



HØST 2003

SIF 4097 FORDYPNINGSEMNE I BIOFYSIKK

SIF 4099 FORDYPNINGSEMNE I FYSIKK

Dette heftet henvender seg til studenter som skal bli 5. årsstudenter fra høsten 2003, og inneholder

1. Oversikt over prosjekt-tilbud
 - 1.1 Seksjon for kondenserte mediers fysikk side 2
 - Gruppe for komplekse materialer side 9
 - 1.2 Seksjon for teoretisk fysikk side 23
 - 1.3 Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi side 27
 - I samarbeid med MR-senteret og Kreftavd. side 34
 - I samarbeid med nevromedisin, DMF side 36
 - 1.4 Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk side 37
2. Gruppens orienteringsmøter side 44
3. Hvorledes prosjektavtaler inngås side 44
4. Skjema for prosjektavtaler side 45

Spørsmål kan rettes til prosjektkoordinator Brian Wall, rom D3-127, internnr. 93633 eller helst til email: Brian.Wall@phys.ntnu.no

1. Prosjekt-tilbud

Nedenforstående prosjektilbud er ordnet seksjonsvis. En del generell informasjon om seksjonenes aktiviteter og veileders romnummer/epostadresser/telefonnummer finnes på instituttets hjemmesider (under "Personale").

SEKSJON FOR KONDENSERTE MEDIERS FYSIKK

OPPGAVER INNEN OPTISK SPEKTROSKOPI OG SCANNING PROBE MIKROSKOPI STUDIER AV OVERFLATER

Vi tilbyr ulike oppgaver innen bruk av optisk spektroskopi og scanning probe mikroskopi (SPM) for å studere overflater og tynne filmer på overflater. De optiske teknikkene innbefatter ellipsometri, refleksjons-anisotropi spektroskopi og andre varianter av optiske metoder. Disse teknikkene gir informasjon om de optiske og elektroniske egenskapene til overflatene og filmene som studeres. Scanning probe teknikkene inkluderer tunneleringsmikroskopi (STM) og kraftmikroskopi (AFM). Med disse metodene kan vi blant annet studere strukturen til overflater ned til atomær skala. Metodene gir også muligheter for manipulering og strukturering av overflater. Aktuelle oppgaver er listet opp i det følgende.

1. Fiberbasert optisk reflektometer

Veiledere: Prof. Ola Hunderi, Institutt for fysikk (ola.hunderi@phys.ntnu.no)
Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)

Opggaven går ut på å bygge et reflektometer basert på bruk av optisk fiber. Det langsiktige mål med oppgaven er å manipulere fiberen like over prøven som skal måles. Systemet er således en forenklet utgave av en SNOM (Scanning near field optical microscope)

2. Fiber Bragg Laser basert ellipsometer

Veiledere: Prof. Ola Hunderi, Institutt for fysikk (ola.hunderi@phys.ntnu.no)
Dr.ing. Jon Thomas Kringlebotn, Optoplan AS

Ved å sette en fiber Bragg laser under mekanisk spenning kan man få et frekvensskift mellomto lineære ortogonale polarisasjonstilstander. Dette gir totalt sett en roterende polarisasjon, noe som er utgangspunkt for mange typer ellipsometre. Oppgaven er et samarbeidsprosjekt med Optoplan AS.

3. Ultratynne organiske halvlederfilmer.

Veiledere: Prof. Ola Hunderi, Institutt for fysikk (ola.hunderi@phys.ntnu.no)
Prof. Kemal Nisancioglu, Institutt for materialteknologi

Polymere halvledermaterialer og ultratynne organiske filmer har en rekke potensielle bruksområder i framtidig elektronikk og fotonikk. (Lysemitterende 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 student som er interessert i å bygge opp slike filmsystemer. Etter tillaging skal filmene undersøkes med spektroskopiske og optiske metoder.

4. Optisk ytstudier av epitaksiella perovskittfilmer.

Veiledere: Prof. Ola Hunderi, Institutt for fysikk (ola.hunderi@phys.ntnu.no)
Postdoc Thomas Tybell (thomas.tybell@fysel.ntnu.no)
Prof. J. Grepstad, Inst. for fysikalsk elektronikk (jostein.grepstad@fysel.ntnu.no)

Vid *Institutt for fysikalsk elektronikk* forskes det på epitaxiell växt av tunnfilmer baserte på perovskiter. Till detta ändamål används "off-axis magnetron sputtering", en teknik som tillåter växt av enkristalina tunnfilmer med atomiskt flata ytor. Ett "problem" r att teknikken ej r lämpad för in-situ RHEED (reflection high energy electron diffraction) analys under själva växten för att dektektera antalet enhetsceller som r deponerte. Därför har vi utveklat en optisk deteksjonsteknik fr dette ändamål basert på Reflection Anisotropy Spectroscopy (RAS), en teknik som det forskes på vid Institutt for fysikk. Denna huvudoppgva har som mål att studera, med hjlp av RAS, perovskiters optiske ytegenskaper. Prosjektet r ett samarbeide mellom Institutt for fysikalsk elektronikk og Institutt for fysikk ved NTNU.

5. Nanoskala etsing av SrRuO₃ i et scanning tunneling mikroskop (STM)

Veiledere: Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)
Postdoc Thomas Tybell (thomas.tybell@fysel.ntnu.no)

For utvikling av strukturer for nanoteknologi-anvendelser er en innfallsvinkel å lage strukturer i konvensjonelle materialer med nanoskala dimensjoner ved hjelp av ulike eksperimentelle teknikker. En variant er å benytte scanning probe teknikker. Scanning probe teknikker, inklusive STM og atomær kraft mikroskopi (AFM), har i de senere år blitt brukt til å lage strukturer på overflater på nanometer skala og til å manipulere individuelle atomer på overflater. Vi har et pågående prosjekt der vi studerer nanostrukturering av perovskitter. Målsettingen er å kunne etse disse materialene kontrollert på nanometerskala og basert på disse etsestrukturene lage epitaksielle nanostrukturer av perovskitter. I oppgaven inngår studier der spissen i et STM benyttes til å etse tynne filmer av perovskittmaterialet SrRuO₃, et ferromagnetisk metall med $T_c \sim 155\text{K}$. Etsingen vil foregå ved å regulere tunnellerings-strømmen mellom spissen og oksidoverflaten. Spesiell vekt vil bli lagt på innvirkningen av stegkanter i overflaten, som er en enhetscelle høye, på etseprosessen. SrRuO₃ kan gros som tynne filmer med store terrasser, ~200nm brede, som er atomært flate med moderne deponeringsteknikker. Dette er et viktig utgangspunkt for å oppnå god kontroll ved utvikling av forskjellige nanoskala strukturer. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk og Institutt for fysikalsk elektronikk ved NTNU.

6. Atomr kraft mikroskopi (AFM) studier av adhesjon mellom funksjonelle grupper og aluminiumsoverflater

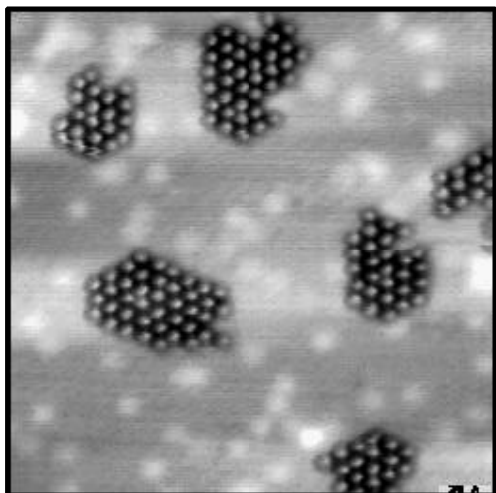
Veiledere: Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)
Forsker Bjørn Steinar Tanem (Bjorn.S.Tanem@sintef.no)

For en del industrielle anvendelser av aluminium er det viktig å kjenne de mekaniske egenskapene til aluminiumsoverflater og ulike typer belegg på disse. I denne oppgaven skal AFM benyttes for å studere adhesjonen mellom ulike funksjonelle grupper, som inngår i polymerbelegg, og aluminiumoksid overflater. AFM, som vanligvis benyttes for å studere topografi på overflater ned til nanometer skala, kan også blant annet benyttes til å måle krefter mellom en spiss og en prøve. Kraftmling med AFM vil være hoveddelen av denne oppgaven. Kraftvekselvirkninger mellom ulike funksjonelle grupper og aluminiumoverflater skal undersøkes i dette prosjektet. Oppgaven er knyttet til et større prosjekt innen "Light Metal Surface Science" ved NTNU/SINTEF/UiO, der en målsetting er å få bedre forståelse av de fundamentale bidragene til adhesjonen mellom et belegg og et substrat.

7. Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier adsorpsjonsprosesser på overflater

iledere: Prof. Anne Borg, Inst. for fysikk (anne.borg@phys.ntnu.no)
Stipendiat Ingeborg-Helene Svenum, Inst. for fysikk
(Ingeborg-Helene.Svenum@phys.ntnu.no)

Adsorpsjons- og dissosiasjonsprosesser er fundamentale trinn i oksidasjon av og andre reaksjoner på overflater. Slike prosesser har ren grunnforskningsinteresse, men er også svært viktige for ulike anvendte problemstillinger knyttet til overflaten av et materiale, eksempelvis i forbindelse med korrosjon og katalyse.



Figuren viser øyer av molkytært oksygen på Pd(111)-overflaten.

I denne oppgaven skal adsorpsjon og dissosiasjon av O_2 og H_2O på enkrystallinske overflater av aluminium studeres ved hjelp av scanning tunneling mikroskopi (STM). STM, som er en eksperimentell teknikk basert på kvantemekanisk tunnelering, tillater studier av struktur av rene og adsorbatdekte overflater på atomær skala. Figuren viser et eksempel på et STM-bilde der ordning av molekylært oksygen på Pd(111) er studert. Siktemålet denne diplomoppgaven er å studere adsorpsjon og dissosiasjon av O_2 og H_2O molekyler på atomære skala på aluminiumsoverflaten med (100) orientering. Til dette arbeidet skal det nye variabel-temperatur STM-instrumentet som nå er installert ved Institutt for fysikk brukes. Dette instrumentet tillater kjøling av prøven til temperaturer lavere enn dissosiasjons-temperaturen for disse molekylene på denne overflaten. Vi har dermed mulighet for å studere både adsorpsjons- og dissosiasjonsprosessen for disse

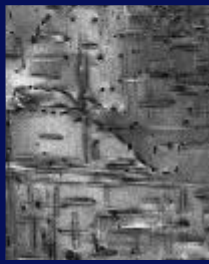
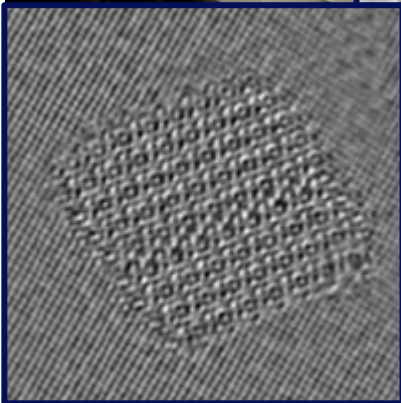
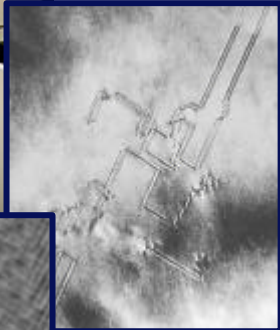
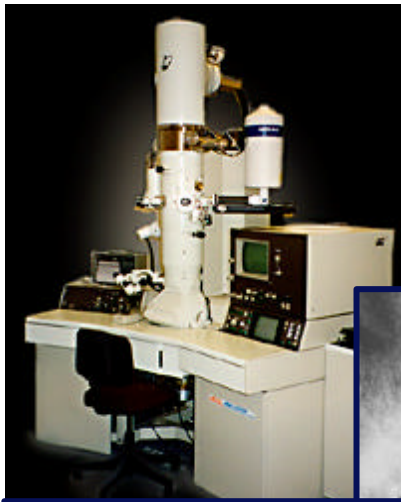
molekylene i detalj som funksjon av temperatur.

Aluminium er valgt fordi dette materialet har en rekke teknologisk viktige anvendelser, både som konstruksjonsmateriale og innen katalyse. I Norge er aluminium et viktig råmateriale, som produseres i store mengder. I oksidert form, som Al_2O_3 , benyttes materialet som bærer i ulike katalysesystemer. Vekselvirkningen mellom aluminium og O_2 eller H_2O er viktig i såvel korrosjons- som katalysesammenheng.

Elektronmikroskopi-gruppa

Holmestad / Tøtdal / Walmsley / Yu / van Helvoort / Wang / Frøseth / Friis / Andrei / Vullum / Hasting / Nyborg i samarbeid med SINTEF Anvendt fysikk (Marioara / (Walmsley) / Andersen / Tanem)

(e-post: randih@phys.ntnu.no, bard.totdal@phys.ntnu.no, john.walmsley@matek.sintef.no, yingda.yu@phys.ntnu.no, a.helvoort@phys.ntnu.no, jian.wang@phys.ntnu.no, anders.froseth@phys.ntnu.no, jesper.friis@phys.ntnu.no, carmen.andrei@phys.ntnu.no, per.vullum@phys.ntnu.no, hakon.hasting@phys.ntnu.no, tanja.nyborg@phys.ntnu.no, calin.d.marioara@matek.sintef.no, sigmund.andersen@matek.sintef.no, bjorn.s.tanem@matek.sintef.no.)



Gruppen arbeider innen materialfysikk med utvikling av avanserte materialer både eksperimentelt og teoretisk. De makroskopiske egenskapene til et materiale har nære og kompliserte sammenhenger med materialets oppbygging på sub-nanometer 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 mye brukt i mikrostudier og materialutvikling.

Vi har en velutrustet lab med tre TEMer, et som vi akkurat nå holder på å ta i bruk (!), og et atomic force mikroskop (AFM), det siste til overflatestudier. Vi har god tilgang på nødvendig regnekraft for interpretasjoner og simuleringer. Vi samarbeider i stor grad med andre grupper på NTNU, SINTEF anvendt fysikk og norsk industri, samt flere grupper i utlandet. Gruppen kan tilby varierte oppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon. Fordypningsemner kan ofte knyttes opp mot materialet og deres egenskaper og velges ved andre institutter

Opgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Studenter vil arbeide med oppgaver nært knyttet til forskningsprosjekter som er igang i gruppa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme å 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 tilsktede bruksegenskapene. Oppgaver vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara, Håkon Hasting.

TEM- studier av høytemperaturstabile Al- legeringer for bruk i CO₂ varmevekslere.

Arbeidet vil primært bestå av karakterisering ved hjelp av transmisjonselektronmikroskopi av slike legeringer som funksjon av tid ved forskjellige temperaturer, og vil skje i samarbeid med Hydro Aluminium A.S. Kontaktperson: Bård Tøtdal.

TEM-studier av Solcelle-Si

Vi starter i år opp et prosjekt på solcelle-silisium i samarbeid med andre grupper ved NTNU som holder på med solcelle-forskning. En viktig parameter for effektiviteten av solceller er å få rent nok silisium med misnt mulig sporelementer/urenheter. Oppgaven går ut på å kvantifisere / posisjonere urenheter i solcelle-silisium. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, Turid Worren, Tanja Nyborg.

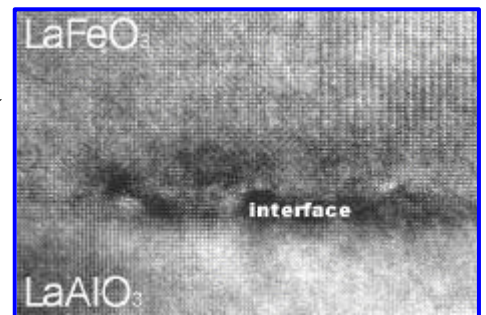
Oxidation during electrostatic bonding

Electrostatic bonding is an important and established technique to bond silicon and Pyrex. It is used to produce microelectromechanical systems (MEMS) like pressure sensors. The aim of this project is to understand the crucial element in the bonding mechanism: the oxidation of the anode material by which a strong and permanent bond is formed.

