membranen. En annen effektiv måte har i det siste vist seg å være kompleksering av DNA med ulike polykation. Kompleksering av DNA med polykationer viser seg å kondensere den utstrakte dobbelheliks strukturen til en toroidal struktur. Ulike polykationer kompleks DNA med ulike effektivitet, og også på en måte som polykationspesifikt kan forhindre videre aggregering av toroidale polykation-DNA kompleks. Evnen ulike polykation –DNA kompleks har til å få DNA transportert over membranen er rapportert til å være sterkt knyttet til den videre størrelsen av den toroidale, kondenserte formen, og fravær av videre aggregeringen av disse strukturene. En tilleggsfaktor er at ulike syntetiske polykationer kan ha andre uønskede effekter (toksisitet).

I denne oppgaven vil vi ta for oss de generelle strukturen som dannes ved kompaktering av DNA, om den er spesifikk for DNA, eller om den skyldes generelle egenskaper ved DNA. Kompaktering av semifleksible biopolymere forventes å resultere i en kompakt form som antar ulike geometrier avhengig av kjedestivhet. Den kompakte formen av kondenserte biopolymerer vil derfor bestemmes hvor de eksperimentelle parameterne er kjedestivhet, polymerisasjonsgrad og ladningstetthet. De oppnådde strukturene vil sammenliknes med det som er kjent for DNA.

Hovedteknikken som planlegges brukt i oppgaven er Atomic force mikroskop (AFM), kombinert med bildeanalyse.

Aktuelle problemstillinger:

- Effekt av prepareringsbetingelser, molekylvekt og ladningstetthet av på deres evne til indukere toroidale supramolekylære strukturer i biopolymerer kartlagt ved AFM
- Kvantitative bestemmelse av kompakte strukturer ved bildebehandling.

Elektrisk induert dikroisme i spektrin-enkeltkjeder:

Veiledere: Professor Arnljot Elgsæter (Arnljot.Elgsater@phys.ntnu.no)
Førsteamanuensis Arne Mikkelsen (Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no)

Problemstilling: Mekanismene som ligger til grunn for spektrins biologiske rolle (se kompendium i Molekylær biofysikk) forventes å være knyttet til molekylets fleksibilitet. Testing av alternative teoretiske modeller for spektrins funksjon forutsetter tilgang til kvantitative eksperimentelle data som avhenger av molekylets fleksibilitet. En viktig slik eksperimentell metode er måling av elektrisk induert dikroisme. Denne metoden er komplementær til måling av dobbeltbrytning (se kompendium i Molekylær biofysikk), men vil ofte gi mer kvantitative eksperimentelle data. Et topp moderne og unikt oppsett for slike målinger er nå under fullføring innen gruppe for biopolymere (dr.stipendiat Stine Nalum Næss) og forventes å være ferdig i god tid før høsten 2000.

Diplomoppgave: Spektrin forekommer i cellemembranen hovedsakelig som tetramerer. Tolkning av eksperimentelle data fra slik multimerer er mye vanskeligere enn tolkning av data fra enkeltkjeder. Inntil for kort tid siden var det ikke kjent hvordan man kunne isolere spektrin-enkeltkjeder. Tidsmessig vil den tilbudte diplomoppgaven i hovedsak omfatte *isolering, rengjøring og karakterisering* av spektrin-enkeltkjeder, dvs. bruk av standard metoder innen proteinkjemi som ultrasentrifugering, gelfiltrering og SDS-elektroforese. I samband med bruk av den nye elektrooptiske instrumenteringa vil man få den assistanse man ønsker av Stine.

Biosystemer:

Veileder: Anders Johnsson; (Anders.Johnsson@phys.ntnu.no)
Thor Bernt Melø; (Thor.Melo@phys.ntnu.no)

Dyrkingskammer for Internasjonale Romstasjon.

