



HØST 2004

TFY4700 FORDYPNINGSEMNE I BIOFYSIKK

TFY4705 FORDYPNINGSEMNE I FYSIKK

Dette heftet henvender seg til studenter som skal bli 5. årsstudenter fra høsten 2004, og inneholder

1. Oversikt over prosjekt-tilbud
 - 1.1 Seksjon for kondenserte mediers fysikk side 2
 - 1.2 Seksjon for komplekse materialer side 9
 - 1.3 Seksjon for teoretisk fysikk inkl.oppgaver side 23
fra Institutt for mekanikk
 - 1.4 Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi side 28
 - 1.5 I samarbeid med Institutt for bioteknologi, side 32
Institutt for kreftforskning og molekylær-
medisin, Institutt for fysikalsk elektronikk,
Institutt for sirkulasjon og bildegiagnostikk,
MR-senteret, Kreftavdelingen ved St. Olavs
Hospital og Ultralydgruppen ved SINTEF Helse.
 - 1.6 Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk side 37
2. Gruppens orienteringsmøter side 41
3. Hvorledes prosjektavtaler inngås side 41
4. Skjema for valg av fordypningsemne side 42
5. Liste over valgbare temaer i fordypningsemne side 43

Spørsmål kan rettes til prosjektkoordinator Brian Wall, rom E3-169, 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

1. Magnetohydrodynamisk framdrift/ Birkelands kanon

Veiledere O. Hunderi og A. Johnsson

Begrepet magnetohydrodynamisk framdrift har vært kjent for over hundre år, men det er først i de siste år at prinsippet er tatt i bruk i praksis. Nordmannen Christian Birkeland (som var med og startet Norsk Hydro) tok i 1902 patent på en kanon basert på dette prinsippet. Prinsippet er enkelt: når strøm sendes gjennom en leder; væske eller fast stoff, vil dette bli utsatt for en Lorentz kraft. Basert på dette prinsippet sjøsatte japanerne i 1997 en båt med bare på magneohydrodynamisk framdrift. MHD har mange fordeler, det er stille, det har ingen bevegelige deler og dermed lite vedlikehold.

I den andre enden av størrelsesskalaen finner vi begrepet "mikropumper" I dette prosjektet foreslås det å designe, bygge og teste en mikropumpe basert på magnetohydrodynamisk framdrift. Pumpen vil bli brukt til å pumpe ledende væsker slik som saltholdige løsninger.

2. Optisk ytstudier av epitaksiella perovskittfilmer.

Ämneslärare:

Prof. O. Hunderi, Institutt for fysikk, rum D5-145, e-post:

ola.hunderi@phys.ntnu.no

Medhandedare:

Dr. T. Tybell, Institutt for fysikalsk elektronikk, rum B417 , e-post:

thomas.tybell@fysel.ntnu.no

Prof. J. Grepstad, Institutt for fysikalsk elektronikk rum A471, e-post:

jostein.grepstad@fysel.ntnu.no

Vid *Institutt for fysikalsk elektronikk* forskas det på epitaxiell växt av tunnfilmer baserade på perovskiter. Till detta ändamål används "off-axis magnetron sputtering", en teknik som tillåter växt av enkristalina tunnfilmer med atomiskt flata ytor. Ett "problem" är att tekniken ej är lämpad för in-situ RHEED (reflection high energy electron diffraction) analys under själva växten för att dektektera antalet enhetsceller som är deponerade. Därför har vi utvecklat en optisk detektionsteknik för detta ändamål baserat på Reflection Anisotropy Spectroscopy (RAS), en teknik som det forskas på vid *Institutt for fysikk*. Denna huvuduppgåva har som mål att studera, med hjälp av RAS, perovskiters optiska ytegenskaper. Projektet är ett samarbete mellan *Institutt for fysikalsk elektronikk* och *Institutt for fysikk* vid NTNU.

OPPGAVER INNEN SCANNING PROBE MIKROSKOPI STUDIER AV OVERFLATER

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.

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

Veiledere: Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)

Førsteamanuensis 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 tunnelleringsstrømmen mellom spissen og oksidoverflaten. Spesiell vekt vil bli lagt på innvirkningen av stegkanter i overflaten, som er en enhetscelle høye, på etseprosessen. SrRuO₃ kan gro 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 elektronikk og telekommunikasjon ved NTNU.



Figuren viser bokstavene NTNU ”skrevet” med STM i SrRuO₃. Linjene er ca. 10 nm brede.

Atomær 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. Kraftmåling 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.