In the project the oxidation process will be studied using analytical transmission electron microscopy (A-TEM) to visualise small compositional differences in the interfacial region. Silicon-Pyrex bonds and transmission electron microscope samples made in England are available for this project. The student will get familiar with basic TEM and compositional techniques as energy dispersive spectrometry (EDS) and electron energy loss spectrometry (EELS). Contact persons: Ton van Helvoort, Randi Holmestad

TEM-karakterisering av perovskitt-baserte syntetiske materialer

Ved Institutt for fysikalsk elektronikk forskes det på å realisere kunstige materialer med kontrollerbare egenskaper basert på perovskitt-struktur. Innenfor denne materialklassen finner man så forskjellige materialer som høytemperatur superledere, sterkt korrelerte metaller og ferroelektrika. Målet er å skape materialer med nye og forbedrede egenskaper. Dette vil en gjøre gjennom å kontrollere sekvensen av de ulike bestanddeler i de epitaksielle tynnfilmene, dvs vokse hetrostrukturer som inneholder ulike funksjonelle perovskitter i de ulike lagene som bygger opp superstrukturen. I denne oppgaven skal vi studere krystallstruktur og koherens i de ulike tynnfilmene med TEM og korrelere endrede materialeegenskaper med mikrostrukturen. Et av målene er å studere interdiffusjon mellom ulike lag i supergitteret. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikalsk elektronikk og Institutt for fysikk. Hoveddelen av arbeidet vil bli utført ved Institutt for fysikk. Kontaktpersoner: Ton van Helvoort, Per Erik Vullum, Randi Holmestad, Thomas Tybell (thomas.tybell@fysel.ntnu.no), Jostein Grepstad (jostein.grepstad@fysel.ntnu.no)



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 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 (jostein.mardalen@sintef.no), John Walmsley, Yingda Yu

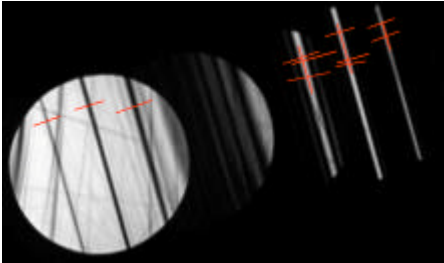
Mikrostruktur av hydrider

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 lettvkts 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. Kontaktpersoner: Jesper Friis, Randi Holmestad, Knut Marthinsen

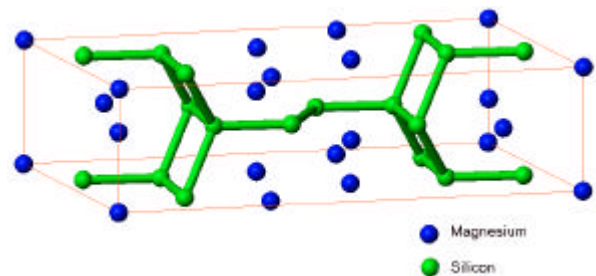
Ferroelastiske keramer

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 hysteresesammenheng mellom spenning og tøyning 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 elektronmikroskopigruppa bruker vi en rekke slike modelleringsteknikker for å øke forståelsen av fysikken bak strukturen av materialer. Oppgaver her omfatter bruk av kommersiell /



egenutviklet programvare for å studere nukleasjon / vekst av faser i Al-Mg-Si-legeringer.

Kontaktpersoner: Anders Frøseth, Jian Wang, Knut Marthinsen, Randi Holmestad

Røntgendiffraksjonsstudier av materialer

Kontakt Frode Mo fmo@phys.ntnu.no

Tidsoppløste studier av prosesser i metalliske materialer

Den ekstreme briljansen av synkrotron stråling gjør det mulig å undersøke dynamiske tilstander og prosesser i materialer. Intens stråling i kombinasjon med raske og effektive detektorer som er utviklet de siste årene er nødvendige verktøy for dynamiske studier til høy oppløsning både i tid og rom, ved diffraksjon, fluorescens eller avbildning. Ved å bruke energirik røntgenstråling med stor

gjennomtrengingsevne kan en følge prosesser både på overflater og i bulk av en massiv prøve (3-D røntgen-mikroskopi). Vi ønsker å undersøke hva som skjer i et metall eller en legering under ekstrudering. Ved ekstrudering presses oppvarmet materiale (eks. Al-legering) med stor kraft gjennom en dyse som kan ha et sylindrisk (stang) eller et rektangulært (belte) tverrsnitt. Prosessene som foregår i det avkjølnende materialet etter ekstrudering har avgjørende betydning for flere viktige materialelegenskaper. Slike prosesser er ikke blitt studert tidligere *in situ*.

Første trinn i arbeidet er å konstruere en ekstruder modellert etter eksisterende teknisk utstyr. Planleggingen av arbeidet og vurdering av komponentene er i gang. Bygging av utstyret kan starte høsten 2003. En prosjektoppgave vil kunne bestå i: beregninger for dimensjonering av prøvekommer, deltakelse i bygging og skriving av programmer for styring av ekstruder.

Norges forskningsråd er søkt om bevilgning til en post-dok. stilling på dette prosjektet.

Strukturstudier av ferroelastisk organisk forbindelse

Vi undersøker ferroiske forbindelser ved en-krystall røntgendiffraksjon for å karakterisere forandringer i molkylstruktur som inntreffer ved en faseovergang. For disse arbeidene har vi utviklet en gasstrøm termostat prøvecelle med kontroll av relativ fuktighet og utstyr for å legge et elektrisk DC-felt over krystallprøven. Denne cella er testet og fungerer godt. Den mest aktuelle forbindelsen for en prosjekt-/diplomoppgave er et organisk hydrat som vi antar er ferroelastisk. Ved faseovergangen skjer en reversering av polariteten som trolig medfører forskyvninger av relativt store atomgrupper. Det skjer uten forandring av krystallsymmetri. Dette er en sjelden og interessant strukturell faseovergang.

En prosjektoppgave vil bestå i å sette seg inn i emnet røntgendiffraksjon, som er hovedmetoden for å studere struktur på atomnivå, delta i diffraksjonsarbeidene på krystaller som vi har, arbeide med datasettene og raffinere strukturene fra disse settene for å beskrive i detalj hva som skjer ved faseovergangen. Programmer for analyser av data, raffinering av struktur og diverse grafikk finnes.

GRUPPE FOR KOMPLEKSE MATERIALER

Gruppe for komplekse materialer representerer forskning og vitenskap i fysikk ved instituttet som arbeider innen grunnleggende materialvitenskap, med spesiell fokus på myke materialer og komplekse systemer, nanovitenskap og nanoteknologi og potensielle anvendelser av dette. Gruppen omfatter vitenskapelig ansatte (6 faste vitenskapelig ansatte, for tiden 3-4 postdocs og et titalls stipendiater) som samarbeider om eksperimenter, simuleringer og teori.

Følgende faste vitenskapelige ansatte ved institutt for fysikk er medlemmer av gruppen (Februar 2003):

- Arnljot Elgsæter, Professor i biologisk fysikk
- Jon Otto Fossum, Førsteamanuensis i eksperimenter i kondenserte fasers fysikk (Gruppeleder)
- Alex Hansen, Professor i teoretisk fysikk
- Arne Mikkelsen, Professor i biologisk fysikk
- Steinar Raaen, Professor i eksperimenter i kondenserte fasers fysikk
- Kim Sneppen, Professor i teoretisk fysikk (permisjon 2002-03)

Gruppen er nært knyttet til det nasjonale programmet for

”Komplekse systemer og myke materialer”



<http://www.phys.ntnu.no/CPX>

Dette nasjonale programmet for komplekse systemer og myke materialer er et samarbeid mellom tre forskningsgrupper i Norge: Gruppen for komplekse systemer og myke materialer ved Universitetet i Oslo (UiO), Gruppen for komplekse (systemer og myke) materialer ved NTNU og fysikkavdelingen ved Institutt for energiteknikk (IFE).

Siden Januar 2003 har det nasjonale programmet for ”Komplekse systemer og myke materialer” fått status og bevilgninger som et Strategisk Universitets Program (SUP) fra Norges Forskningsråd. Denne bevilgningen er gitt basert på en grundig evaluering av anerkjente internasjonale eksperter. SUP bevilgningen innebærer en formell anerkjennelse av betydningen av vårt vitenskapelige arbeid for det internasjonale og for det norske samfunnet.

COMPLEX samarbeider også nært med vitenskapelige grupperinger i København (Niels Bohr instituttet og NORDITA), i Frankrike (f.eks. Ecole Normale Supérieure i Paris, Université de Nice, Université de Rennes 1 og ved ESRF i Grenoble), i Brasil (Universidade de Brasília), i USA (University of Arizona, Brookhaven National Lab, etc) og i flere andre land.

Vi kan derfor tilby hovedoppgaver/diplomer både

- internt ved NTNU Institutt for fysikk,
- ved UiO Fysisk institutt,
- ved IFE, Kjeller, fysikkavdelingen,
- i København,
- i Frankrike,
- i Brasilia,

- eller andre steder etter eventuelt ønske.

I alle disse tilfellene vil hovedveileder aktivt være en av de nevnte ovenfor, selv om arbeidet fysisk foregår et annet sted enn ved NTNU.

Gruppen for komplekse materialer ved institutt for fysikk, NTNU fokuserer for tiden blant annet på problemstillinger innenfor følgende hovedområder av moderne fysikk:

- **Nanopartikler: Biologiske partikler (proteiner, DNA/RNA, polysakkarider, lipid/vesikler), geologiske partikler (leire, mineraler), og idealiserte syntetiske partikler**
Eksempler på biologiske nanopartikler (livets molekyler): Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipider/vesikler (fett). Disse molekylene tar mange former. Proteinene gjør arbeidet og sørger blant annet for kommunikasjon i en levende celle. DNA er bærer av "minnet" og styrer sammen med RNA det hele, inklusive hvilke proteiner som blir syntetisert. Lipider danner membraner som fysisk omslutter alle celler og mikroorganismer (diameter ned til ca 1 μm). Cellemembrantykkelsen er ca 5 nm. Vi ønsker å forstå disse "medspillerne", og hvorledes de vekselvirker med hverandre. Dette inkluderer proteinfolding, protein-protein vekselvirkninger, protein-DNA vekselvirkninger og organisering på høyere nivå som f.eks. genetiske "switcher" og molekylære nettverk.
- **Myke materialer og kollektiv oppførsel:** Myke materialer som resultat av vekselvirkninger mellom nanopartikler. Et eksempel på et mykt kondensert medium er leire. Leire er mykt, dvs makroskopisk ikke-krystallinsk, og viser en fascinerende og fantastisk rik oppførsel under forskjellige betingelser. Gitt at verden er full av leire, er det overraskende hvor lite som faktisk er kjent om dens fysiske egenskaper. Hvordan oppfører myke materialer seg når ytre krefter påtrykkes, f.eks. ytre elektrisk felt, magnetfelt, eller påtrykte spenninger eller deformasjoner (rheologi)? Vi har også en pågående aktivitet innen granulære mediers fysikk hvor vi studerer disse både i tørr og våt form. Fundamental forskning på dette er av nyere dato og stadig oppdages det overraskende effekter og sammenhenger. Vi arbeider også med det "inverse" problemet, nemlig porøse mediers fysikk, hvor vi studerer hvordan væsker og gasser beveger seg gjennom disse.
- **Sprekkvekst og sprekkmorfologi:** Et godt eksempel på et fysisk kollektivt fenomen er sprekkvekst: Når et materiale svikter under mekanisk stress (spenning), utvikles sprekker på grunn av spenningsfeltet. Spenningsfeltet utvikles (forsterkes) i sin tur av oppsprekningen; man får en runddans. Det vil si, "prosessen drar seg selv opp etter håret". Dette gir seg til syne gjennom hvordan sprekker ser ut (deres morfologi): Det viser seg at sprekkoverflater kan karakteriseres gjennom visse parametere som er uavhengig av materialet som sprekker opp. Vi har studert dette fenomenet gjennom mange år, men allikevel mangler mengder av viktige spørsmål svar.
- **Komplekse prosesser på overflater:** Materialers vekselvirkning med omverdenen foregår via overflaten. Det er derfor viktig å kartlegge og forstå egenskapene til ulike overflater. Hvordan vekselvirker atomer og molekyler med rene overflater, og hvordan resulterer vekselvirkninger mellom atomer på rene overflater i selv organiserte komplekse strukturer? Hvordan kan en overflates elektroniske og strukturelle egenskaper endres ved dannelse av nanostrukturerte overflatelegeringer? Hvordan kan en overflate skreddersys for at en gitt kjemisk reaksjon på overflaten skal være mest mulig effektiv (heterogen katalyse)? Likeledes kan en katalysator brukes til å redusere uønskede miljøskadelige reaksjonsprodukter.

For å kartlegge og å forstå disse og andre fysiske fenomener, anvender vi blant andre følgende verktøy:

- Teoretiske beregninger stort sett basert på statistisk mekanikk

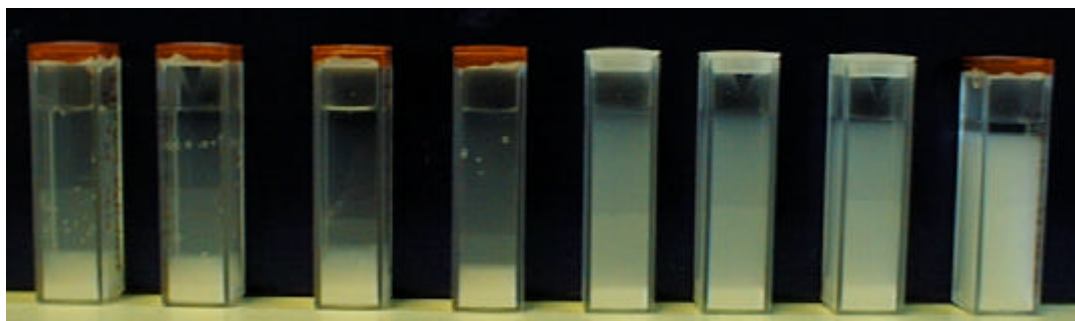
- Numerisk fysikk
- Eksperimentelle teknikker som f.eks.:
 - Rheologiske teknikker for studier av makroskopisk oppførsel.
 - Videomikroskopi og annen makroskopisk visualisering og analyse.
 - Lysspredning og elektrooptiske metoder for kartlegging og analyse av struktur og dynamikk på nano- og mikrometerskala
 - Synkrotron røntgenspredning ved ESRF i Frankrike og ved andre synkrotronkilder for kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
 - Nøytronspredningsteknikker ved IFE, Kjeller, for komplementær kart-legging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
 - Nanopartikkelkontroll og analyseteknikker, f.eks. fraksjonering og kraftmikroskopi (AFM).
 - Elektrondiffraksjon (LEED), og XPS og UPS (røntgen- og UV-fotoemisjon) for overflatestudier.
 - Termisk desorpsjon (TPD) av gasser fra faste overflater.
 - Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflatereaksjoner.