Vi skal bygge og studere et dyrkingskammer for planter, som skal brukes på ISS (International Space Station). Prosjektet er et samarbeidsprosjekt med European Space Agency og Institutt for fysikk + Plantebiosenteret. Selve dyrkingskammeret er nå utviklet men en rekke studier for regulering av vanninnholdet i dyrkingsmaterialet (basert på zeolitter) skall studeres. Prinsippet for reguleringen er å trekke luft gjennom mediet, fuktigheten på luften som kommer ut gjenspeiler vanninnholdet i mediet og kan brukes som innsignal til et reguleringssystem (som skal regulere inn-pumping av vann i mediet). Vi baserer signalbehandling, sampling og regulering på LabView.

Vi tror oppgaven er egnet for studenter med interesse for målefysikk, med interesse for samarbeid med biofysikere i gjennomføring av biologiske test på systemet, og med interesse for utvikling av hardware for ISS. Arbeidet vil skje innen rammene for samarbeidet med ESAs tekniske senter ESTEC.

Studier av elektromagnetiske felts påvirkning av celler og organismer.

Vi gjennomfører et prosjekt hvor elektromagnetiske felts forekomst og biologiske effekter blir studert. Av interesse er både effekter av lavfrekvente magnetiske felt - typisk 50Hz - og kartlegging av feltintensitetene. Videre er vi interesserte i effekter i radiobølgeområdet - typisk 30 MHz - og høyere frekvenser.

Arbeidet kan tilpasses interessen hos studenten.

Vi ønsker å kartlegge fordelingen av magnetiske lavfrekvente felt i bymiljøet i Trondheim (lignende studier er publisert for to nordiske byer men savnes for norske forhold).

Vi ønsker å bygge opp en eksponeringsenhet for deler av det radiofrekvente bølgelengdeområdet (pr idag har vi kun gjennomført studier ved 27 MHz, som brukes ved plastsveising, diatermi m.v.). I denne enheten skal forsøk på enkelt-celler og evt mindre planter blir gjennomført.

Til slutt ønsker vi å fortsette studier av effektene av strøm-eksponering og magnetfelt-eksponering av spesielle typer celler. Disse studiene tar sikte på å avklare om magnetiske felts virkning kan skje via induerte strømmer i celler og organismer.

Hovedoppgaven kan utformes slik at den dekker et eller flere av forslagene ovenfor. I enkelte forslag er det av interesse å vektlegge de måletekniske aspektene, i det siste forslaget er det biofysiske aspektet viktig og fokusering vil skje på celle parametere og lysspektroskopiske målinger, eventuelt elektronspinnresonansmålinger.

Studier av lysindusert celledød.

Vi er interessert i mekanismene for lysindusert nedbryting av kreftceller og bakterier. Ved å tilføre et stoff populært kalt ALA kan man i kreftceller og bakterier øke konsentrasjonen av fotopigment. Etter lyseksitasjon starter fotopigmentmolekylene en rekke reaksjoner som fører til celledød. Metoden blir nå brukt klinisk, bl.a. for å lysbehandle former av tumor på hud, og prøves også på andre tumorformer ved hjelp av lysledere. Man arbeider også med å bruke disse lysreaksjonene for å bryte ned bakterier.

Vi har studert slike nedbrytingsprosesser i kreftcelle-linjer og i en type bakterie. Vi ønsker å utvide studiene til å se på mulighetene å bruke lysemitterende dioder på en effektiv måte i behandlingssituasjonen, men også å videreføre studier av optimering av temperatur i cellenedbrytingen etc.

Av spesiell interesse er det å nærmere studere de cellereaksjoner som lyset starter opp. I det arbeidet har vi moderne lysspektroskopisk utstyr som bl.a. kan detektere fluorescens fra såkalt singlet oksygen (som er viktig i visse av reaksjonene) samt studier av frie radikaler som kan dannes. Dette senere skjer ved EPR-studier, og gruppa har nå innkjøpt og tatt i bruk et slikt instrument som egner seg for disse studiene. Vi er også interessert i å utvide våre NMR-spektroskopiske studier av nedbrytningsprosessene.