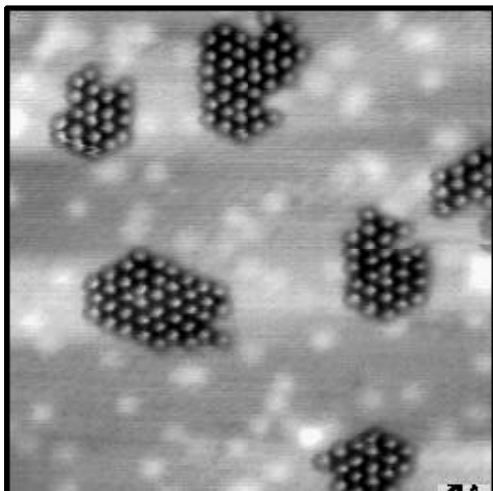
Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier adsorpsjonsprosesser på overflater

Veiledere: 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 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.

I denne oppgaven skal adsorpsjon og dissosiasjonprosesser på enkrystallinske overflater av nikkedaluminium studeres ved hjelp av scanning tunneling mikroskopi (STM). STM, som er en



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

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 prosjektoppgaven er å studere adsorpsjon og dissosiasjon av molekyler på atomære skala på nikkedaluminiumsoverflaten med (110) orientering. Til dette arbeidet skal variabel-temperatur STM-instrumentet ved Institutt for fysikk brukes. Dette instrumentet tillater kjøling av prøven til temperaturer lavere enn dissosiasjons-temperaturen for ulike molekyler på denne overflaten. Vi har dermed mulighet for å studere både adsorpsjons- og dissosiasjonsprosesser i detalj som funksjon av temperatur.

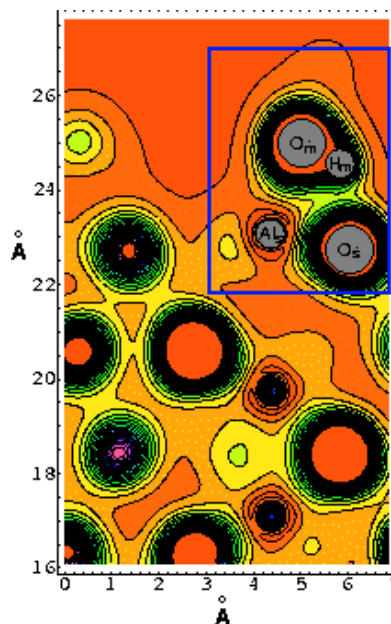
DFT undersøkelser av adsorpsjon av molekyl på oksidoverflater

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

Stipendiat Øyvind Borck, Inst. for fysikk (oyvind.borck@phys.ntnu.no)

Kunnskap om adsorpsjon av molekyler til oksidoverflater er viktig for å forstå mange fenomener av teknologisk interesse, som for eksempel adhesjon, katalyse og korrosjon.

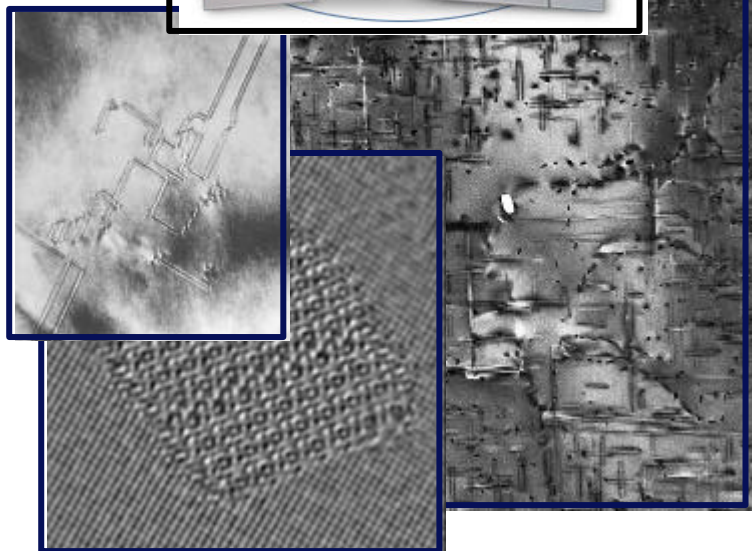
DFT er en teoretisk metode som gjør det mulig å beregne egenskaper som atomære og elektroniske strukturer, bindingsenergier, vibrasjonsfrekvenser m.m. med stor nøyaktighet. Slike beregninger er et komplement til eksperimentelle undersøkelser, og kan gi ekstra informasjon om og bidra til en økt forståelse av de fysiske fenomenene. Prosjekt-oppgaven går ut på å beregne vibrasjonsfrekvenser hos metanol adsorbert på aluminiumoksid. Disse frekvensene skal sammenlignes med målte data fra litteraturen.