Vi tilbyr prosjektoppgaver og hovedoppgaver/diplomoppgaver innenfor alle prikkpunktene ovenfor, og tilbyr både fysikkoppgaver, rene instrumenteringsoppgaver inkludert instrument-programmering, og kombinasjoner av dette. Noen aktuelle oppgaver for 2003 er som følger:

I. Fysikkoppgaver:

1. 3 delprosjekt innen studier av væskekrystallfaser i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler:

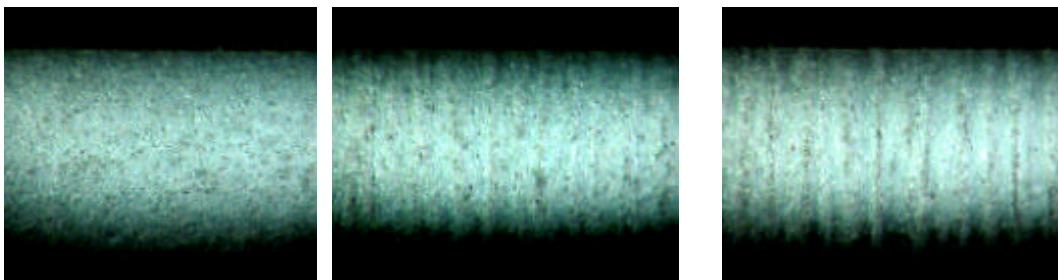
Dette prosjekter som er Dr.ing prosjekt for stipendiat Davi de Miranda Fonseca, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i vann i strukturer tilsvarende dem som danner grunnlaget for moderne LCD flatskjermer. I tillegg til stipendiat Fonseca, arbeider også post.doc Yves Meheust på dette prosjektet ved NTNU. Hovedoppgaven skjer mest naturlig ved NTNU, men det er også mulig å definere oppgaver innenfor dette prosjektet ved UiO, IFE eller deltid ved ESRF. Det følgende bildet viser hvordan slike væskekrystallfaser manifesterer seg makroskopisk, og hvordan optiske egenskaper til en løsning av leirepartikler i vann kan "tunes" ved hjelp av saltinnhold. Alle prøvene i dette inneholder 3% syntetisk leire i form av skiveformede nanopartikler i 97% vann. Økende NaCl saltinnhold fra venstre mot høyre:



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førsteamanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU). Medveiledere Post.doc. Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no), (begge realfagbygget NTNU)

2. 3 delprosjekt innen studier av elektrorheologiske fenomener i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler:

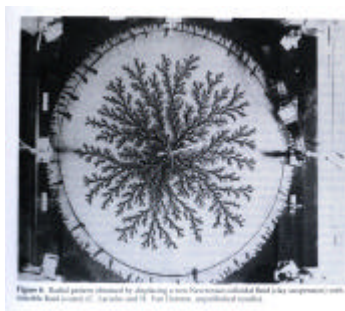
Dette prosjektet som er Dr.ing prosjekt for stipendiat Kanak Parmar, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i olje i strukturer når elektriske felt påtrykkes. Dette er et eksempel på et såkalt smart materiale basert på design av nanopartikler, med mange mulige anvendelser i moderne materialteknologi. I tillegg til stipendiat Parmar, arbeider også post.docene Yves Meheust og Renaud Touissant på dette prosjektet ved NTNU. Hovedoppgaven skjer mest naturlig ved NTNU, men det er også mulig å definere oppgaver innenfor dette prosjektet ved UiO, IFE eller deltid ved ESRF. Bildene nedenfor viser videomikroskopi av strukturell kjededannelse for et slikt system: Påtrykt elektrisk felt var < 2kV og "prøvehøyden" var 1mm. Fra venstre til høyre var tiden henholdsvis 0 sek., 40 sek. og 80 sek. Utvikling av kjededannelse med tiden kan ses tydelig.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førstemanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU). Medveiledere Post.doc. Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Kanak Parmar (kanak.parmar@phys.ntnu.no), (begge realfagbygget NTNU).

3. Eksperimentelle studier av hydraulisk oppsprekking av geler av syntetisk leire:

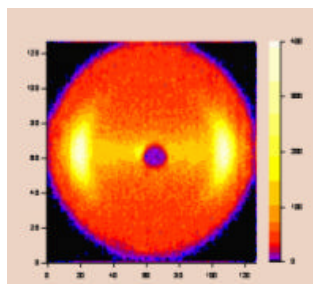
Laponitt er en syntetisk leire som danner gjennomsiktige geler med så lite som 1% leireinnhold i 99% vann. Det er av fundamental interesse å forstå hvordan fluider trenger inn i slike geler, og slik fysikkforståelse kan ha klare anvendelser f.eks. i oljeindustrien. Dette prosjektet omfatter eksperimentelle videostudier av fluidinntrengning i slike geler når fluidhastighet og fluidtrykk endres. Ved å variere fluidtrykk og hastighet har vi gjort foreløpige studier av en overgang mellom fingerdannelse og oppsprekking i slike systemer, og vi fortsetter disse studiene. Dette prosjektet skjer i nært samarbeid med COMPLEX gruppen ved UiO, og oppgaven kan derfor helt eller delvis foregå ved fysisk institutt ved UiO. Post.doc. Renaud Touissant ved NTNU arbeider nå aktivt med dette prosjektet. Bildet viser eksempel på mønsterdannelse når en fluid injiseres fra sentrum trenger inn i en leiregel mellom to glassplater. Dimensjoner ca 30x30 cm²



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førstemanuensis Jon Otto Fossum. Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU. Medveiledere er professorene Knut Jørgen Måløy (k.j.maloy@fys.ntnu.no) og Eirik Grude Flekkøy (e.g.flekkoy@fys.uio.no) (ved UiO Fysisk Institutt), post.doc Renaud Toussaint (renaud.toussaint@phys.ntnu.no) (Realfagbygget NTNU) samt professor Alex Hansen (alex.hansen@phys.ntnu.no) (Realfagbygget NTNU).

4. Småvinkel nøytron spredning (SANS) studier av porestrukturer av nano-lagdelte silikatpartikler:

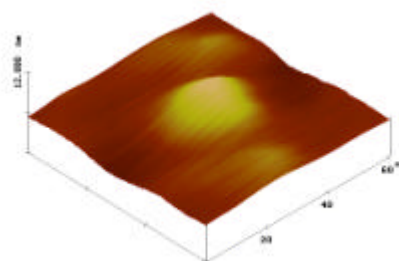
Dette prosjektet er i samarbeid med COMPLEX-gruppen ved fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller og er en fortsettelse av to diplomprosjekter som har gått over de to siste årene (2001 og 2002). Prosjektet omhandler studier av nanoporøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon av vann i slike systemer. Forståelse av slik problematikk har anvendelser innen materialteknologi og er også av interesse for oljeindustri. Post.doc Yves Meheust er knyttet til dette prosjektet lokalt ved NTNU. Det følgende bildet viser et eksempel et 2-dimensjonalt SANS diffraksjonsopptak fra nylige studier ved IFE. Slike diffraksjonsmønstre gir informasjon om vanninnhold i nano-porer i materialer, i dette tilfellet syntetisk leire.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førstemanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU). Medveiledere er seniorforskerne Kenneth Knudsen (knudsen@ife.no) og Geir Helgesen (geirh@ife.no) (ved IFE, Kjeller).

5. Kraftmikroskopi (AFM)

Gruppen for komplekse materialer er i ferd med å anskaffe et kraftmikroskop (AFM: Bildet til venstre nedenfor). Vi har flere prosjekter som "venter" på dette instrumentet, men "ankomsttid" for denne AFM'n er uklar når dette skrives i oktober 2002, slik at ingen av disse prosjektene konkretiseres her. Bildet til høyre nedenfor viser en nano partikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet av oss tidligere vha en innleid AFM:

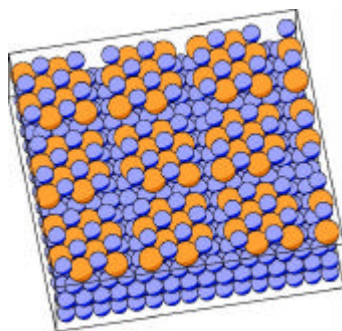


Dersom gruppen's AFM ankommer tidlig nok i vårsemesteret 2003, kan flere oppgaver innen moderne nanovitenskap settes i gang på dette instrumentet.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førstemanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

6. Elektroniske egenskaper av nanostrukturerte metalloverflater

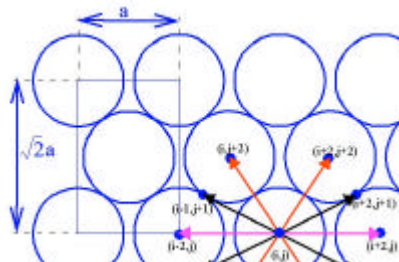
Prosjektet gjelder blant annet studier av gassadsorpsjon på overflatelegeringer med struktur på nanometerskala. Et interessant system er f.eks. La/Rh(100). Først blir ca. 1 monolag med La deponert på overflaten til en Rh(100) enkrystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike gasser f.eks. O₂, CO eller CO₂ studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjons-energi undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er bl.a. å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for reelle katalysator-systemer, og som er teknologisk viktig i energi- og miljø-sammenheng.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet er professor Steinar Raaen. (Email: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, Rom E3-174 Realfagsbygget NTNU).

7. Monte-Carlo simulering av termisk desorpsjon av molekyler fra overflater

Tolkning av desorpsjonsdata ved desorbering av adsorberte gassmolekyler fra en overflate er kompliserte av flere grunner. Et adsorbent molekyl kan sitte på ulike steder på en flate (f.eks. rett over et substrat-atom eller mellom to atomer) som har ulik adsorpsjonsenergi. Likeledes vil vekselvirkning mellom adsorberte molekyler ha stor betydning. Videre kommer at molekyler kan dissosiere når det adsorberer på en flate, mens andre adsorberer i molekylær form. Slike prosesser kan simuleres på et overflategitter hvor det kan tas hensyn til nabovekselvirkninger og forskjellig desorpsjonsenergi for ulike gitterposisjoner.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet er professor Steinar Raaen. (Email: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, Rom E3-174 Realfagsbygget NTNU). Medveileder er professor Alex Hansen. (Email: alex.hansen@phys.ntnu.no).

8. Fotoelektronmikroskopi av overflatereaksjoner

Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av katalysatorer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala må tas i betraktning. Dette gjelder for eksempel transport av atomer og molekyler langs overflaten. Et fotoemisjon elektronmikroskop (PEEM) vil bli brukt til å se på konsentrasjons-variasjoner av ulike molekyler på overflater. Tidsvariasjoner av reaksjonsmønstre kan observeres i "real time". Et eksempel på en gassreaksjon er oksydasjon av CO på en platina overflate.

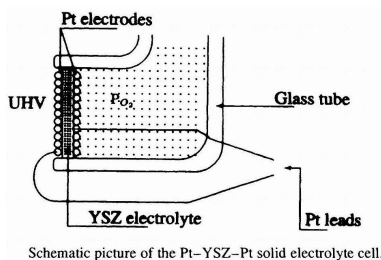


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet er professor Steinar Raaen. (Email: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, Rom E3-174 Realfagsbygget NTNU)

9. Overflate-egenskaper av oksygenledende faststoffelektrolytter

Studier av faststoff-elektrolytt-celler ved bruk av overflate-analysemetoder har relevans for katalytiske prosesser så vel som for brenselcelle-teknologi, og har derfor relevans for miljøvennlig energiutnyttelse. Dette prosjektet legger

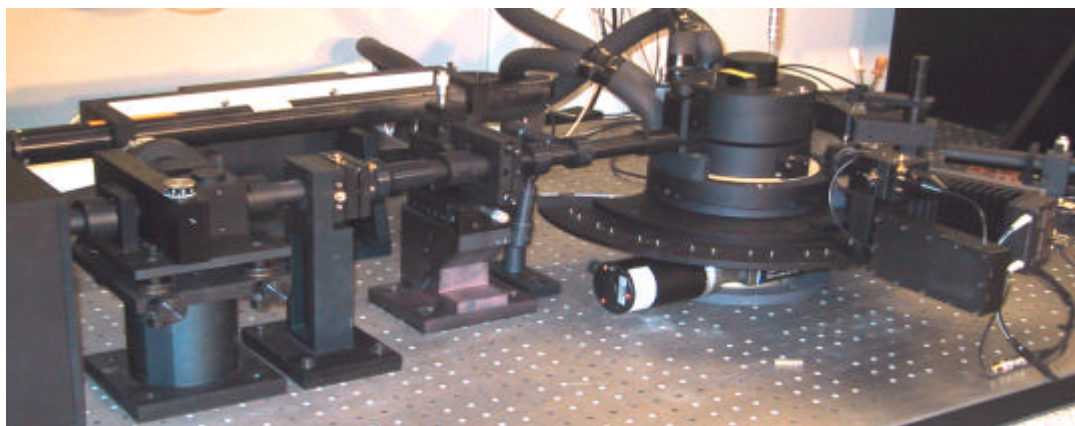
vekt på studier av innflytelsen av elektroniske egenskaper på katalytisk aktivitet og selektivitet, ved å undersøke elektrodene på cellen under ulike operasjonsbetingelser. Figuren til høyre viser en skisse av cellen hvor den aktive elektrodene er på ultra-høy-vakuums (UHV) siden. Oksygen (eller luft) tilføres på baksiden av cellen, og oksygenstrømmen og overflate-egenskapene til den aktive elektrodene kan varieres ved å påtrykke en elektrisk spenning over cellen.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet er professor Steinar Raaen. (Email: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, Rom E3-174 Realfagsbygget NTNU).

10. Dynamisk egenskaper til biologiske nanopartikler studert vha. statisk og dynamisk lysspredning

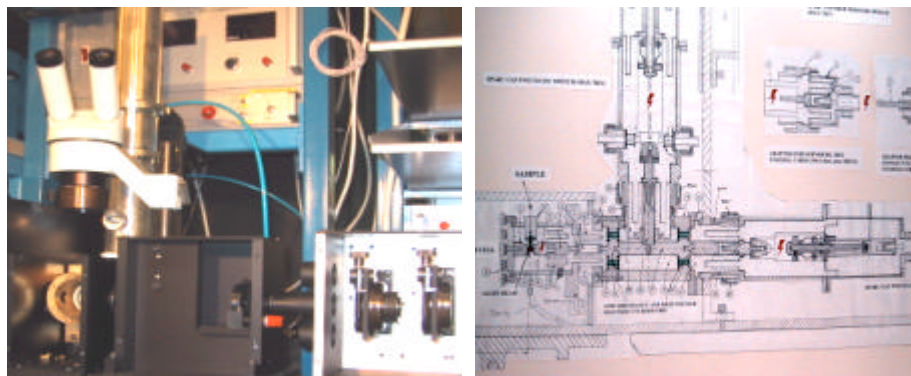
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot A) Det kjedeformede strukturelle proteinet spektrin og dets komponenter, B) laponitt og C) visse spesialiserte lipidvesikkelsystemer. For slike målinger disponerer vi et state-of-the-art kommersielt instrument fra ALV, Tyskland.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU).

11. Elektrooptiske egenskaper til nanopartikkelsystemer

Måling av elektro-optiske egenskaper gir først og fremst informasjon om rotasjonsdynamikken til nanopartiklene. Fokus for tiden er delvis knyttet til nanopartikler av biologisk opphav og delvis knyttet til syntetisk og naturlig laponitt. Den eksisterende instrumentering gir også unike muligheter når det gjelder studier av den kollektive dynamikken til laponitt i de ulike gelfasene.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU), stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU) og førsteamanuensis Jon Otto Fossum.(Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

12. Fryse-etse elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

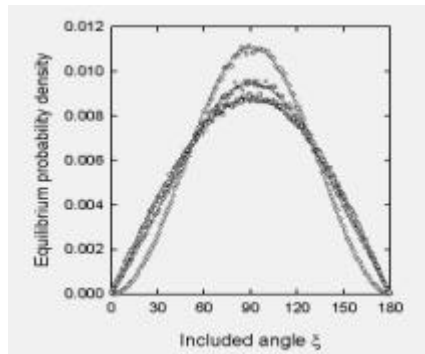
Karotenfosfolipider (antioxidant mot mutagen kreft) og astaxanthin-derivat (mulig hjertemedisin) danner vesikulære nanopartikler. Kartlegging av i hvilken grad disse vesiklene består av multilag eller singellag vesikler er viktig for forståelsen av de funksjonelle mekanismene til disse stoffene. Fryse-etse elektronmikroskopi er eksepsjonelt vel egnet for slike studier. Complex har lang erfaring med bruk av denne teknikken og disponerer det eneste instrument i landet for denne typen prøvepreparering.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere: Stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU) og Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU.