Arbeidet egner seg for studenter med interesse og kunnskaper i cellefysiologi, i lysbehandling av kreftceller og i forskjellige former for spektroskopi på celler.

Måling av fasefølsom fluorescens fra planter

Måling av fluorescens fra planter kan brukes til å bestemme fotosyntesekapasiteten, som er et mål for hvor mye av den absorberte lysenergien som omsettes til kjemisk energi i planten. Fotosyntesekapasiteten vil variere med plantens tilstand, og oppgaven tar sikte på å måle denne som funksjon av plantetemperatur og belysningsnivå. Oppgaven vil omfatte litteraturlesning, modifisering av eksisterende utstyr, datainnsamling og bearbeiding og fortolkning av målingene i lys av ulike teorier fra litteraturen.

Måling av singlett oksygen emisjon fra biosystemer.

Grunntilstanden er molekylært oksygen en triplett. Denne egenskapen gjør at oksygen, som finnes overalt, er en foretrukket akseptor av triplettenergi fra omgivende molekyler. Molekyler kan komme i tripletttilstand ved absorpsjon av lys, og oksygen som har mottatt triplett energi fra omgivelsene kalles singlett oksygen. Singlett oksygen kan enten reagere med nabomolekyler, eller returnere til grunntilstanden ved å emittere infrarødt lys. Oppgaven tar sikte på å måle singlett emisjon fra eksempelvis klorofyll a som funksjon av en antioksidant, eksempelvis karoten, som kan akseptere og dermed ufarliggjøre singlett oksygen. Oppgaven vil omfatte litteraturlesning, opplæring og bruk av eksisterende utstyr, samt datainnsamling, bearbeiding og fortolkning.

Transport av terapeutiske makromolekyler i tumorvev:

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), <http://www.ntnu.no/~cathd/>
Live Eikenes (tel 93664)

Bakgrunn

Et av hovedproblemene ved konvensjonell kreftbehandling som stråleterapi og kjemoterapi, er at behandlingene ikke er spesifikke for kreftcellene. Den ioniserende strålingen og cytostatika ødelegger både normalt vev og tumorvev, og skadene på normalt vev begrenser dosene som kan benyttes.

Ulike strategier for å utvikle tumor spesifikke behandlinger er foreslått. Utviklingen av monoklonale antistoffer som binder seg til tumor spesifikke antigener på overflaten av kreftcellene gav håp om en ny og kreft spesifikk behandling. Monoklonale antistoffer kan benyttes som bærere for radioaktive isotoper, toksiner eller andre giftstoffer. Genterapi basert på DNA vektorer som bærer terapeutiske gen kan bli en annen kreft spesifikk behandling. Liposomer benyttet som bærere av cytostatika for å forbedre farmakokinetikken, redusere toksisiteten til normalt vev og øke spesifisiteten for tumorvev er et annet eksempel på bruk av makromolekyler. Felles for alle disse behandlingene er at det benyttes store molekyler med en diameter i størrelsesorden 10 til 10.000nm, mens konvensjonelle cytostatika er små molekyler med diameter under 1 nm. Slike store molekyler har problemer med å nå fram til tumorcellene, og det er vist at bare en liten del av antistoffet som injiseres når fram til tumor vevet. Når medikamenter injiseres intravenøst eller gis oralt har molekylene en vanskelig vei fram til bestemmelsesstedet. Om de skal lykkes å nå fram og drepe kreftcellene avhenger av at det er et godt utviklet kapillærnettverk i tumoren, at molekylene kan passere over kapillærveggen og at de er i stand til å trenge gjennom rommet mellom kreft cellene (kalt ekstracellulær matrix (ECM) eller interstitium). Disse transportetappene avhenger av diffusjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med konsentrasjonsgradienten og konveksjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med den hydrostatikse trykkgradienten.. Det er vist at tumorer har et høyere interstitielt væsketrykk enn normalt vev, og dette er et av hovedproblemene for å få makromolekyler fram til kreftcellene. Diffusjon ka derfor være den primære transportmekanismen.