Figuren viser et tverrsnitt av elektrontettheten til Al₂O₃-overflate med adsorbert metanol beregnet med DFT

Elektronmikroskopi-gruppa

Holmestad / Tøtdal / van Helvoort / Sandberg / Yu / Andrei / Vullum / Hasting / Nordmark i samarbeid med SINTEF Anvendt fysikk (Andersen / Marioara / Tanem / Walmsley)
(e-post: randih@phys.ntnu.no, bard.totdal@phys.ntnu.no, a.helvoort@phys.ntnu.no,
nils.sandberg@phys.ntnu.no, yingda.yu@material.ntnu.no, carmen.andrei@phys.ntnu.no,
per.vullum@phys.ntnu.no, hakon.hasting@phys.ntnu.no, heidi.nordmark@phys.ntnu.no ,
sigmund.andersen@sintef.no, calin.d.marioara@sintef.no , , bjorn.s.tanem@sintef.no,
john.walmsley@sintef.no)



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

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

Gruppa har en meget velutrustet lab med tre elektronmikroskop. Det nyeste ble installert i fjor, og vil bli brukt i prosjektoppgaver om nødvendig. Vi har også et atomic force mikroskop (AFM), det siste til overflatestudier. Vi har god tilgang på nødvendig regnekraft for modellering og simuleringer. Vi samarbeider i stor grad med andre grupper på NTNU, SINTEF anvendt fysikk og norsk industri, samt flere grupper i utlandet. Gruppa kan tilby varierte prosjektoppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon.

Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Prosjektstudenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang 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 og snakke med oss! Vi sitter nå i 4. etasje i B og D-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. Det er utfellinger av legeringselementer i nanometerstørrelse som bestemmer mekaniske egenskaper i Al-legeringer! Vi må forstå utfellingssekvensene for å kunne oppnå de tilsiktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara, Håkon Hasting

TEM-studier av solcelle-Si

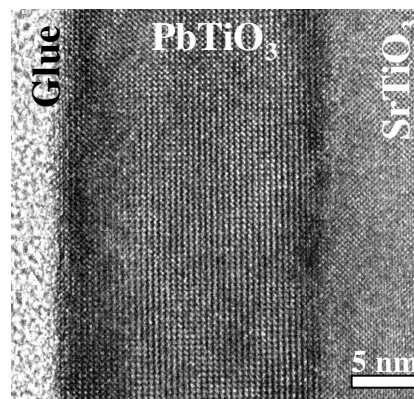
Vi har i år startet opp et prosjekt på solcelle-silisium i samarbeid med andre grupper ved NTNU som holder på med solcelle-forskning. En viktig parameter for effektiviteten av solceller er å få rent nok silisium med minst mulig sporelementer/urenheter. Oppgaven går ut på å kvantifisere /posisjonere urenheter i solcelle-silisium. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Heidi Nordmark

TEM-karakterisering av perovskitt-baserte syntetiske materialer

Ved Institutt for elektronikk og telekom. 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. Vi studerer her krystallstruktur og koherens i de ulike tynnfilmene med TEM og korrelerer endrede

materialegenskaper med mikrostrukturen. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for elektronikk og telekom. og Institutt for fysikk. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Ton van Helvoort, Thomas Tybell (thomas.tybell@iet.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. Several PhD projects are 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, SEM etc) and electrochemical properties, and are likely to involve interaction with other departments. Contact persons: Jostein Mårdalen (jostein.mardalen@sintef.no), Bjørn Steinar Tanem, John Walmsley, Yingda Yu, Randi Holmestad

Karakterisering av intermetalliske partikler i aluminium

Ekstruderte aluminiumrør med vegtykkelse på ca 0.3 mm anvendes i varmevekslere i bilindustrien. God korrosjonsmotstand er essensielt for å unngå lekkasjer, og er et sentralt moment i utviklingen av nye legeringer. Tilbøyeligheten til lokal korrosjon (pitting) på aluminium er i stor grad avhengig av type og fordeling av intermetalliske partikler i materialet. Oppgaven vil gå ut på å studere sammensetning og fordeling av slike partikler som funksjon av avstand fra røroverflaten i en aktuell varmevekslerlegering (AA3102). SEM og røntgen mikroanalyse vil stå sentralt. Arbeidet vil bli

knyttet til et forskningsprogram ved SINTEF/NTNU kalt *Light Metal Surface Science*.
Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Bjørn Steinar Tanem, Otto Lunder (otto.lunder@sintef.no)