13. Numerisk modellering av nanopartikkelsystemers dynamikk

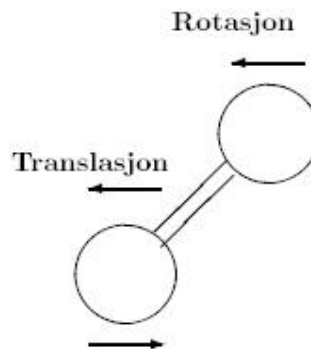
De karakteristiske relaksasjonstidene for middels store nanopartikler ligger i tidsområdet 1 – 1000 mikrosekund. Dette innebærer at det i praksis kun er mulig å modellere dynamikken til slike systemer numerisk ved hjelp av Brownsk dynamikk simuleringer. Detaljerte studier av de fleste nanopartikler krever at partiklene modelleres som ikke-sfæriske. Det er her av stor interesse å finne fram de mest effektive algoritmene for studier av nanopartikler med og uten holonomiske (stive) føringer. Store deler av de nødvendig programkoden er ferdigutviklet. Koden er laget i FORTRAN og er skrevet av AE. Oppgaven vil i hovedsak bestå av en videreføring av dette arbeidet.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU).

14. Den generaliserte mobilitetstensoren til ikke-sfæriske nanopartikler

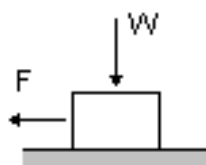
En av de aller viktigste parameterne innen Brownsk dynamikk er den generaliserte mobilitetstensoren til nanopartikler hvor både partikkelens translasjon og rotasjon er inkludert. Etablering av effektive algoritmer for detaljert beregning av denne tensoren for ikke-sfæriske nanopartikler er derfor viktig for alle typer studier av dynamikken til realistiske nanopartikkelgeometrier. To like kuler forbundet med en stiv stav (rigid dumbbell) er en enkel, men meget god modell for testing av effektiviteten og nøyaktigheten til forskjellige mulige algoritmer for beregning av den generaliserte mobilitetstensoren til ikke-sfæriske nanopartikler. Den mest lovende motoden for å beregne mobilitetstensoren er basert på den såkalte CBLBEB-metoden og Connolly's program. Det siste programmet er kommersielt tilgjengelige, men må etableres og testes for de aktuelle problemstillingene.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU).

15. Nanofriksjon:

Friksjon er mye mer enn det man lærte i første klasse. Faktisk er tribologi – friksjonslære – et meget aktivt forskningsfelt. Det aspektet vi ønsker å studere i dette prosjektet er hvordan morfologien (utseendet) til overflatene som er i kontakt påvirker kreftene som oppstår mellom flatene. Vi ønsker å studere dette på en skala hvor enkeltatomer blir viktige, altså, nanoskala. Dette vil vi gjøre numerisk gjennom å bruke molekylærdynamikk.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Email: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel: 73593649, rom E5-123, Realfagsbygget, NTNU).

16. Sprekkruhet:

I løpet av 2002 har vi konstruert en teori for skaleringsegenskapene man observerer eksperimentelt i sprekkoverflater. Kort sagt går disse ut på at den typiske lengdeskalaen normalt på sprekkoverflaten går som lengdeskalaen man ser på langs sprekkoverflaten opphøyet i 0.8. Denne teorien har åpnet for en mengde nye ideer som må undersøkes. Dette prosjektet vil gå ut på å teste ut disse ideene numerisk og teoretisk.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Email: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel: 73593649, rom E5-123, Realfagsbygget, NTNU).

17. Aksjemarkedets dynamikk:

I samarbeid med Johan Hauknes, STEP-gruppen (Studies in technology, innovation and economic policy) er vi i ferd med å utvikle en modell hvor vi ser på aksjemarkedet som et statistisk mekanisk system. Målet med modellen er å prøve å identifisere hva det er som driver store fluktasjoner. Dette faller inn under det nye feltet "econophysics."



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Email: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel: 73593649, rom E5-123, Realfagsbygget, NTNU).

18. Monte-Carlo algoritme for XY-modellen:

Wang og Landau publiserte i fjor en algoritme for å finne tilstandstettheten numerisk for diskrete spinn-systemer [Phys. Rev. Lett. 86, 2050 (2001)]. Denne algoritmen virker svært lovende og vil kunne gjøre tilgjengelig en rekke problemer som tidligere ikke har kunnet blitt studert. Men, den har et problem: Hvordan kan man implementere den for kontinuerlige systemer slik som XY-modellen? I samarbeid med Professor George Batrouni, Université de Nice-Sophia Antipolis, vil vi i dette prosjektet forsøke å generalisere algoritmen til slike systemer.

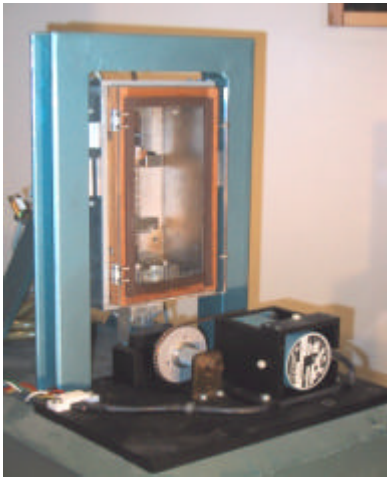
Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Email: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel: 73593649, rom E5-123, Realfagsbygget, NTNU).

II. Instrumenteringsoppgaver:

Alle de eksperimentelle oppgavene nevnt ovenfor i punkt 1. omfatter noe instrumentering og instrumentprogrammering (LabView eller LabWindows) i tillegg til dataanalyse for fysikk-interpretasjon. Her følger noen RENE instrumenteringsoppgaver:

19. Pendel viskoelastometer

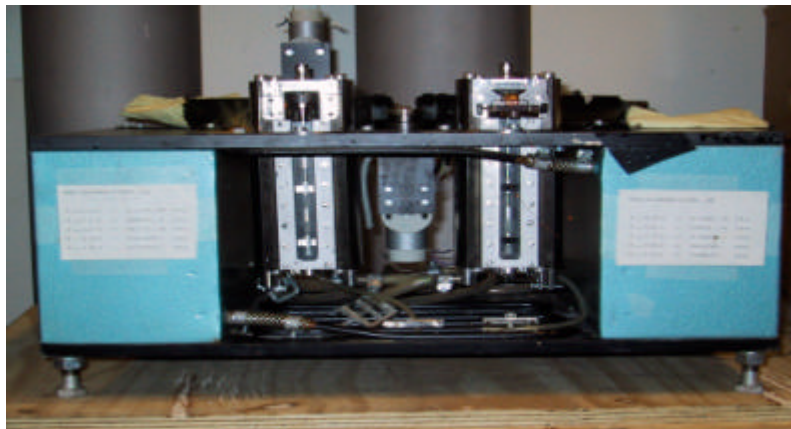
Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer i frekvensområdet 0,01-3 Hz. Instrumentet kan i tillegg måle stress- og strain relaksasjon. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven omfatter oppbygging av et topp moderne datasystem (PC) for instrumentkontroll og datainnsamling ved bruk av LabView eller Labwindows.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU), og Førsteamanuensis Jon Otto Fossum (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

20. Høgfrequens (100 – 10 000 Hz) viskoelastometer

Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer for 10 jevnt fordelte resonanser frekvenser (høy-Q) i frekvensområdet 100-10000 Hz. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven omfatter oppbygging av et toppmoderne datasystem (PC) for instrumentkontroll og datainnsamling ved bruk av LabView eller LabWindows.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og Førsteamanuensis Jon Otto Fossum (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

21. Ultrahøgfrequens (10 -200 kHz) viskoelastometer

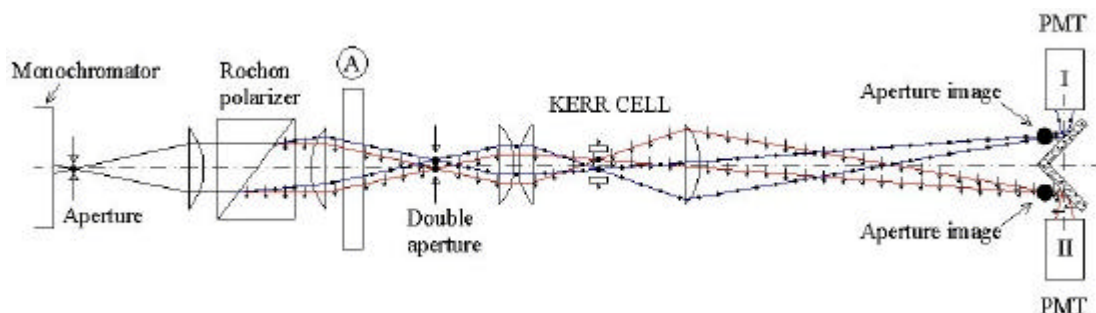
Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer for resonanser frekvenser (høy-Q) i frekvensområdet 10-200 kHz. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven omfatter oppbygging av et topp moderne datasystem (PC) for instrumentkontroll og datainnsamling ved bruk av LabView eller LabWindows.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og Førsteamanuensis Jon Otto Fossum (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

22. Videreutvikling og utprøving av elektrooptisk instrumentering for studier av nanopartikkelstruktur og -dynamikk

Et nytt "state-of -the-art" instrument for måling av elektrisk induisert dikroisme og dobbeltbrytning er blitt designet og er under bygging ved COMPLEX, NTNU. I tillegg til disse standardmetodene er instrumentet bygget for også å måle elektrisk induisert sirkulær dikrosime (CD), noe som aldri tidligere er blitt gjort, men som vil kunne gi viktig tilleggsinformasjon om intrapartikkel strukturell dynamikk i nanopartiklene. Instrumentet vil også kunne brukes til å måle stasjonær CD. Prinsippsskisse av de optiske hovedkomponentene:



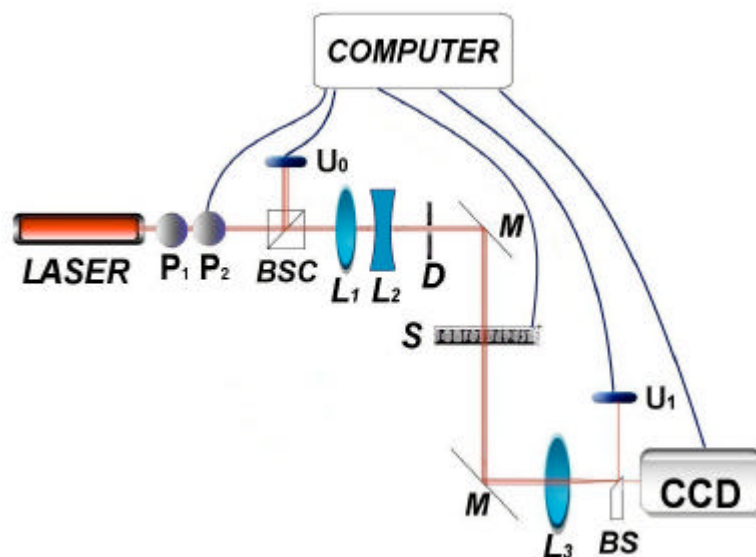
Fotoelastisk modulator. PMT= Photo Multiplier Tube. Bølgelengdeområde: 190-700nm.

Oppgaven gir bred instrumenteringserfaring innen elektrooptikk og moderne databasert instrumentkontroll og datainnsamling (LabWindows).

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU) og stipendiat Sine Nalum Naess (Email: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, Rom E3-165 Realfagsbygget, NTNU).

23. Oppsett og kalibrering av lab for småvinkel lysspredning (SALS):

Vi har nylig etablert en lab for småvinkel lysspredning (SALS) ved institutt for fysikk NTNU. Dette laboratoriet blir meget god egnet til å studere diffraksjonsmønstre fra myke materialer dannet av strukturer av nanopartikler. Det eksperimentelle oppsettet for SALS er skissert i følgende figur (S er prøven som studeres, og detektoren er et avansert CCD digitalt videokamera for direkte avbildning av diffraksjonsmønstre), og dette prosjektet vil bestå av å kalibrere og å utprøve denne apparaturen på kjente modellsystemer. Prosjektet omfatter en god del LabView programmering. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk er en fordel.

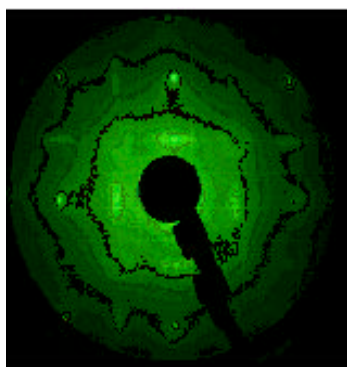


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førsteamanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

24. Diffraksjonseksperimenter: Billedinnsamling, –behandling, og –analyse.

Dette prosjektet omhandler digital billedanalyse av diffraksjonsmønstre. Dette er av stor interesse både mht studier av overflater, og mht laser diffraksjonseksperimenter som beskrevet ovenfor. Ved hjelp av digitalt kamera kan bilder av lys- og elektrondiffraksjon innsamles og analyseres. Lav-energetisk elektrondiffraksjon (LEED) brukes til å studere ordning av atomer ved overflaten av faste stoffer. Diffraksjonsbildet dannes på en fosfor-skjerm som kan avfotograferes med et lysfølsomt kamera, som vist i det følgende bildet til venstre. Til høyre vises en intensitetsprofil fra småvinkel laser diffraksjon fra et elektrorheologisk system, hvor diffraksjonsmønsteret avbildes direkte i kameraet vha egnet optikk (dvs ikke via en fosforskjerm).

Intensitetsprofiler bestemmes ved behandling og analyse av de digitale bildene, og dette prosjektet handler om "framegrabbing" og utprøving av egnet software for pålitelig billedbehandling.



Kontaktpersoner og hovedveiledere for dette prosjektet er professor Steinar Raaen, (Email: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, Rom E3-174 Realfagsbygget NTNU), og førsteamanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

25. Oppsett og kalibrering av lab for dynamisk lysspredning (DLS) beregnet for studier av langsom dynamikk i myke materialer.

Dette prosjektet omhandler videreutvikling av og en kombinasjon av deler av prosjektene l) og m) umiddelbart ovenfor. Prosjektet er motivert ut fra interessen for studier av dynamikk av systemer av nano partikler i løsning: Tradisjonelle dynamisk lysspredningsteknikker (DLS-teknikker) takler ikke langsom dynamikk slik som man finner i

systemer av nanopartikler ved store partikkelkonsentrasjoner (f.eks. geler). I slike tilfeller må spesielle CCD digitale videokameraer, slik som beskrevet under SALS prosjektet ovenfor, benyttes som detektor, og man kan utføre tids- og prøvemidling ved å matche avbildet dynamisk speckle størrelse til CCD kameraet's pixelstørrelse. Dette prosjektet vil i hovedsak omfatte programmering for datainnsamling fra CCD pixler for automatisk midling og kalibrering mot kjente nano partikkel systemer. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk kan være en fordel.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Førsteamanuensis Jon Otto Fossum. (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

III. Kjemi/bio oppgaver:

26. Fraksjonering av nanopartikler

Fysisk karakterisering av nanopartikkelsystemer er generelt desto enklere dess mere homogen partikkelegenskapene er, dvs. dess smalere størrelsesfordelingen er. De fleste naturlig forekommende typer leire består av laponittpartikler med størrelser som spenner over et relativt vidt område, dvs. størrelsesfordelingen er polydispers. Det er derfor viktig å utarbeide fraksjoneringsmetoder som gjør det mulig å framstille størrelsesfraksjoner hvor nanopartiklene med god tilnærming har samme størrelse. Denne oppgaven består i å prøve ut forskjellige gelfiltreringer (size exclusion) med tanke på få framstilt prøver (fraksjoner) inneholdende laponitt nanopartikler som er mest mulig like. Vi benytter også metoden til karakterisering og fraksjonering av proteiner.

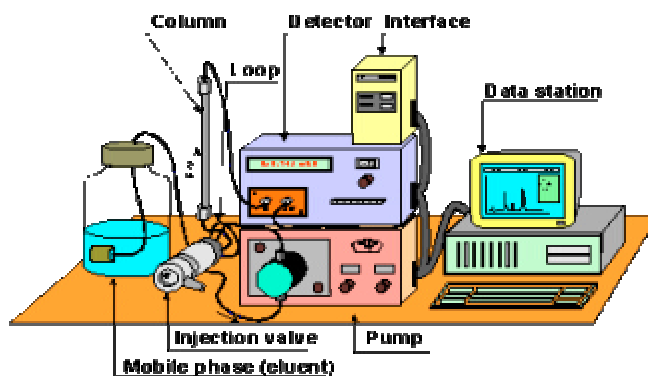


Figure copyright: http://hplc.chem.shu.edu/NEW/HPLC_Book/index.html

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: professor Arne Mikkelsen (Email: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, Rom D4-153 Realfagsbygget, NTNU). Medveiledere: Professor Arnljot Elgsæter. (Email: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, Rom E3-169 Realfagsbygget, NTNU), og Førsteamanuensis Jon Otto Fossum (Email: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, Rom E3-160 Realfagsbygget NTNU).