Det blir tilbudt 3 oppgaver med denne problemstillingen:

1. Diffusjon av makromolekyler i multicelleulære sfæroider

Formål og metoder: Etablere en ny metode for måling av diffusjon basert på "fluorescence recovery after photobleaching" (FRAP). Diffusjon er den primære transportmekanismen dersom de høye interstitielle væsketrykket umuliggjør transport av molekyler basert på trykkgradienten. I denne oppgaven vil kreftceller dyrkes som multicellulære sfæroider som benyttes som en modell for en svulst. De multicellulære sfæroidene inkuberes med fluorescensmerkede makromolekyler med forskjellig molekylvekt. De fluorescens merkede sfæroidene belyses med en laser med høy intensitet som bleker fluorescensen. Omkringliggende fluorescensmerkede molekyler vil diffundere til det blekede området slik at fluorescens igjen kan detekteres. Et nyanskaffet konfokalt laser scanning og multifoton eksitasjonmikroskop vil bli benyttet. Enzymene collagenase og hyaluronidase som bryter ned extracellulær matrix har vist å øke opptaket av makromolekyler i kreftvev. Effekten av disse enzymene på diffusjon vil også bli studert..

2. Blodgjennomstrømning i svulster behandlet med extracellulær matrix nedbrytende enzymer

Formål: Vi har tidligere sett at enzymene hyaluronidase og collagenase som bryter ned extracellulær matrix reduserer det interstitielle væsketrykket, endrer blodvolumet og øker opptaket av makromolekyler. I denne oppgaven ønsker vi å undersøke om endringen i blodvolum skyldes at enzymene åpner og/eller lukker blodårene.

Metoder: Fluorescerende fargestoffer som binder seg til endotelcellene som danner blodåreveggen injiseres intravenøst i forsøksmusen før og etter injeksjon av enzymet. Ved bruk av laser scanning fluorescence mikroskopi studeres farging av endotelcellene og eventuell endring i fargingen før og etter behandling påvises.

3. Binding av monoklonale antistoffer til svulster behandlet med extracellulær matrix nedbrytende enzymer.

Formål: Vi har tidligere sett at enzymene hyaluronidase og collagenase som bryter ned extracellulær matrix reduserer det interstitielle væsketrykket, endrer blodvolumet og øker opptaket av makromolekyler. I denne oppgaven ønsker vi å gjøre en mer kvantitativ analyse av bindingen av antistoffet til tumorcellene.

Metoder: Monoklonale antistoffer injiseres i forsøksmusen etter at musen er behandlet med collagenase eller hylauronidase. Tumoren løses opp i enkeltceller og bindingen av antistoff per celle måles med flow cytometri.

Medisninsk teknologi:

Veileder: Prof., dr.philos. Tore Lindmo, Institutt for fysikk, Med tek senter,
tlf 93432, (Tore.Lindmo@phys.ntnu.no)

1. Nærhet og interaksjon mellom molekyler på celleoverflaten, studert med konfokal mikroskopi, flow cytometri og fluorescens resonans energioverføring

Som ledd i signaltransmisjon kan spesifikke molekyler på celleoverflaten forandre konfigurasjon og/eller interaksjonsgrad med andre nærliggende molekyler. Ved å merke de forskjellige molekylene med hvert sitt spesifikke, fluorescerende fargestoff, kan fordeling og eventuell samlokalisasjon av molekylene studeres med konfokal mikroskopi. Konfokal mikroskopi gir skarp avbildning selv i "tykke" objekter, og er således en velegnet teknikk for fluorescensstudier i intakte celler, som i mikroskopisk sammenheng er tykke objekter. Deteksjon av de to fluorescens-markørene skjer på hver sin detektor som genererer hvert sitt bilde av fordelingen. I enkelte undersøkelser vil det bli aktuelt å

velge fluorokromer som kan opptre som donor/akseptor-par for å studere nærhet mellom testmolekyl og referansemolekyl ved hjelp av fluorescens resonans energioverføring (FRET).