TEM-studier av katalysepartikler

I samarbeid med Institutt for prosesskjemi studerer vi forskjellige typer porøse materialer med små partikler som brukes som katalysatorer i et vidt spekter av industrielle prosesser. For å forstå egenskapene til katalysatoren er det meget viktig å vite størrelsen (som kan være ned mot noen få nanometer) og strukturen på partiklene hva slags legering/sammensetning de har. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, John Walmsley, Randi Holmestad, Anders Holmen (anders.holmen@chemeng.ntnu.no)

TEM-karakterisering av nanostaver av funksjonelle oksider

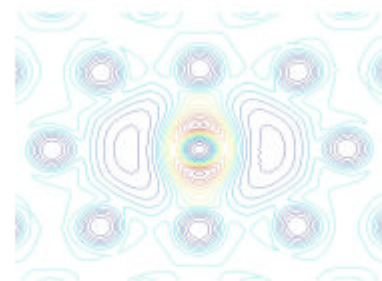
Motivert ut fra aktiviteten på epitaksielle tynnfilmer ved Institutt for elektronikk og telekom. har gruppen for uorganiske materialer og keramer ved Institutt for materialteknologi startet opp en aktivitet med å syntetisere 1-dimensionale nanostaver av ferroelektriske materialer som BaTiO₃ og enkle oksider som TiO₂. I første omgang er det ønskelig å studere disse materialenes krystallstruktur og krystallittenes størrelse og morfologi. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk, Institutt for materialteknologi og Institutt for elektronikk og telekom. Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud (mari-ann.einarsrud@material.ntnu.no), Tor Grande (tor.grande@material.ntnu.no) Thomas Tybell (thomas.tybell@iet.ntnu.no).

Ferroelastiske keramer

Perovskitter (ABO₃) 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. Vi samarbeider her tett med Institutt for Materialteknologi som lager materialene. Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud (mari-ann.einarsrud@material.ntnu.no), Tor Grande (tor.grande@material.ntnu.no)

Elektronstrukturberegninger på legeringer

I de siste to tiårene er det utviklet metoder for å beregne fasediagram (struktur som funksjon av sammensetning og temperatur) utifra rent teoretiske beregninger. De er basert på løsninger av Schrödingerlikningen gjennom såkalte elektronstrukturberegninger og Monte-Carlo-simuleringer. Men mens et fasediagram gir informasjon om likevektstilstanden, så er man i praksis ofte interessert i metastabile tilstander og tidsavhengige forløp: et eksempel av interesse her er utfellinger av Mg og Si i Al. Slike prosesser kan studeres ved liknende metoder, for eksempel kinetisk Monte Carlo. Denne diplomoppgaven blir formulert innenfor det området. Prosjektet bygger på meget datakrevende elektronstrukturberegninger på legeringer av Al, Mg og Si. Men ettersom målet er å studere tidsavhengige forløp over romtemperatur,



Elektron tetthetsplott for Si under et diffusjonsskritt i Al.

kommer studenten også til å få bruk for kunnskaper innen termodynamikk og statistisk fysikk. Kontaktpersoner: Nils Sandberg, Knut Marthinsen (knut.marthinsen@material.ntnu.no) Randi Holmestad.

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

Gruppe for polymere halvledermaterialer

Rettlederteam: Emil J. Samuelsen (rom D4-149), Dag W. Breiby (Risø, DK)
e-post: emil.samuelsen@phys.ntnu.no; dag.werner.breiby@risoe.dk

Polymere halvleder-materialer regnes for å representere framtida på IKT-feltet (Informasjons- og kommunikasjonsteknologi). Nobelprisen for år 2000 ble gitt på dette feltet. Bruksområdet er m. a. lysemitterende dioder (LED) og lasere i form av plane, fleksible skjermer, og datalagring. Materialene som vi arbeider med, blir dels framstilt ved NTNU (Institutt for kjemi), dels av våre samarbeidspartnere i Sverige, Frankrike, Polen, Canada og USA. Materialene blir brukt i form av tynne sjikt eller som orienterte fiber.