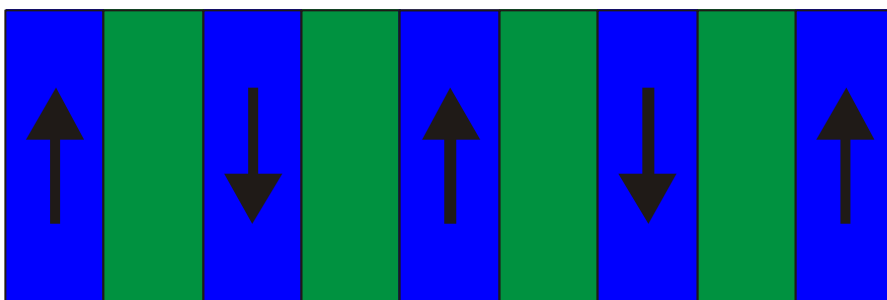
SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

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 spinnen 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.



Figur 1: Lagdelt nano-skala ferromagnetisk/normal metall struktur. Lengden til hvert lag er så liten som 10 atomer. De blå lagene er ferromagneter med innbyrdes anti-parallele magnetiserings-retninger. De grønne lagene er normale metaller. Et eksternt magnet-felt kan snu alle magnetene i samme retning og forandre den elektriske motstanden til strukturen.

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 viktig problem-stilling kan være det følgende. Ett elektron som passerer en ferromagnet opplever en elektrisk motstand som er avhengig av retningen til spinnen til elektronet. Motstanden kan være større (i noen tilfeller også mindre) dersom spinnen er i samme retning som magnetiseringen i forhold til når spinnen er motsatt rettet magnetiseringen. Det betyr at ferromagneten påvirker elektronet med en spinn-avhengig kraft. På den annen side kjenner vi Newton's 3. lov i klassisk fysikk som sier at kraft er lik motkraft. Det vil derfor også være et moment på retningen til magnetiseringen til ferromagneten dersom en strøm passerer gjennom den. Med andre ord kan en strøm gjennom en

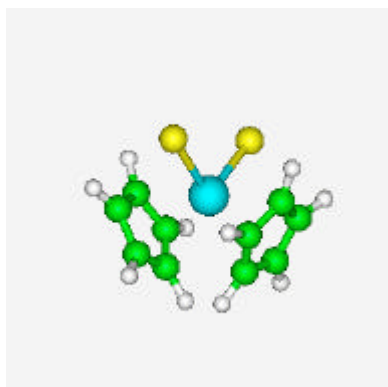
ferromagnet styre retningen til magnetiseringen i den samme ferromagneten. Vi har en mikroskopisk modell for hvordan dette spinn-momentet oppstår, og vil bruke denne modellen for å forklare de makroskopiske spinn-moment egenskapene til et hybrid system bestående av ferromagneter og normale metaller. Den mikroskopiske modellen gir et sett av generaliserte Kirchoff's lover for spintronikk som kan forstås og brukes i analogi med Ohm's lov for elektroniske kretser.

En eller to studenter kan arbeide med denne oppgaven. Flere opplysninger kan ved å kontakte Arne Brataas, 73 59 36 47, Arne.Brataas@phys.ntnu.no, <http://www.phys.ntnu.no/~abrataas/>.

Molekylmodellering med anvendelser innen polymerisasjon og katalyse

Bakgrunn

Plast består av ulike typer *polymere*, dvs store molekyler som er satt sammen av et stort antall monomere. Viktige eksempler er polyeten og polypropen der polymerkjedene er bygget opp av henholdsvis eten-(C₂H₄) og propen-(C₃H₆) molekyler. Både eten og propen har en C=C dobbeltbinding, men når flere slike molekyler settes sammen til en polymer, ender vi opp med en lang kjede med C-C enkeltbindinger. Energetisk er det mye gunstigere med en lang kjede med enkeltbindinger enn med mange molekyler med en dobbeltbinding hver. Likevel er eten stabil ved normale temperaturer; molekylene hekter seg ikke spontant sammen for å danne en polymer. Det skyldes at energibarrieren for en slik "sammenhektingsreaksjon" (dvs polymerisasjon) er mye større enn den tilgjengelige termiske energien. Her kommer *katalysatoren* inn i bildet. Den sørger for å redusere energibarrieren slik at polymerisasjonen kan komme i gang og forløpe med tildels stor hastighet. En spesielt interessant type katalysator er såkalte *metallocener*, f.eks. Cp₂ZrCl₂, som vist i figuren.



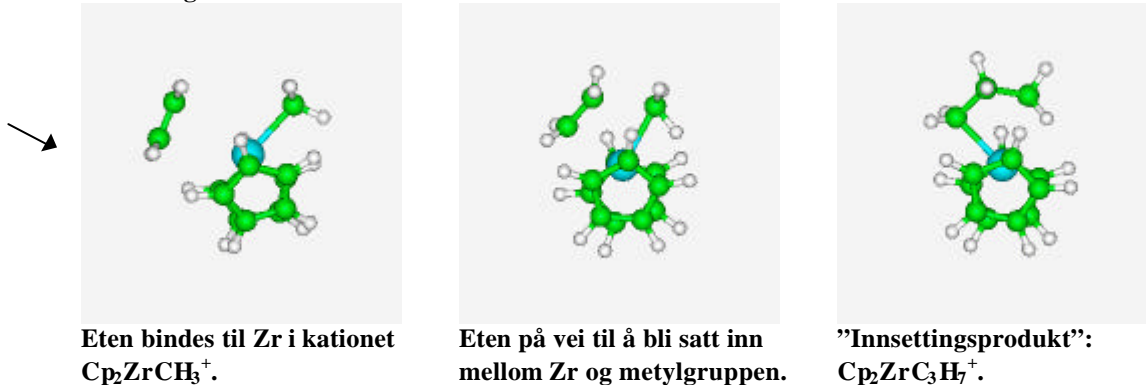
Cp₂ZrCl₂ (Cp=C₅H₅, syklopentadienyl)

Dikloridet er ikke katalytisk aktivt i utgangspunktet, det må *aktiveres* med en *kokatalysator*, f.eks. metylaluminoksan, (MeAlO)_n ("MAO", Me = CH₃). Først byttes en Cl ut med en metylgruppe (CH₃), deretter fjernes et Cl⁻ anion slik at vi får dannet kationet Cp₂ZrCH₃⁺. Altså:

- Cp₂ZrCl₂ + MAO → Cp₂ZrCH₃Cl + "MAO-Cl"
- Cp₂ZrCH₃Cl + MAO → Cp₂ZrCH₃⁺ + "MAO-Cl"⁻

I kationet Cp₂ZrCH₃⁺ har Zr en ledig "koordinasjons plass", så alt ligger til rette for at eten, med sin elektronrike C=C dobbeltbinding, skal bindes til Zr på den ledige plassen. Nå er veien ikke lang til et nytt kation, Cp₂ZrC₃H₇⁺, som dannes ved at etenmolekylet "settes inn" mellom Zr og metylgruppen som i utgangspunktet var bundet til Zr. I figuren nedenfor er hele *innsettingsreaksjonen* vist, og dette representerer nettopp første trinn i dannelsen av en lang polyetenkjede. En slik katalysator kan lage polymerkjeder med mange hundre tusen karbonatomer, og når flere slike polymerkjeder slår seg sammen, får vi utfelling av partikler, dvs plast.

Innsetningsmekanisme:



Polymerens makroskopiske egenskaper bestemmes i stor grad av dens mikrostruktur, som igjen er et direkte resultat av hvilke reaksjonsmekanismer som gjør seg gjeldende under polymerisasjonen. Og reaksjonsmekanismene kan i betydelig grad påvirkes ved å endre katalysatorens ”utseende”, dvs dens geometriske og elektroniske struktur. Her kan molekylmodellering være et nyttig hjelpemiddel dersom vi med beregninger kan forutsi hvordan et bestemt kompleks vil fungere som katalysator, eller eventuelt forklare hvorfor en bestemt katalysator virker som den gjør.

Aktuelle oppgaver

Modelleringen har foregått i nært samarbeid med Borealis og Institutt for kjemisk prosesssteknologi, NTNU, og eksperimentelle resultater har ofte vært utgangspunkt for de kvantemekaniske beregningene. Et eksempel på en aktuell problemstilling er hvordan TMA (AlMe_3) påvirker reaksjonsmekanismene ved kopolymerisasjon av eten og heksen med ulike zirkonocener.

Programvare og beregningsmetoder

Vi baserer oss først og fremst på kvantemekaniske beregninger med såkalt tetthetsfunksjonalteori (DFT). Det kan også være aktuelt å benytte både lettere og tyngre ”skyts”, dvs semiempiriske metoder og korrelerte *ab initio* metoder. Tilgjengelige programpakker omfatter bl.a. Spartan, ADF og Gaussian. Bruk av tungregnerressurser blir trolig nødvendig.

Kontaktperson: Jon Andreas Støvneng (D5-184, stovng@phys.ntnu.no, 73593663)

Selvkonsistente tilstandslikninger

Kontaktperson: Johan S.Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no, 93654)

Bestemmelse av tilstandslikningen for et vekselvirkende mangepartikkelsystem er krevende og komplisert, og en må generelt ty til approksimasjoner. 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 parkorrelasjonen 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 et nylig avsluttet dr. ing.-arbeid som har vært grunnleggende for å bestemme og analysere numeriske resultater. I prosjektet vil allerede utarbeidede dataprogrammer kunne benyttes, og eventuelt videreutvikles.

Eksakt løsning av den to-dimensjonale Coulombgassen

Kontaktpersoner: *Johan S.Høye* (Johan.Hoye@phys.ntnu.no, 93654)
Kåre Olaussen (Kare.Olaussen@phys.ntnu.no, 93652)

Hvis verden hadde vært to-dimensjonal ville Coulombpotensialet melleom to punktladninger q (målt i passende enheter) variert med avstanden r som $\pm q^2 \log r$, og Boltzmannfaktoren som $r^{\pm q^2 \beta}$. Dette fører til at man langt på vei kan løse statistisk-mekanikk-problemet for et slikt (klassisk) ionesystem eksakt. Tilstandslikningen ble funnet i 1972 av Hemmer og Hauge. I løpet av år 2000 har man også lyktes i å finne den eksakte oppførselen til andre termodynamiske størrelser som indre energi, spesifikk varme og lignende.

Oppgaven vil gå ut på å studere denne løsningen nærmere, og å sammenligne den med standard tilnæringsmetoder som også kan anvendes på tredimensjonale systemer. Den vil involvere både analytisk og numerisk arbeid.

Klassisk feltteori

Kontaktperson: *Jan Myrheim* (Jan.Myrheim@phys.ntnu.no, 93653)

Det tilbys prosjektoppgaver innen

Gravitasjonskollaps

Kvanteinformasjon/kvantedatamaskiner

I samarbeid med Institutt for mekanikk

Kan det tilbys oppgaver innenfor

Kosmologi

Casimireffekt

Veileder: Professor Iver Håkon Brevik (Iver.H.Brevik@mtf.ntnu.no)

SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Transport av terapeutiske makromolekyler i tumorvev

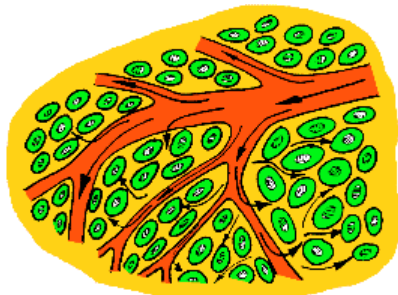
Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), <http://www.ntnu.no/~cathd/>

Ingunn Tufto (tel 93712)

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 (ekstracellulær matrix). Disse transportetappene avhenger av diffusjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med konsentrasjonsgradienten og konveksjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med den hydrostatiske 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.



Transport of therapeutic molecules depend on:

1. The vascular network of the tumor
2. The transport across the capillary wall
3. The transport through the interstitium

Det blir tilbudt 2 oppgaver med denne problemstillingen:

Diffusjon av makromolekyler i multicelleulære sfæroider

Formål og metoder: Diffusjon måles 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. Betydningen av ladning på makromolekylene skal studeres. De multicellulære sfæroidene inkuberes med fluorescensmerkede ladete og nøytrale makromolekyler som IgG. 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 eksitasjonsmikroskop vil bli benyttet. Enzymene collagenase og hyaluronidase som bryter ned ekstracellulær matrix har vist å øke opptaket av makromolekyler i kreftvev. Effekten av disse enzymene på diffusjon vil også bli studert.

Blodgjennomstrømning i svulster behandlet med ekstracellulær 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 fluorescens mikroskopi studeres farging av endotelcellene og eventuell endring i fargingen før og etter behandling påvises.

Fluorescens resonans energioverføring

Veiledere: Tore Lindmo, D4-157, tlf 93432
Catharina Davies, D4-145, tlf 93688

Fluorescens resonans energioverføring (FRET) er en fluorescenssteknikk som kan brukes for å studere nærhet og interaksjon mellom biomolekyler. 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 absorpsjonsspekteret for donor.

Vi ønsker å ta teknikken i bruk for å studere nærhet mellom biomolekyler som inngår i funksjonelle eller strukturelle nettverk på cellenivå. To typer spesifikke biomolekylene merkes med henholdsvis donor og akseptor fluorochrom, og nærhet mellom de to typer molekyler måles ved hjelp av FRET, i tillegg til mengde og fordeling av hvert av molekylene. Flere relevante biologiske systemer er aktuelle for utprøving av teknikken, som kan implementeres både i konfokal mikroskopi og i flow cytometri. En mulig oppgave vil gå ut på å gjøre målinger både med flow cytometri og med konfokal mikroskopi på et enkelt modellsystem, for å vurdere de to målemetodene mot hverandre.

Optisk Koherens Tomografi (OCT)

Veiledere: Tore Lindmo, D4-157, tlf 9 34 32 (Måleteknikk, Biologiske systemer)
Arne Røyset, D5-129, tlf 5 11 36 (Måleteknikk, Speckle, Signalbehandling)
Trude Støren, D5-123, tlf 9 34 26 (Måleteknikk, Modellering, Speckle, LabView)
Hans Magne Pedersen, D5-103, tlf 9 35 87 (Speckle)
Kay Gastinger, D5-125, tlf 9 04 57 (Speckle, Fullfelt OCT)

Bakgrunn:

Optisk Koherens Tomografi (Optical Coherence Tomography, OCT) er en ny teknikk som stadig mer taes i bruk for medisinsk avbildning. OCT benytter en interferometrisk teknikk som kalles lavkoherens interferometri hvor koherenssegenskapene til lyset benyttes til å skille mellom hvor stor tidsforsinkelse ulike deler av lyset har hatt i måleobjektet. Dette skjer ved at avbildningsdybden i objektet

bestemmes av optisk veilengde i interferometerets referansearm. Snittbilder av vev kan dannes på en måte som ligner på ultralyd, men med noen viktige forskjeller. I OCT er dybdeoppløsningen gitt av kildens koherenslengde som typisk er 10 μ m. Lateral oppløsning er som ved vanlig optisk avbildning. Teknikken kan dermed gi tredimensjonal avbildning av levende vev med oppløsning ca 10 ganger bedre enn ultralyd. En utfordring ved OCT er at lys har en mye mindre inntrengingsdybde enn ultralyd i kroppsvev, normalt begrenset til noen mm. Ett unntak her er avbildning av øyet. Det finnes allerede kommersielle instrumenter for avbildning av lagstrukturen i retina (netthinnen) f.eks for tidlig deteksjon av grønn stær og netthinneavløsning.