Prinsippet for FRET bygger på at eksitasjonsenergi i donormolekylet kan overføres til et nærliggende akseptormolekyl. For at dette skal kunne skje, må akseptorstoffet ha vesentlig absorpsjon i bølgelengdeområdet for fluorescens-emisjon fra donorstoffet. Ved eksitasjon av donormolekylet, som normalt for eksempel skal gi grønn fluorescens, vil FRET gi opphav til fluorescens fra akseptor, for eksempel i det røde bølgelengdeområdet. I et slikt system vil graden av vekselvirkning mellom molekyler kunne bestemmes ved å måle forholdet mellom rød og grønn fluorescensintensitet når eksitasjonsbølgelengden er tilpasset absorpsjons-spekteret for donor.

2. Optisk lavkoherens tomografi

Optisk lavkoherenstomografi er en teknikk for vevsavbildning som er analog med ultralyd. Det er en interferometrisk teknikk, hvor avbildningsdybden i objektet bestemmes av optisk veilengde i referansearmen i interferometeret. Koherenslengden på kilden bestemmer dybdeoppløsningen, som typisk er 10 μm . Lateral oppløsning er som ved vanlig optisk avbildning. Teknikken kan gi tredimensjonal avbildning av levende vev med oppløsning ca 10 ganger bedre enn ultralyd, og kan inkludere Doppler avbildning av strømning i objektet.

I samarbeid med optikkgruppen og SINTEF Anvendt fysikk er utstyr for optisk lavkoherens tomografi oppbygd ved Institutt for fysikk. Målsetningen er å måle forskjellige parametere til biologiske objekter som f.eks. hud og netthinne. Innen dette prosjektet har vi plass for flere diplomstudenter. Oppgavene kan være av enten teoretisk eller eksperimentell karakter og vil avhenge av både studentens og prosjektets interesse-områder.

Medveiledere vil bli forsker Arne Røyset (email: Arne.K.Royset@matek.sintef.no) og stipendiat Trude Støren (email: Trude.Storen@phys.ntnu.no), samt professorene Ole Johan Løkberg og Hans M Pedersen.

Ikke-lineære egenskaper ved ultralyd avbildning i medisin:

Veileder: Prof II Kjell Arne Ingebrigtsen. tel. 73593608/93089833, RomD4-137, Faggruppe Biofysikk og Medisinsk Teknologi (email: Kjell.A.Ingebrigtsen@phys.ntnu.no)

Ultralyd avbildning i medisin utnytter reflekterte ultralyd ekko til bilde dannelse. Ved å utnytte ikke lineære egenskaper til vev kan en oppnå en vesentlig forbedring i bildekvalitet. For å få størst mulig gevinst er det viktig å ha kontroll med det utsendte signal innkludert ikke-lineære egenskaper i transduser for generering av utsendt ultralyd puls.

Målet med arbeidet er å oppnå bedre forståelse av ikke- lineære egenskaper til ultralyd transdusere, og eventuelt utvikle konstruksjons modeller som inkluderer disse egenskapene.

Interesserte kandidater bør ha grunnlag i og interesse for bølgeforplantning.

Arbeidet vil være både eksperimentelt og teoretisk. Det eksperimentelle arbeidet vil foregå i laboratoriene ved Institutt for fysiologi og biomedisinsk teknikk, Medisinsk Teknisk Senter.

HOVEDOPPGAVER FRA DET NORSKE RADIUMSHOSPITAL

Strålebiologiske studier av pasienter med livmorhalskreft:

I denne oppgaven vil molekylærbiologiske faktorer av betydning for stråleresponsen hos pasienter med livmorhalskreft bli studert. Noen pasienter responderer dårligere på behandlingen enn andre. Metoder for å identifisere pasienter med stråleresistente tumorer vil være nyttig, fordi behandlingen dermed bedre kan tilpasses den enkelte pasient.