Oppgavene blir formulert innenfor området

”Polymere halvleder-materialer som som *nano-fibrer*”

Det vil kunne formuleres flere ulike oppgaver

En skal undersøke grad av preferert orientering som oppstår i materialet når det blir framstilt som tråder med diameter ned til $5 \cdot 10^{-8}$ m. De kan framstilles ved ”elektro-spinning”, som er å la dråper av polymeropløsninger fordampe i et elektrisk høgspenningsfelt. Andre måte er å plassere polymeren i porene til porøse materialer som cellulose (dvs. spesielt papir) eller aerogel (porøst glass). Materialene kan dopes *in situ* ved tilsetning av dopemiddel, og fargeforandring og ledningsevne-forandringer kan følges *på stedet*. Eksperimentelt arbeid vil bestå av en eller flere av følgende:

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

Modellberegninger og simuleringer kan inngå i oppgavene.

SEKSJON FOR KOMPLEKSE MATERIALER

PROSJEKTOPPGAVER HØSTEN 2004

Disse oppgavene finnes beskrevet også under:

<http://www.phys.ntnu.no/~arnelg/complex/prosjektoppgaver2004.htm>

Seksjon for komplekse materialer representerer forskning og vitenskap i fysikk ved instituttet innen grunnleggende materialvitenskap, med spesiell fokus på nanostrukturerte myke og komplekse materialer, komplekse systemer, nanovitenskap og nanoteknologi, og potensielle anvendelser av dette. Seksjonen omfatter vitenskapelig ansatte (7- faste vitenskapelig ansatte, for tiden 4 post-doc og 4-5 stipendiater) som samarbeider om eksperimenter, numerisk modellering og teori.

Følgende faste vitenskapelige ansatte ved Institutt for fysikk er medlemmer av seksjonen (Oktober 2003):

- Arnljot Elgsæter, Professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)
- Jon Otto Fossum, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)
- Alex Hansen, Professor (teoretisk fysikk)
- Arne Mikkelsen, Professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)
- Frode Mo, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)
- Steinar Raaen, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)
- Bo Sture Skagerstam, Professor (teoretisk fysikk)

Seksjonen er nært knyttet til det nasjonale senteret for

"Komplekse systemer og myke materialer"



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

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

Av viktige eksterne samarbeid kan nevnes:

Arnljot Elgsæter, Jon Otto Fossum og Alex Hansen er medlemmer av et nasjonalt strategisk universitetsprogram (SUP) "Komplekse systemer og myke materialer": www.phys.ntnu.no/CPX, som er et naturvitenskapelig samarbeid mellom fysikere ved NTNU, UIO og IFE.

Elgsæter, Fossum, Hansen og Raaen er med i en CRT ("Collaborative Research Team") som heter "Nanostrukturerte komplekse og myke materialer" som har en betydelig bevilgning innefor Norges forskningsråd sitt NANOMAT program.

Seksjonen søker å øke sin NANOMAT aktivitet innefor en utvidet CRT.

Jon Otto Fossum og Frode Mo er begge tunge brukere av den sveitsisk-norske strålelinjen SNBL ved ESRF synkrotronen i Grenoble.

Fossum og Hansen har et viktig samarbeid med Universitetet i Brasilia i Brasil, som også omfatter bruk av den brasilianske synkrotronkilden LNL i Campinas, Brasil

Seksjonen 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 Brasil,
- 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.

Seksjon 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: Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipider-vesikler. Proteinene sørger blant annet for høgspesifikk kjemisk katalyse og kommunikasjon i levende celler. DNA er bærer av "minnet" og styrer sammen med RNA det hele, inklusive hvilke proteiner som blir syntetisert. Proteiner, DNA/RNA og polysakkarider er alle biopolymerer som kan anta en rekke ulike konformasjoner. Lipider danner membraner som fysisk omslutter alle celler og mikroorganismer. Vi ønsker å forstå de involverte molekylære mekanismene, og hvorledes de vekselvirker. I de fleste tilfellene fokuseres det på hvordan solid fysikkforståelse kan bidra til en dypere forståelse av biologiske problemstillinger (biologisk fysikk). Dette inkluderer proteinfolding, protein-protein vekselvirkninger, protein-DNA vekselvirkninger og organisering på høyere nivå som f.eks. genetiske "switcher" og molekylære nettverk.
- **Nanostrukturerte og myke materialer, og kollektiv oppførsel:** Myke materialer er som oftest resultat av vekselvirkninger mellom nanopartikler. De fleste materialer av biologisk opphav hører inn under kategorien myke materialer. Det samme gjelder også de fleste materialer bestående av syntetiske polymerer som ikke befinner seg i glassfase eller mikrokrySTALLINSK fase. Et annet viktig 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 oppsprekkingen; 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.
- **Nanostrukturete og 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 forstå disse og andre fysiske fenomener, anvender vi blant andre følgende verktøy:

- Teoretiske beregninger stort sett basert på statistisk fysikk
- Numerisk modellering (numerisk fysikk)
- Eksperimentelle teknikker som f.eks.:
 - Rheologiske teknikker for studier av myke materialers makroskopiske oppførsel.
 - Videomikroskopi og annen makroskopisk visualisering og analyse.
 - Mikrokolorimetrisk metode for studier av nanopartikkelvekselvirkning (binding) og strukturelle endringer inne i nanopartikler (f.eks. biopolymerers konformasjon) eller organiseringen av slike partikler relativt hverandre (f.eks. ulike typer væskekrystaller).
 - Statisk og dynamisk lysspredning, og elektro-optiske metoder for kartlegging og analyse av struktur og dynamikk på nano- og mikrometerskala .
 - Røntgendiffraksjon og lavvinkel røntgenspredning (Nytt toppmoderne utstyr under anskaffelse).
 - 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.

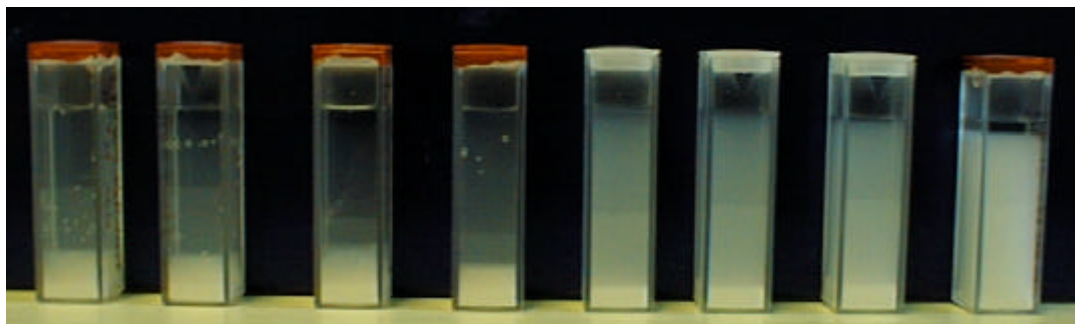
- Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflaterreaksjoner.

Vi tilbyr hovedoppgaver/diplomoppgaver innenfor alle prikkpunktene ovenfor, og tilbyr både fysikkoppgaver, rene instrumenteringsoppgaver inkludert instrument- programmering, og kombinasjoner av dette. Noen aktuelle oppgaver for 2004 er som følger:

I. Fysikkoppgaver.

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

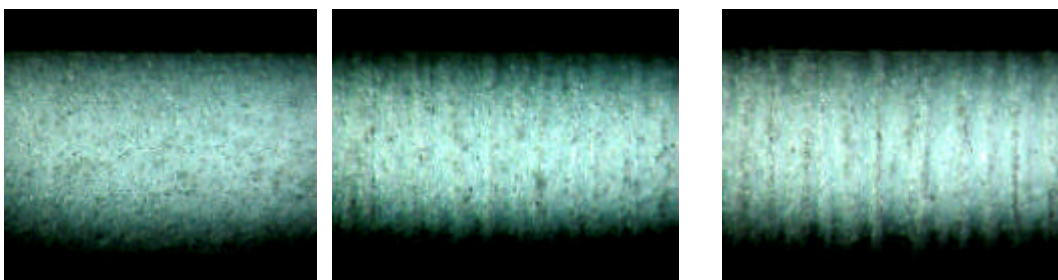
De tre prosjekter som er et PhD-prosjekt for stipendiat Davi de Miranda Fonseca, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i vann i strukturer tilsvarende dem som danner grunnlaget for moderne LCD flatskjermer. 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: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no) (begge Realfagbygget NTNU).

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

De tre prosjekter som er et PhD-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 1 mm. Fra venstre til høyre var tiden henholdsvis 0 sek, 40 sek og 80 sek. Utvikling av kjededannelse med tiden kan ses tydelig.

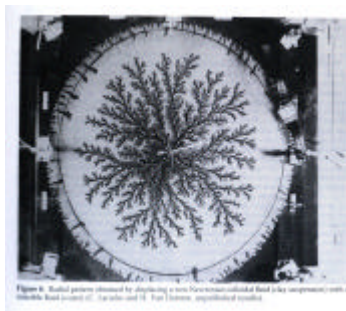


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust

(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

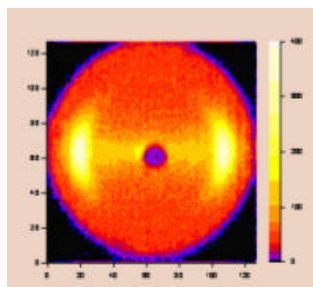
Laponitt er en syntetisk leire som danner gjennomsiktige geler med så lite som 1% leireinnhold i 99% vann. Det er av fundamental interesse å forstå hvordan fluider trenger inn i slike geler, og slik fysikkforståelse kan ha klare anvendelser f.eks. i oljeindustrien. Dette prosjektet omfatter eksperimentelle videostudier av fluidinntregning 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 Toussaint ved NTNU arbeider nå aktivt med dette prosjektet. Bildet viser eksempel på mønsterdannelse når en fluid injisert fra sentrum trenger inn i en leiregel mellom to glassplater. Dimensjoner ca 30x30 cm²