Det er ventet at fremtidige anvendelser av OCT ikke bare vil dreie seg om strukturavbildning, men også det som kalles funksjonell avbildning. Dette kan være f.eks Doppler (strømningsmålinger), polarisasjon (informasjon om vevets orientering) og spektroskopi (informasjon om vevets biokjemiske egenskaper). Et eksempel på spektroskopisk anvendelse er måling av blodets oksygenmetning. Ved spektroskopi benytter vi flere kilder og utnytter vi at vi kan måle forskjeller i hvordan ulike bølgelengder absorberes i vevet.

I et samarbeid mellom Optikkgruppen, Gruppe for Biofysikk og Medisinsk Teknologi og SINTEF Anvendt fysikk er utstyr for optisk lavkoherens tomografi oppbygd ved Institutt for fysikk. Målsetningen er å måle forskjellige parametre til biologiske og ikke-biologiske objekter. De siste månedene har arbeidet vært mest rettet mot å benytte spektroskopisk OCT til å måle diffusjon av et fargestoff i en gel, målinger som kan ha relevans for fotodynamisk terapi av kreft. Fremover har vi konkrete planer om å jobbe med både Doppler og Polarisasjonsfølsom OCT.

Vi har mulighet til å veilede 2 studenter høsten 2003. Noen aktuelle prosjektoppgaver er:

1. Konstruksjon av en hensiktsmessig prøveholder for strømningsmålinger med mulighet for å kontrollere vinkler og strømningshastighet til en væske som strømmer i et tynt plastrør. Gjøre innledende målinger med "Transversal Doppler OCT", en ny teknikk som vi håper å ta i bruk i løpet av våren 2003.
2. Bygge et HeNe-referanseinterferometer for å logge optisk veilengde i referansearmen til interferometeret. En konkret, praktisk og overkommelig oppgave som i tillegg til bygging vil involvere noe LabView programmering.
3. Karakterisering av interferometeret og måling av viktige parametre med relevans for diffusjonsmålingene.
4. Modellering av interferometersignalet.

Detaljene i oppgaven vil være avhengig av hvor langt vi har kommet når prosjektarbeidet påbegynnes. Det er også muligheter for å formulere andre oppgaver avhengig av interesseområdet til aktuelle kandidater. Lavkoherensgruppa har et godt faglig og sosialt miljø. Vi har ukentlige "statusmøter" som bl.a. er viktige for å gi god veiledning til studentene våre.

Biopolymer nanoteknologi

Veiledere: Bjørn T. Stokke, Signe Danielsen, Gjertrud Maurstad, Marit Sletmoen, Pawel Sikorski

Mange biopolymerer fungerer ved deres samspill med andre komponenter. Innen dette området arbeides det for eksempel med interaksjoner som basis for geldannelse, dynamisk kraft spektroskopi på enkelt-molekyl nivå, lagdelte biopolymer polyelektrolyttkomplekser, og organisering av kollapset form av DNA og andre semi-fleksible biopolymer. Teknikkene som brukes for å bestemme de ulike selvorganiserte strukturene og flyteegenskaper er AFM (atomic force microscopy), ulike

kontrastteknikker på lysmikroskop, og reologi. Dimensjoner og krefter kan bestemmes med presisjon i nanometer og sub-nanoNewton området. Bildebehandling er en integrert del av dette. Det arbeides med ulike skreddersydde polysakkarider, DNA og polysakkarid modifierende proteiner. Motivasjonen for dette ligger både innen molekylære forståelse av biologiske interaksjoner og organisering, og for teknologisk utnyttelse. Innen dette feltet tilbys det prosjektoppgaver med fokus på et eller en kombinasjon av følgende tema:

Multifunksjonelle geler basert på scleroglukan

Veiledere: Marit Sletmoen, Bjørn T. Stokke

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. Hyaluronsyre er et polysakkarid som finnes blant annet i ekstracellulær matrix. I denne oppgaven planlegges det å lage nye geler ved kovalent kryssbinding mellom hyaluronsyre og scleroglukan. Målsetting med dette er å kunne lage til geler med styrke (ulik avstand mellom elastisk effektive knutepunkter), karakterisere geldannelsen og hvordan den avhenger av molekylære parametre, og å karakterisere gelen. Slike type geler vil bli brukt som modeller for ekstracellulær matrix ved transportstudier (kompakt DNA).

Arbeidet innebærer bruk av reologiske teknikker for karakterisering av nettverksdannelsen og slutttegenskaper, samt bruk av AFM for bestemmelse av klyngevekst ved avbildning av prøver oppnådd ved ulik grad av omsetting.

Kompaktering av karboksylert scleroglukan

Veiledere: Gjertrud Maurstad, Marit Sletmoen, Bjørn T. Stokke

Kompleksing av DNA med polykationer viser seg å kondensere den utstrakte dobbelheliksstrukturen til en blanding av toroidal, lineære og globulære strukturer. Ulike polykationer kompleks DNA med ulike effektivitet, og også på en måte som polykationspesifikt kan forhindre videre aggregering av toroidale polykation-DNA kompleks. Morfologien til den kompakte formen av DNA er til en stor grad bestemt av kjedestivheten og den tiltrekkende energien mellom polymersegmentene. Den siste parameteren påvirkes ved hjelp av valg av polykation, og en kan variere kjedestivhet ved å velge ulike polyanioner. I denne oppgaven ønskes det å bestemme kompaktering av trippel-heliks polysakkaridet scleroglukan. Denne polymeren omdannes til en polyelektrolytt ved derivatisering hvor en også kan kontrollere ladningstettheten. Målsettingen med undersøkelsen er å bestemme kompakteringsegenskapene til scleroglukan med ulike ladningstettheter og å undersøke hvordan oppførselen passer inn i etablerte fasediagram for kompaktering av polymerer som funksjon av kjedestivhet og tiltrekning mellom kjedene.

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 induere toroidale supramolekylære strukturer i biopolymerer kartlagt ved AFM
- Kvantitative bestemmelse av kompakte strukturer ved bildebehandling.

Tools for molecular modeling of biopolymers

Veiledere: Pawel Sikorski, Bjørn T. Stokke

The aim of the project is to develop a set of tools for molecular modeling of biopolymers, with the special attention on polysaccharides. Large variety of free and open-source molecular modeling tools are currently being developed and are available to the academic community. The main focus of

these project is however concentrated around the proteins/DNA systems and as a consequence they cannot be in a straightforward way applied for example to polysaccharides. Development of the modeling tools will allow simulation of the polysaccharides in the crystalline and noncrystalline (solutions/gels) forms. Data on molecular conformations, chain packing, chain stiffness, etc. will be compared with a large amount of experimental results available. In the long run developed modeling tools should allow property/structure prediction based on the chemical composition.

In the first step, project will include a extensive survey of tools available. It will be followed by selection and adaptation to the field of polysaccharides. In the final stage of the project molecular simulations of some crystalline polysaccharides will be performed and the results compared with published X-ray diffraction data. The modeling system should consist of the following parts:

- (1) Model building tool for construction of subunits, chains, crystals
- (2) Visualization tools
- (3) Molecular Mechanics Calculations (MD)
- (4) Data analysis tools and
- (5) Simulations of X-ray diffraction.

Basic skills in computer programing, interest in LINUX/UNIX operating systems and computer simulations are essential in this project.

Studier av lysindusert celledød.

Veiledere: Anders Johnsson, Thor Bernt Melø, Aksel Straume

Vi er interessert i mekanismene for lysindusert inaktivering 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 enkelte former av tumor på hud, og prøves også på andre tumor-former ved bruk 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 bakterie (hvor de lysfølsomme molekylene er porfyriner). Vi konsentrerer nå arbeid på å studere lysreaksjoner hos *Propionium*-bakterier (som bl.a. er kjent for å ta del i sykdommen akne). Man håper at lysbehandling av bakterier kan bli et alternativ til antibiotikabehandling. Flere oppgaver er her aktuelle:

- a) Eksperimenter på flere typer av *Propionium*-bakterier for å sammenligne deres lysfølsomhet etter ALA og metylALA-behandling.
- b) Studier av frie radikaler som kan dannes i lysreaksjonene. Disse radikalene blir studert ved elektronspinresonans (ESR, eller EPR)
- c) I litteraturen er det rapportert at magnetfelt (100 Hz, sinusformet) kan påvirke opptaket av aktuelle bærestoffer som genererer de lysfølsomme molekylene. Dette kan være et viktig funn for å studere magnetfelts eventuelle påvirkning av opptak gjennom celledørene.

Opgaven er å studere stoffopptak og lysinduserte reaksjoner i bakterier (med og uten pålagte felt). Opgaven vil gi kunnskaper i fotobiofysikk, lysspektroskopi, målinger av elektromagnetiske felt samt gi erfaring av eksponeringsutstyr for elektromagnetiske felt.

Måling av singlett oksygen emission fra biosystemer.

Veiledere: Thor Bern Melø, Anders Johnsson

Grunntilstanden til molekylært oksygen er 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 eksiteres til 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.

Måling av fasefølsom fluorescens fra planter.

Veileder: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson

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 en plante. Fotosyntesekapasiteten vil variere med plantens tilstand, og oppgaven tar sikte på å måle denne som funksjon av plantetemperatur og belsningsnivå.

Oppgaven vil omfatte litteraturlesning, modifisering av eksisterende utstyr, datainnsamling og bearbeiding og fortolkning av målingene i lys av ulike teorier fra litteraturen.

Studium av faselåsing av biologiske, oscillative systemer.

Veiledere: Anders Johnsson, Tom Kristian Bardal

Selvsvingende (oscillative) system kan faselåses til ytre signaler (en referanse). Teori for dette er kjent fra ikke lineære systemer, og fra anvendelser av elektroniske komponenter, f.eks. PLL kretser, (Phase Locked Loops).

Innenfor biofysikken studeres også selvsvingende systemer under (rytmisk) ytre påvirkning. I biofysikkgruppa studerer vi for tiden et system med rytmiske bladbeveglser hvor perioden er typisk 4 minutter. Slike bevegelser er avhengige av lysnivået og vi vil gjennomføre et studium av svingningene når de eksterne lysforholdene varieres rytmisk.

Basert på forsøk ønsker vi å karakterisere systemet som en PLL, med parametre som låsebåndbredde, låsetid, støy osv.

Studier av elektromagnetiske felts påvirkning av celler og organismer .

Veiledere: Anders Johnsson, Gunnhild Oftedal, Aksel Straume

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 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 bli 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.

Oppgaven 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.

Studier i forbindelse med romeksperiment.

Veileder: Anders Johnsson o.a.

I forbindelse med Romaktiviteten ved NTNU skal det bygges opp en sentral enhet for brukere av ISS (International Space Station) innenfor biologiområdet. En slik enhet er altså en brukersentral (en såkalt USOC) for personer som har fått godkjent sine eksperimenter i vektløshet, som trenger opplæring og gjennomføring av sine for-eksperimenter og som til slutt skal ha kontakt med ISS under eksperimentets gang.

En slik enhet er finansiert fra ESAs side og vil i Trondheim bli lokalisert til Plantebiosenteret på Dragvoll.

Et planteeksperiment på ISS, som skal gjennomføres av biofysiker og plantefysiologer ved NTNU, er et studium av hvordan vektløshet kan påvirke genuttrykk og vekst hos et forsøksmateriale.

I forbindelse med disse studiene og denne oppbyggingen av USOC kan en prosjektstudent tilbys en oppgave som tar for seg hardware for Trondheimseksperimentet, software samt tekniske innsatser i USOC oppbyggingen. Arbeidsplassen vil i hovedsak være Plantebiosenteret.

Synsbiophysikk (biosystemer)

Veiledere: Arne Valberg og Inger Rudvin

(arne.valberg@phys.ntnu.no og inger.rudvin@phys.ntnu.no. Tel.: 98373, rom E4-136).

Eksperimentell oppgave:

"Måling av multifokale elektroretinogramer (ERG) ved hjelp av VERIS"

VERIS er et nytt utstyr for kartlegging av netthinnens elektriske aktivitet. Det representerer forskningsfronten på området og er foreløpig det eneste utstyret av dette slaget i Norge. Med VERIS kan en foreta simultane måling av lokale potensialer på ca. hundre mindre områder fordelt over netthinnen.. Det visuelle stimulus er et stort mønster med eks. 100 ruter hvor hver enkelt rute tennes og slukkes i en forhåndsprogrammert sekvens. Mens forsøkspersonen fikserer dette mønsteret, måles den elektriske aktiviteten. Ved høye lysnivåer og stor reseptoraktivitet er disse potensialene størst sentralt i øyet (i fovea) og avtar med økende eksentrisitet på netthinnen. Ved å sammenligne størrelsen og forsinkelsen i de mange lokale netthinne-potensialene med en normalfordeling, kan man identifisere områder med funksjonssvikt.

Vi ønsker å bruke utstyret til å lokalisere og karakterisere synsutfall i netthinnen ved forskjellige øyesykdommer. Sammen med St. Olavs hospital vil utstyret bli brukt i et EU-prosjekt (deltakere fra Tyskland, Nederland, England og Norge) som skal undersøke muligheter for tidlig diagnostisering av aldersrelateret makuladegenerasjon (AMD). Dette er en sykdom som særlig er utbredt blant personer over 60 år. Den fører til at skarpsynet svekkes og i siste instans til blindhet.

SAMARBEID MED MR-SENTERET OG KREFTAVDELINGEN

Medisinsk fysikk

Fordypningsemnene SIF40AA Avbildning ved magnetisk resonans og SIF40AF Klinisk fysikk for stråleterapi.

1. Funksjonell MR bildedannelse i preoperativ kartlegging.

Gjennom opptak av MR bilder og statistisk analyse av dataene kan man lokalisere hjerneaktivitet ved muskelbevegelser og språkfunksjoner hos pasienter som skal opereres for hjernesvulst. Oppgaven består i deltagelse i pasientundersøkelse og tolking og analyse av dataene.

Veileder: professor Olav Haraldseth olav.haraldseth@medisin.ntnu.no , tlf 73868946

2. Diffusjonstensor MR bildedannelse av fantom.

Ved å gjøre MR bildeopptaket følsomt for vannets diffusjonsevne kan man få frem såkalte diffusjonsvektede MR bilder. Ved å måle vannets diffusjonsevne i mange ulike retninger i 3D-rommet kan vi estimere vannets diffusjonstensor i hver voxel i MR bildet. Tensoren kan gi nyttig informasjon om vevets struktur og konnektivitet (for eksempel i nervesystemet). Oppgaven består i å implementere diffusjonstensor MR bildedannelse på vårt pre-kliniske MR system (BIOSPEC) ved bruk av fantom.

Veileder: dr.ing. Christian Brekken christian.brekken@medisin.ntnu.no, tlf 51354, 73867670

3. Analyse av dynamiske kontrastforsterkede MR bildedata.

Ved å avbilde opptak og utvasking av et MR kontrastmiddel, kan man estimere mikrovaskulær status (perfusert blodvolum, kapillær permeabilitet) i vev. Oppgaven her består i å analysere et eksisterende datasett ved hjelp av programvare som er tilgjengelig på MR senteret.

Veileder: dr.ing. Christian Brekken christian.brekken@medisin.ntnu.no, tlf 51354, 73867670

4. Fricke-gel dosimetri

Innen stråleterapi blir behandlingsoppleggene stadig mer avanserte, noe som øker behovet for å kontrollere at den teoretisk utregnede dosefordelingen stemmer med det pasientene faktisk får. Intensitetsmodulert stråleterapi (IMRT) er en ny avansert behandlingsmetode som former høydoseområdet rundt målvolument (tumor) og dermed gjør det mulig å spare normalvev/kritiske organ samtidig som en oppnår bedre tumorkontroll. Fricke geler kan brukes til å verifisere den tredimensjonale dosefordelingen i fantomer, og er derfor godt egnet til å verifisere IMRT. Før bestråling vil det være toverdige jernioner i gelen. Under bestråling vil toverdige jernioner omdannes til treverdige. Ved et MR opptak av gelen vil R_1 signalet ($R_1 = 1/T_1$) være proporsjonalt med den bestrålte dosen. MR bilder av gelfantomene etter bestråling vil dermed kunne gi den tredimensjonale dosefordelingen i gelen. Det er flere problemstillinger innen geldosimetri som kan egne seg som prosjektoppgave.