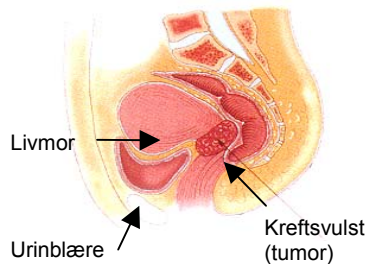


Fig. 1. Pasienter med store svulster i livmorhalsen får strålebehandling. Behandlingsopplegget er stort sett likt for alle pasientene.

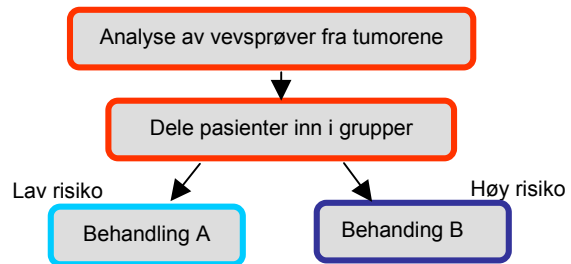


Fig. 2. En forbedring av behandlingen vil kunne oppnås ved å gi pasienter med stråleresistente tumorer (høy risiko) en mer aggressiv strålebehandling eller en tilleggsbehandling.

Stråleresponsen er et resultat av ulike prosesser som settes i gang i tumorcellene under behandlingen, slik som arrest i cellyklus, reparasjon av DNASKade og/eller celledød i form av apoptose eller nekrose. Disse prosessene er nøye regulert av spesialiserte gener som aktiveres/inaktiveres under bestråling. Utvikling av effektive metoder for å identifisere pasienter med stråleresistente tumorer krever økt forståelse av de molekylære prosessene som er involvert i stråleresponsen.

Opgaven går ut på å foreta en detaljert analyse av tumorvevets DNA med hensyn på avvik i genomet (amplifikasjoner og delesjoner). Slike avvik kan bidra til å forklare vevets strålerespons. Hensikten er å undersøke om ulike pasienter har ulike typer avvik. Viktige metoder vil være genomisk mikromatriseteknikk og komparativ genomisk hybridisering. DNA vil bli isolert fra vevsprøver som er tatt fra tumorene. Opgaven innebærer både arbeid på labben og billedanalyse på PC.

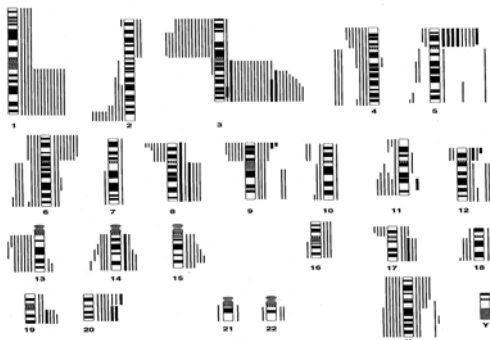


Fig. 3. Komparativ genomisk hybridisering kan brukes til detaljert analyse av hele genomet med hensyn på amplifikasjoner og delesjoner. Her er alle kromosomene vist, amplifikasjoner og delesjoner er indikert med loddrette streker.

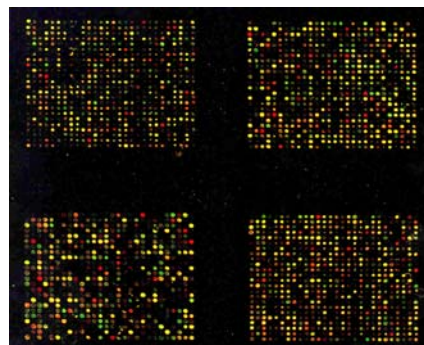


Fig. 4. Med mikromatriseteknikk kan tusenvis av gener studeres samtidig. Hver flekk representerer ett gen.