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget 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 tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

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

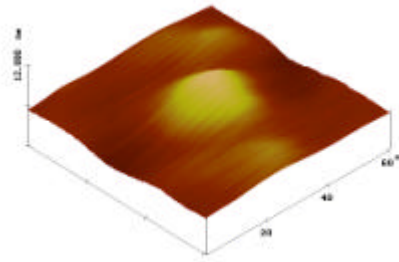
Dette prosjektet er i samarbeid med COMPLEX-gruppen ved fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller og er en fortsettelse av to diplomprosjekter som har gått over de to siste årene (2001 og 2002). Prosjektet omhandler studier av nanoporøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon av vann 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: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere er seniorforskerne Kenneth Knudsen (knudsen@ife.no) og Geir Helgesen (geirh@ife.no) (ved IFE, Kjeller).

5. Kraftmikroskopi (AFM)

Seksjonen 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 2003, slik at ingen av disse prosjektene konkretiseres her. Bildet til høyre nedenfor viser en nanopartikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet av oss tidligere vha en innleid AFM:



Dersom seksjonens AFM ankommer tidlig nok i vårsemesteret 2004 kan flere oppgaver innen moderne nanovitenskap settes i gang på dette instrumentet.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

6. Røntgendiffraksjonsstudier av materialer

Kontaktperson og hovedveileder for de to følgende prosjektene: Professor Frode Mo. (Epost: fmo@phys.ntnu.no, tel. 3593585, rom E3-164 Realfagbygget NTNU).

Tidsopløste 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 under og etter ekstrudering har avgjørende betydning for flere viktige materialegenskaper. 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 våren 2004. 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-doc-stilling på dette prosjektet.

Strukturstudier av ferroelastisk organisk forbindelse

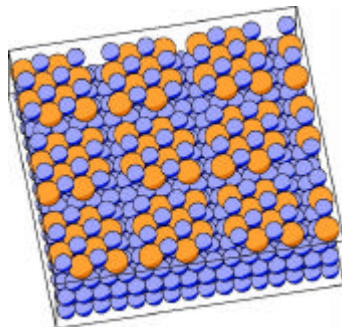
Vi undersøker ferroiske forbindelser ved en-krystall røntgendiffraksjon for å karakterisere forandringer i molekylstruktur som inntreffer ved en faseovergang. For disse arbeidene har vi utviklet en gasstrøm termostat prøvecelle med kontroll av relativ fuktighet og utstyr for å legge et elektrisk DC-felt over krystallprøven. En høytrykkselle for diffraksjonsstudier av krystallinske prøver under trykk opp til 20 GPa finnes ved Swiss-Norwegian Beam Lines (SNBL), ESRF i Grenoble. 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 er knyttet til et ombytte i posisjon 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 noe krystallografi og røntgen-diffraksjon, som er hovedmetoden for å studere struktur på atomnivå, videre f.eks. delta i innledende diffraksjonsarbeider på krystaller som vi har, arbeide med datasett 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.

7. 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) en-

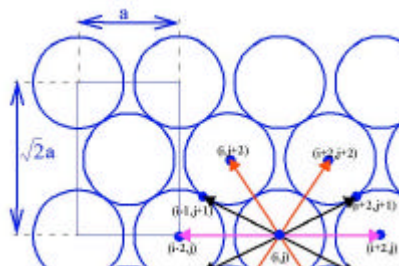
krystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike gasser f.eks. O₂, CO eller CO₂ studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsenergi undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er bl.a. å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for reelle katalysatorsystemer, og som er teknologisk viktig i energi- og miljøsammenheng.