Veiledere: Hospitalsfysikere ved Kreftavdelingen, St Olavs Hospital: Linda Holth 73868917, Jomar Frengen 73867825, Trond Strickert 73867823.

5. IMRT ved cervix cancer

IMRT (Intensity Modulated Radio Therapy) er en bestrålingsteknikk som brukes for å optimalisere dosefordelingen i tilfeller hvor målvolument (som skal gis en høy dose) har en irregulær eller konkav form eller hvor målvolument ligger nær strålefølsomme organ.

Ved strålebehandling av kreft i livmorhalsen (ca. cervicis uteri) skal sete for den primære tumor bestråles. I tillegg bestråles de regionale lymfeknutene i bekkenet, som kan inneholde maligne celler utsådd fra tumor.

Konvensjonell behandlingsteknikk medfører uønsket bestråling av organ i bekkenet som ikke er en del av målvolumet og som kan medføre bivirkninger for pasienten.

Oppgaven blir å utarbeide et IMRT-basert behandlingsopplegg som er optimalisert ut fra ønske om adekvat målvolumdose og akseptabelt dosenivå i kritiske organ.

Veileder: Trond Strickert 73867823 m. fl.

6. Pasientdosimetri ved bruk av elektroniske strålefelt-detektorer

Elektroniske strålefelt-detektorer benyttes i dag innen stråleterapi hovedsakelig til å ta bilde av bestrålt område i pasient, dette for å verifisere at planlagt bestrålt område er i samsvar med gitt bestråling.

Internasjonal forskning viser at disse detektorene også kan benyttes til å analysere strålefelt før de treffer pasienten (homogenitet i feltet, feltform, verifisering av IMRT) og å si noe om stråledosen som avsettes i pasienten (utgangsdoser, dosefordeling). En ny, forbedret type elektronisk strålefelt-detektor vil i nærmeste framtid installeres på strålemaskinene ved avdelinga. I den forbindelse er det blant annet ønskelig å kartlegge de nye detektorenes egenskaper.

Veiledere: Nina Levin 76869518, Jomar Frengen 73867825, Trond Strickert 73867823

7. Strålebiologi

Studier av stråling på celler i kultur (brystkreftmodell)

- påverknad av ulike medikament brukt i hormon og kjemoterapi

Stikkord: celledyrking, ulike laboratorieteknikker, strålebehandling.

Endeleg oppgavetekst i løpet av våren.

Vegleiarar: Anne Beate Langeland Marthinsen 73867824, Steinar Lundgren 73867839,

Johan Haux 73598669, Trond Strickert 73867823

8. Brachyterapi dosimetri

Implementering av ny kalibreringsprotokoll for brachyterapikjelder.

Samanlikning av oppmålte og berekna dosar (oppmåling i vassfantom, berekna dosar via doseplansystem).

Kvalitetskontroll

Ein skal gå gjennom grunnleggjande dosimetri for brachyterapi, og innføra endringar i noverande kalibreringsprosedyre, slik at det blir tilpassa retningsliner gitt av IAEA 2002.

Doseplan

Strålebehandling av livmor med Fletcher applikator med standard doseplanar gjev eit symmetrisk stråleområde. Reelt vil applikator ikkje liggja symmetrisk. Kor stor feil vil dette medføra i dose til målvolum og ulike kritiske organ?

Stikkord: Doseplanlegging av reelle behandlingssituasjonar, samanlikning med standard / gitte felt – forbetringar av prosedyrer?

Vegleiarar: Anne Beate Langeland Marthinsen 73867824, Nina Levin 76869518,

Trond Strickert 73867823

SAMARBEID MED INST. FOR NEVROMEDISIN, DMF

Eksitotoksisitet og demens

Frigjøring av eksitatoriske neurotransmittere slik som glutamat er en nødvendig del av vanlig hjerneaktivitet. Hvis derimot for store mengder av slike substanser frigjøres under patofysiologiske tilstander kan det føre til nevronal død, såkalt eksitotoksisitet. Prosessen er kun delvis forstått og består av en kaskade av reaksjoner; f.eks. regnes den å være en direkt årsak til nevrotoksisiteten som følger slag. Trolig bidrar den også til en rekke andre nevrodegenerative tilstander slik som Alzheimers- og Parkinsons sykdom som innebærer selektiv nevronal død. Vi har fått midler fra NFRs Aldersforskningsprogram for å undersøke genetiske og metabolske aspekter ved demens. Prosjektet omfatter både kliniske og basale aspekter og er et tverrfaglig samarbeid mellom flere seksjoner ved St. Olavs Hospital, MR-senteret og Mayo Clinic, Jacksonville, FL.

Som en del av dette prosjektet blir pasienter undersøkt ved hjelp av in vivo MR spektroskopi. I tillegg blir hjerneceller i kultur eksponert for eksitotoksisitet med og uten antiepileptika, dvs. medisiner som benyttes mot epilepsi, men som også har vist seg å ha en til dels nevrobeskyttende effekt. Vi ønsker å kartlegge noen av mekanismene bak prosessen, gjerne ved hjelp av in vitro MR spektroskopi. Vedkommende vil få opplæring i cellekultur og spektroskopiske teknikker, samt delta som en viktig del av forskningsgruppen.

Veildere: professor Linda White, Inst. for nevromedisin, DMF, linda.white@medisin.ntnu.no, tlf 73868412.

SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK

Optisk Koherens Tomografi (OCT)

Veiledere:

Tore Lindmo, D4-157, tlf 9 34 32 (Måleteknikk, Biologiske systemer)

Arne Røyset, D5-129, tlf 5 11 36 (Måleteknikk, Speckle, Signalbehandling)

Trude Støren, D5-123, tlf 9 34 26 (Måleteknikk, Modellering, Speckle, LabView)

Hans Magne Pedersen, D5-103, tlf 9 35 87 (Speckle)

Kay Gastinger, D5-125, tlf 9 04 57 (Speckle, Fullfelt OCT)

Bakgrunn:

Optisk Koherens Tomografi (Optical Coherence Tomography, OCT) er en ny teknikk som stadig mer taes i bruk for medisinsk avbildning. OCT benytter en interferometrisk teknikk som kalles lavkoherens interferometri hvor koherensegenskapene til lyset benyttes til å skille mellom hvor stor tidsforsinkelse ulike deler av lyset har hatt i måleobjektet. Dette skjer ved at avbildningsdybden i objektet bestemmes av optisk veilengde i interferometerets referansearm. Snittbilder av vev kan dannes på en måte som ligner på ultralyd, men med noen viktige forskjeller. I OCT er dybdeoppløsningen gitt av kildens koherenslengde som typisk er 10 μ m. Lateral oppløsning er som ved vanlig optisk avbildning. Teknikken kan dermed gi tredimensjonal avbildning av levende vev med oppløsning ca 10 ganger bedre enn ultralyd. En utfordring ved OCT er at lys har en mye mindre inntrengingsdybde enn ultralyd i kroppsvev, normalt begrenset til noen mm. Ett unntak her er avbildning av øyet. Det finnes allerede kommersielle instrumenter for avbildning av lagstrukturen i retina (netthinnen) f.eks for tidlig deteksjon av grønn stær og netthinneavløsning.

Det er ventet at fremtidige anvendelser av OCT ikke bare vil dreie seg om strukturavbildning, men også det som kalles funksjonell avbildning. Dette kan være f.eks Doppler (strømningsmålinger), polarisasjon (informasjon om vevets orientering) og spektroskopi (informasjon om vevets biokjemiske egenskaper). Et eksempel på spektroskopisk anvendelse er måling av blodets oksygenmetning. Ved spektroskopi benytter vi flere kilder og utnytter vi at vi kan måle forskjeller i hvordan ulike bølgelengder absorberes i vevet.

I et samarbeid mellom Optikkgruppen, Gruppe for Biofysikk og Medisinsk Teknologi og SINTEF Anvendt fysikk er utstyr for optisk lavkoherens tomografi oppbygd ved Institutt for fysikk. Målsetningen er å måle forskjellige parametre til biologiske og ikke-biologiske objekter. De siste månedene har arbeidet vært mest rettet mot å benytte spektroskopisk OCT til å måle diffusjon av et fargestoff i en gel, målinger som kan ha relevans for fotodynamisk terapi av kreft. Fremover har vi konkrete planer om å jobbe med både Doppler og Polarisasjonsfølsom OCT.

Vi har mulighet til å veilede 2 studenter høsten 2003. Noen aktuelle prosjektoppgaver er:

1. Konstruksjon av en hensiktsmessig prøveholder for strømningsmålinger med mulighet for å kontrollere vinkler og strømningshastighet til en væske som strømmer i et tynt plastrør. Gjøre innledende målinger med "Transversal Doppler OCT", en ny teknikk som vi håper å ta i bruk i løpet av våren 2003.
2. Bygge et HeNe-referanseinterferometer for å logge optisk veilengde i referansearmen til interferometeret. En konkret, praktisk og overkommelig oppgave som i tillegg til bygging vil involvere noe LabView programmering.
3. Karakterisering av interferometeret og måling av viktige parametre med relevans for diffusjonsmålingene.

4. Modellering av interferometersignalet.

Detaljene i oppgaven vil være avhengig av hvor langt vi har kommet når prosjektarbeidet påbegynnes. Det er også muligheter for å formulere andre oppgaver avhengig av interesseområdet til aktuelle kandidater. Lavkoherensgruppa har et godt faglig og sosialt miljø. Vi har ukentlige ”statusmøter” som bl.a. er viktige for å gi god veiledning til studentene våre.

Følgende oppgaver tilbys i samarbeid med Institutt for Konstruksjonsteknikk:

1: Svært robust datalogger.

Denne skal tåle å skytes inn i materiale som skal prøves. Må kunne leses etterpå. Utvikling pågår og forhåpentlig skal mye av arbeidet omfatte prøving og programvareutvikling.

Veiledere: Tore Børvik Ktek og Tore H. Løvaas Fysikk, gjesteforsker Bernt Førre Fysikk

2. Robust datalogger med telemetri.

Denne skal tåle å slås inn i materiale som skal prøves, typisk støtfangere for biler, som er et viktig produktfelt for norsk industri. Telemetri vil redusere behov for kabler som er et problem i omgivelser med slag og støt. Oppgave er vel egnet for studenter med gründerlyst.

Veiledere: Tore Børvik Ktek og Tore H. Løvaas Fysikk, gjesteforsker Bernt Førre Fysikk

3: Observasjon av deformasjonsforplantning.

Når støt forplantes gjennom materialer kan dette observeres ved at overflate endres optisk, eller gjennom direkte elektronisk instrumentering. Begge innfallsvinkler er lov. Veiledere: Tore Børvik Ktek, Hans M. Pedersen Fysikk og gjesteforsker Bernt Førre Fysikk.

4: Vibrasjons- og deformasjonsanalyse ved måling med strukturert lys.

Etablerte optiske observasjonsteknikker som har vært begrenset av lave kamerahastigheter og bearbeidingshastighet kan nå utvides med raske videokameraer og hurtig datautstyr. Slikt utstyr er tilgjengelig. Studenter med gründerlyst vil være velkomne.

Veiledere: Tore Børvik Ktek, Hans M. Pedersen Fysikk og gjesteforsker Bernt Førre Fysikk.

Ionetransport i gass

Veileder: Tore Høe Løvaas (Tore.Lovaas@phys.ntnu.no)

Nøyaktige målinger av drifhastigheten til ioner i gass kan brukes til å kontrollere teoretiske beregninger av ion-molekyl vekselvirkninger og ladningstransportprosesser.

Vi har utviklet ny elektronikk for pulsing og spenningsforsyning av et driftrør. For å oppnå nøyaktigheten som er ønsket, er driftrøret konstruert etter ultra-høyvakuumskrav. Det er nødvendig å måle strømmen ned i femtoampere-området.

Opgaven gir mulighet for utvikling og bruk av både hardware og software.

Prof. Em. Svein Sigmond (intern tlf.: 93624, e-mail sigmond@phys.ntnu.no, rom E3-134) tilbyr følgende oppgaver:

Sigmond er professor emeritus ved Inst. for Fysikk, slik at det formelle ansvar for disse prosjekt-oppgavene ligger hos professor Helge Skullerud og/eller førsteamanuensis Tore Løvås ved Elion-gruppen. Sigmond er knyttet til Sintef Energiforskning AS (SEFAS, før EFI) som vitenskapelig rådgiver,

og prosjektoppgavene er stort sett knyttet til SEFAS. Veiledere vil være Turid og Svein Sigmond, og fysikere på SEFAS, Gunnar Berg og Dag Linhjell.

Prosjektene beskrevet her vil få sin teoretiske bakgrunn i emnemodulen (fordypningsemnet) ”**Anvendt Plasmafysikk**”. Anvendt Plasmafysikk vil gi en kort innføring i gassutladnings- og plasmafysikk, og ha fokus på den stadig økende bruk av dette faget til materialbearbeiding og til løsningen av miljøproblemer som følger med industri- og avfallsbehandlings-utslipp. Fagets industrielle betydning fremgår kanskje best av at forelesningene vil bli finansiert av SEFAS, ikke av Institutt for Fysikk.

Merk at det er fordelaktig å være to om alle prosjekt- og diplomoppgaver som involverer arbeid i høyspenningshall, da sikkerhetsforskrifter ofte forlanger to personer tilsted under slike forsøk.

A. Lyn og høyspennings kraftledninger

A1. Høyspennings kraftledninger og beskyttelse mot positive lyn

Høyspennings kraftledninger (luftlinjer) er gjerne beskyttet mot direkte lynnedslag ved at en eller to jordete ”topplinjer” er 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 effektiviteten mot negative lyn er rimelig god.

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 lynpulsgenerator. Fra fysikk har Tore Bersås og Kjetil Hus i 1998 avsluttet sin diplomoppgave på prosjektet, med interessante resultater. Arbeidet ble så ført videre i en prosjektoppgave av Lisbeth Hvidsten. Prosjektet er nå lagt på is i påvente av resultatene fra det mer høyaktuelle beslektede prosjektet A2.

A2. Lynpåvirkning av plastisolerte mellomspennings luftlinjer (BLX linjer)

Det norske 22 kV mellomspenningsnettet er for det meste lagt som blanke luftlinjer, men bruk av plastisolerte luftlinjer har mange fordeler og blir mer og mer vanlig. I et pionerarbeid for noen år siden ved SEFAS under o.ing. Lars Rolfseng ble følgene av lynnedslag på slike linjer undersøkt eksperimentelt, og forskrifter for lysesikring ble utarbeidet. Disse sikringsforskriftene er nå standard i Norge, men de medfører atskillig større merkostnader enn lysesikring av blanke linjer. Forskriftene er basert på den konservative antakelsen at lynnedslag er like hyppige til isolerte som blanke linjer.

Et stadig økende statistisk erfaringsmateriale med plastisolerte (**BLX**) linjer synes nå å vise at slike linjer har langt lavere lyntreffhyppighet enn blanke linjer, helt ned i 1%. Hvis dette kan gis en laboratoriemessig og teoretisk bekreftelse vil lysesikringsforskriftene kunne gjøres langt lempeligere og billigere, og øke bruken av isolerte linjer. Slike forskningsresultater vil også få stor betydning for den nå planlagte bruken av isolerte luftlinjer for 132 kV nettet.

Studentene Axel Bohman og Frank Stormo har våren 2002 avsluttet en felles diplomoppgave på dette prosjektet. De brukte en 1.2 – 2 m lang gnist fra en 1.2 MV støtspenningsgenerator ved SEFAS/Elkraftlab. til å simulere de første meterne av et ankommende lyn, som ble rettet mot isolerte og blanke ledere.

Vekselvirkningene lyn-ledere ble observert med elektrooptisk hurtigkamera og med hurtig pulsoscilloskopi, og ble også undersøkt med simuleringer på datamaskin. Prosjektet føres nå videre av Turid og Svein Sigmond, som inntil nå har konsentrert seg om å oppdatere den elektrooptiske registreringsapparatoren.

Vi har god bruk for to prosjektstudenter til hjelp med prosjektet. Når vi har samlet tilstrekkelig kunnskap om BLX kontra blanke linjer, vil prosjektet gli over i prosjektet A1. Høyspennings kraftledninger og beskyttelse mot positive lyn, f.eks. som diplomoppgaver våren 2004.