Opgaven gir innsikt i strålebiologiske og -terapeutiske problemstillinger samt i nye og kraftfulle molekylærbiologiske teknikker.

Kontaktperson og veileder:

Heidi Lyng, Gruppe for Molekylær Strålingsbiologi, Biofysisk avdeling, DNR
Tlf.: 2293 4258; E-post: heidi.lyng@labmed.uio.no



STANDARDAVTALE

Avtale mellom student.....født.....,
faglærer ved NTNU.....,
bedrift/institusjon.....og
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (heretter NTNU) v/fakultetsdirektør

om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av hovedoppgave i henhold til Forskrift om graden sivilingeniør ved NTNU.

1. Studenten skal utføre besvarelse av den tildelte hovedoppgave ved:

.....(bedrift/institusjon).

Opgavens tittel er:

.....

2. Studenten har opphavsrett til besvarelsen. De innleverte eksemplarer av besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur, så vel som dataprogramvare som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, tilhører NTNU. Besvarelsen, og vedlegg til denne, kan vederlagsfritt benyttes av NTNU til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, og vedlegg til denne, må ikke nyttes til andre formål.

3. Studenten har rett til å publisere sin besvarelse, eller deler av den, som en selvstendig avhandling eller som del av et større arbeid, eller i popularisert form i hvilken som helst offentlig publikasjon.

4. Bedriften/institusjonen har rett til å få utlevert et eksemplar av besvarelsen med vedlegg, og til å gjøre seg kjent med NTNU's bedømmelse av den. Bedriften/institusjonen gis en frist på 3 måneder fra besvarelsen er innlevert til NTNU for sensurering til å vurdere patentbarhet og søke patent på hele eller deler av resultatet av besvarelsen. Besvarelsens spesifikasjoner og resultater kan bedriften/institusjonen nytte i sin egen virksomhet. Dersom besvarelsens spesifikasjoner og resultater skal utnyttes økonomisk av bedriften/institusjonen, må det inngås særskilt avtale med alle parter. NTNU's tilleggsavtale om økonomisk utnyttelse skal da benyttes. Avtale og økonomisk utnyttelse opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.

5. I særlige tilfelle kan offentliggjørelsen av besvarelsen i samsvar med pkt. 2 og 3 ovenfor båndlegges (utsettes) for en periode på inntil 5 år. Det skal i slike tilfelle inngås en egen båndleggingsavtale mellom student, faglærer, bedrift/institusjon og NTNU. NTNU's tilleggsavtale om båndlegging skal da benyttes. Båndleggingsavtalen opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.
6. Denne avtale skal ha gyldighet foran andre avtaler som er eller blir opprettet mellom to av partene som er nevnt ovenfor.
7. Eventuell uenighet som følge av denne avtale skal søkes løst ved forhandlinger. Hvis dette ikke fører frem, er partene enige om å la tvisten avgjøres ved voldgift i henhold til norsk lov. Tvisten avgjøres av byrettsjustitiarius i Trondheim eller den han oppnevner.
8. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

.....
.....

for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

.....
Fakultetsdirektør, NTNU (dato, stempel og signatur)



TILLEGGSAVTALE / ØKONOMISK UTNYTTELSE

(Med hjemmel i standardavtalens punkt 4)

Tilleggsavtale mellom student.....født.....,

faglærer ved NTNU.....

bedrift/institusjonog

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (heretter NTNU) v/fakultetsdirektør

i tilknytning til inngått standardavtale om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av hovedoppgave i henhold til Forskrift om graden sivilingeniør ved NTNU.

1. Med hjemmel i standardavtalens punkt 4 inngått mellom de ovennevnte parter inngås en tilleggsavtale som gir bedriften/institusjonen rett til å kunne utnytte hovedoppgavens/ besvarelsens spesifikasjoner og resultater i økonomisk sammenheng.
2. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

.....
for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

.....
Fakultetsdirektør, NTNU (dato, stempel og signatur)