B. 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. Våren 2001 har jeg hatt diplomkandidat Michaël Becidan fra Ecole Normale

Superieure de Chimie de Paris til hjelp. Han er nå igang med doktorgradstudiet ved NTNU på beslektet problem. Våren 2002 fortsatte diplomkandidat Cécile Mathivat fra samme eliteskole prosjektet, sammen med SEFAS-forskere (dr.ing. folk fra Elion), og har fått prosjekt/diplomstudent Britt Heggem som etterfølger 2002–2003. Prosjektet har finansiering for flere år, slik at det nå er klart for flere prosjekt- og diplomoppgaver.

Vår del av prosjektet konsentrerer seg om elektrisk og elektrooptisk observasjon av vekselvirkningen mellom to vanndråper som nærmer seg hverandre i oljebad, under forskjellige påsatte elektriske felter (likefelt, vekselfelt, pulsfelt av forskjellige frekvenser) og med forskjellige tilsetninger til oljen. Prosjektet involverer også samarbeid med SEFAS avdeling for termisk energi og fluidstrømning, som har ekspertise i hydrodynamiske datamaskinsimuleringer av olje med et stort antall vanndråper.

C. Injeksjon av ladning og strømledning i transformatorolje

Transformatorolje er et av verdens viktigste elektriske isolasjonsmaterialer. Et elektrisk overslag i oljen begynner med injeksjon av elektrisk ladning fra små ujevnheter i omgivende ledere. Injeksjonen fører til dannelse av gassbobler, og overslaget utvikler seg som gassutladninger i boblene. SEFAS har gjennom mange år arbeidet med dette problemkomplekset, finansiert av ABB og andre, og delvis i samarbeid med Laboratoire d'Électrostatique et des Matériaux Diélectrique (LEMD) i Grenoble. Stian Ingebrigtsen (Fysikk) tok diplom på dette i 2002, og Øistein Hestad tar diplom nå, i samarbeid med Ingebrigtsen. SEFAS har stadig behov (og finansiering) for flere prosjekt- og diplomstudenter fra Fysikk til dette prosjektet. Det eksperimentelle arbeidet består av utvikling og bruk av høyspennings pulsgeneratorer og elektrooptisk mikroskopisk registreringsutstyr.

D. Ikke-termisk behandling av forbrenningsgasser ved bruk av selektiv kaldt plasma eksitasjonsreaktor

Dette er et stort samarbeidsprosjekt som involverer SEFAS, Ecole Supérieure d'Electricité, Electricité de France, og Comenius Universitetet i Bratislava. Prosjektet avhenger imidlertid av EU-midler, og finansieringen er ennå ikke klar.

Biomasse kan omvandles til termisk energi direkte ved forbrenning, eller gjøres om til mer høyverdige produkter gjennom prosessene gassifisering eller pyrolyse. I prosessen kan både luft, vanndamp og rent oksygen inngå som oksidasjonsmiddel, og gassproduktet (brenselgassen) består typisk av H_2 , CO , CO_2 , N_2 , H_2O , og hydrokarboner. De brennbare gassene fra prosessen har tradisjonelt blitt benyttet direkte til eksempelvis produksjon av damp/varmt vann ved forbrenning i kjele eller for produksjon av varme i prosessammenheng. Det er imidlertid stadig mer aktuelt med gassifisering av biomasse til drift av gassmotorer eller gassmotorer for kraftverk.

Behovet for gassrensing vil avhenge av gassifiseringsteknologi, brenselkvaliteter og teknologi for konvertering av energi. Generelt må den produserte gassen renses med hensyn på innholdet av tjære og partikler.

Gassrensing må foretas for å unngå avsetninger, slitasje og korrosjon i en etterfølgende prosess samt for å unngå for store utslipp av forurensende komponenter til omgivelsene. For eksempel er kvalitetskravet til gassen i en gassmotor er kjent for å være veldig strengt fordi kun særdeles små mengder av faste partikler eller væske kan tolereres. I dag gjøres dette ved katalytisk cracking samt vann- og oljebasert scrubbing (våtvasking) av brenselgassen. Det arbeides også med plasmareaktorer for høytemperatur nedbryting av tjæren.

Det overordnede problemområdet når det gjelder bruk av lav brennverdi (LCV) gass fra biomasse i en forbrenningsmotor er tjæreforbindelser i gassen inn på motoren. Naften som produseres under gassifiseringen av biomasse begynner å kondensere til tjære (bio-olje) ved omtrent $300^\circ C$. Det betyr at naftenske forbindelser som finnes i gassen vil kondensere på innsugningsrøret, ventiler og sylinderoverflatene etc. når den entrer motoren.

De to konkrete, sammenknyttede problemstillinger for dette prosjektet er følgelig **I**. Nedbryting av naftener i brenselgassen fra biomasse-pyrolysen, og **II**. Reduksjon av CO innholdet i avgassen fra motorer og turbiner drevet med biomassegass.

Selektive eksitasjonsreaktorer SER er basert på det etablerte faktum at den mest effektive primære komponent i kjemiske reaksjoner er energetiske elektroner, ikke tunge atomer eller molekyler som beveger seg med langsomme termiske hastigheter. De energetiske elektronene kan bryte enhver kjemisk binding, og også danne kjemisk aktive produkter som atomært oksygen, ioner eller eksiterte tilstander. I en SER dannes disse elektronene enten ved A. ikke-termiske gassutladninger, som korona og pulsede eller høyfrekvente streamere eller avbrutte gnister, eller av B. elektronstrålekanoner. Til forskjell fra klassiske varmebehandlingsmetoder, som plasmabrenner, kan dette i prinsippet gjøres uten at nøytrale molekyler i gassen oppvarmes nevneverdig.

E. KARAT: Datamaskinsimulering av store elektronlaver

Jeg har kjøpt inn et russisk dataprogram KARAT som kan simulere opp til 100 000 ladete partikler i elektromagnetiske feltkombinasjoner (på Pentium PC). Dette kommer med kildekode i Fortran og C++, samt med e-mail forbindelse til produsenten Dr. V. Tarakanov ved Moskva Univ., som vi har et godt samarbeid med. Vi må, sammen med Tarakanov, modifisere programmet slik at vi kan simulere forhold i gass ved atmosfæretrykk, typisk vekselvirkningen mellom elektronstrålen fra en korona katode og det plasmaet som strålen danner i gassen utenfor.

Student Jørund Bogstrand har gjort diplomten med undersøkelser over bruk av KARAT til simulering av store elektronlaver (mer enn 10^8 elektroner). Her må en bruke et nytt konsept vi har funnet på: Simuleringen kan ikke håndtere mer enn 10^5 partikler, så vi må la hver partikkel representere et superelektron som må vokse med størrelsen på laven. Resultatet ser svært lovende ut, men mer arbeid gjenstår.

Vi er interessert i maks to studenter til prosjekt og diplom på dette feltet. Det er en fordel om man har faget Elektron og ionefysikk og/eller Transportteori. Oppgavene kan være metodeundersøkelse og -utvikling (som Bogstrands) eller bruk av programmene på simuleringer innenfor gassutladningsprosjekter.

Ta kontakt for diskusjon av opplegg mm.

Svein Sigmond, Rom E3-134 sigmond@phys.ntnu.no.

Lysspredning på gas/kondensat system

Veiledere: Knut Arne Strand

Bård Bjørkvik

Ved hjelp av laserlysspredning studeres termiske fluktuasjoner i gass og kondensatfasen og på grenseflaten mellom disse. For høsten 2003 er det aktuelt med en oppgave der en ved bulkspredning skal studere nuklering i gassfasen for en alkanblanding (modellsystem) og korrelere resultatene til grenseflatespenning mellom fasene målt ved grenseflatelysspredning. Arbeidet vil bli utført i samarbeid med SINTEF Petroleumsforskning.

Bølgeenergiforskning

Veileder: Prof. Em. Johannes Falnes (Johannes.Falnes@phys.ntnu.no)

Denne forskningen 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 20m 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 oppgave er:

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

Ultraviolet stråling

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

Ultraviolet stråling (UV) er en del av vår fysiske hverdag og vekselvirker med levende organismer og ulike materialer. Variasjon i innstråling av UV vil ha konsekvenser for miljøet. Mål for studiene er økt kunnskap om hvordan innstråling varierer med ulike atmosfæriske komponenter. Noen problemstillinger av interesse er følgende:

Hva påvirker ultrafiolett stråling som når bakken, for eksempel skyer, støvpartikler (aerosoler) og refleksjon fra bakken?

Hvordan ser fordelingen av stråling fra himmelen ut under ulike klimatiske forhold?

Arbeidsmetoder:

Ulike detektorer som måler ultrafiolett stråling på bakken, inklusive ozon, aerosoler, bakkerefleksjon blir brukt. Data samles og kvalitetskontrolleres. Noen av sensorene krever videre utvikling som kan innebære noe instrumentutvikling for de som ønsker det spesielt.

Satellitdata (spesielt ozondata) brukes for å sammenligne med bakkemålinger.

Modellverktøy som modellerer ultrafiolett stråling ved klar himmel, sammenligning med målinger.

Det er en fordel med litt erfaring i Matlab.

1-2 studenter

Hvordan stråling penetrerer i Trondheimsfjorden.

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

Fjernmåling er blitt et viktig verktøy for å observere miljøet på jorda.

Overvåkning av land og hav inngår i dette. Det er ønskelig å kunne følge variasjoner i havet ved hjelp av satellitt. For å få pålitelige data er det helt nødvendig å forstå hva som påvirker penetrasjon av sollys i sjøen.

Det er innefor disse rammene oppgaven ligger. Den går ut på å analysere hvordan ultrafiolett stråling og synlig lys penetrerer i Trondheimfjorden i løpet av en års syklus. Det finnes data fra flere år tilbake som vil fortelle noe om de faktorerer som påvirker penetrasjonen. Metodisk krever oppgaven litt kunnskap om matlab og ellers generell kunnskap om stråling.

Vindenergi

Veileder: Jørgen Løvseth, rom E4-139 (Jorgen.Lovseth@phys.ntnu.no)

Norge har store områder egnet for utbygging av vindkraft. På gunstige steder er nå vindkraft i samme prisområde som ny vannkraft, og potensialet er betydelig, 30 – 70 TWh/år, avhengig av forutsetninger. Vind- og vannkraft har årstidsvariasjoner i motfase, og samkjøring er spesielt gunstig.

Ved Titran på Frøya har gruppen en avansert, datastyrt målestasjon for studium av vindfeltet. Den har 3 master på 100, 100 og 45 m. høyde. På en øy vest for Titran finnes ytterligere en mast på 45m. Kontinuerlige tidsserier av vindens hastighet og retning registreres i mange målepunkter.

Temperaturprofil og stråling blir også registrert. Målefrekvens er 1 Hz, 4 Hz og 20 Hz. En har også utstyr for å etablere flyttbare målestasjoner. Formålet er å samle data av relevans for utbygging av vindkraft, og generelt for beregninger av vindlast på konstruksjoner. Spesielt studeres turbulens i vinden, deri inkludert korrelasjoner i vindfeltet som funksjon av retning og avstand. Videre er det viktig å konstruere og prøve ut statistiske modeller som kan forutsi ekstreme utslag i vindbildet. Vi har samarbeid med Vindkraftgruppen ved Risø Nationale Laboratorium og Danmarks Tekniske Universitet.

I et samarbeid mellom NTNU, SINTEF Energiforskning, Institutt for energiteknikk (IFE) og industri er en prøvestasjon for vindkraftverk under oppbygging på Valsneset i Bjugn der studentprosjekter kan innpasses. Det er nå generelt stor interesse for utbygging av vindkraft.

Oppgaver:

1. Eksperimentell og/eller teoretisk undersøkelse av generell tids- og romstruktur i det maritime vindfelt. Dette er viktig for dimensjonering og design av optimalt styringsprogram for vindturbiner.
2. Studium av ekstreme vindbyger basert på direkte observasjoner og beregninger fra spektralfunksjoner.
3. Målinger av materialspenninger i turbinblader og elektrisk produksjon fra vindkraftverk med henblikk på optimal styring av kraftverket ved bladvridning (pitch control). Etter nærmere avtale med eksterne partnere og grupper innen SINTEF Energiforskning.

Andre oppgaver kan også formuleres.

Formidling av fysikk gjennom nettstedet www.fysikknet.no.

Veileder: Per Morten Kind

Fysikere ved UiO, UiT, NTNU og NLH har gått sammen om å lage nettstedet www.fysikknet.no. Her presenteres moderne fysikk og en rekke emner og problemstillinger det forskes på i dag. Hensikten med nettstedet er å bidra til at viktig kunnskap blir gjort tilgjengelig for et bredt publikum. Det er lagt vekt på å presentere fysikk på en spennende måte og gi alle noe å undres seg over. Én viktig målgruppe for nettstedet er elever i skolen. Websidene kan brukes som et utgangspunkt for å skape interesse for fysikk, men de kan også være et viktig bidrag til å fornye innholdet i faget.

Et neste skritt i arbeidet med nettstedet er å vise lærere i skolen hvordan de kan utnytte nettstedet sin undervisning. Det er også behov for mer generelt å videreutvikle noen av temaene i pedagogisk retning. Dette arbeidet vil danne utgangspunktet for denne prosjektoppgaven.

Prosjektoppgaven vil blant annet bestå i å finne annen informasjon på internett som kan knyttes opp mot [fysikk.no](http://www.fysikknet.no). Slikt materiale er viktig for å skape mer helhetlige undervisningsopplegg for skolebruk. Det vil videre være behov for å samordne temaene på nettstedet med læreplaner og lærebøker i skolen. Den viktigste oppgaven vil likevel være å lage oppgaver og vise måter som kan brukes for å arbeide med nettstedet. Oppleggene som lages vil bli lagt ut på nettstedet som en hjelp for lærere, elever og andre besøkende.

Studenter som ønsker å arbeide med denne prosjektoppgaven kan ta utgangspunkt i følgende temaer:

- Sansene
- Superledning
- Fra Big Bang til mennesket
- Liv og bevissthet
- Partikkeleventyret
- Hverdagsmysterier
- Kvantefysikk – naturens terningspill
- Eksperimenter

2. SEKSJONENES ORIENTERINGSMØTER

I tillegg til oversikten over prosjekttilbud i punkt 1 inviteres studentene til seksjonenes orienteringsmøter som arrangeres slik:

Mandag 31.03 kl.14.15 - 16.00	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom E3-128
Torsdag 03.04 kl.14.15 - 16.00	Seksjon for teoretisk fysikk	rom E5-103
Fredag 04.04 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi	rom D4-132
Mandag 07.04 kl.14.15 - 16.00	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	rom D3-114
Torsdag 10.04 kl. 14.15 - 16.00	Gruppe for komplekse materialer	rom E3-128

3. HVORLEDES PROSJEKTAVTALER INNGÅS

Avtale om prosjekt kan ikke inngås før **29. april 2003 kl.14.15**. På dette tidspunkt holder seksjonene hver for seg møter med studenter som har sit primær ønske om prosjekt ved seksjonen. På møtet er seksjonen representert ved seksjonslederen og flest mulig av veilederne. Avtale om prosjekt inngås for de studenter hvis ønsker kan imøtekommes uten problemer. I de tilfellene der det er for mange studenter med samme ønske forsøkes minnelige ordninger. Hvis dette mislykkes, utvelges studentene til konkurranseutsatte prosjekter ut fra veilederens skjønn av hva som er den beste løsning, eller ved loddtrekning.

Prosjektavtalemøter tirsdag 29.04.2003 kl.14.15

Seksjon for kondenserte mediers fysikk:	rom E3-128
Gruppe for komplekse materialer:	rom D3-114
Seksjon for teoretisk fysikk:	rom E5-103
Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi:	rom D4-132
Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk:	rom E4-107

For prosjektvalg etter 29.april gjelder "first come, first served". Eksterne prosjekter forutsetter at en av det faste vitenskapelige personalet ved instituttet er villig til å være instituttansvarlig. Prosjektavtaleskjemaet som finnes på neste side fylles ut og leveres studentekspedisjonene ved Institutt for fysikk senest **15.mai**.