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

8. Monte-Carlo simulering av adsorpsjon av CO fra Pt(111)

Tolkning av termisk desorpsjonsdata for adsorberte molekyler på en overflate er komplisert 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. Slike prosesser kan simuleres på et overflategitter hvor det kan tas hensyn til nabovekselvirkninger og forskjellig desorpsjonsenergi for ulike gitterposisjoner. Et mål for prosjektet er å reprodusere eksperimentelt observerte overflatestrukturer for CO adsorbent på Pt(111) overflaten, samt reprodusere termisk desorpsjonsspektra for dette systemet. En statistisk tilnærming ved bruk av Monte Carlo simuleringer er vel egnet for slike studier.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet er professor Steinar Raaen. (Epost: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174 Realfagbygget NTNU). Medveileder er professor Alex Hansen. (Epost: alex.hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

9. Fotelektronmikroskopi av overflatereaksjoner

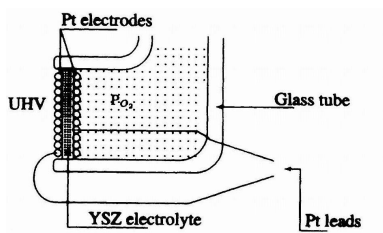
Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av katalysatorer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala 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. (Epost: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174 Realfagbygget NTNU).

10. 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-vakuump (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.

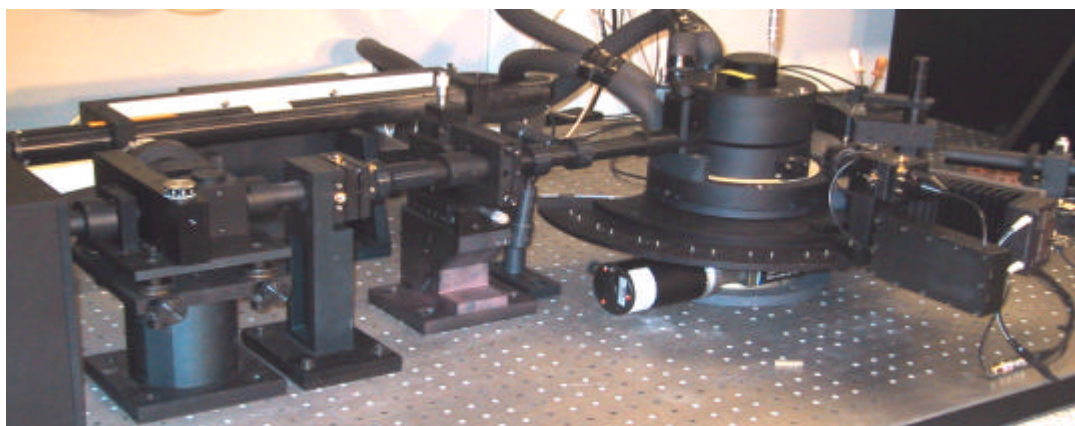


Schematic picture of the Pt-YSZ-Pt solid electrolyte cell.

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

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

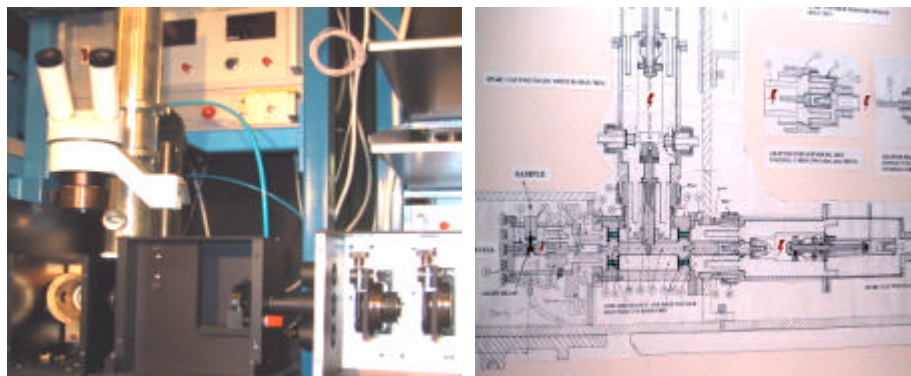
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot A) Det kjedeformede strukturelle proteinet spektrin og dets komponenter, B) laponitt og C) visse spesialiserte lipidvesikkelsystemer.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



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU).

12. Elektro-optiske 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. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU), stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU) og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

13. Mikrokalorimetri av nanopartikkelsystemer

Den atomære strukturen til proteiner er generelt temperaturavhengig. Disse strukturelle endringene kan studeres vhja. differensiell scanning kalorimetri (DSC). Spesifikke bindinger mellom proteiner kan studeres vhja. isotermisk kalorimetri (ITC). Topp moderne slike instrumenter er under anskaffelse og første prosjekt blir studier av egenskapene til de ulike formene av spektrin og vekselvirkningene mellom disse.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU), stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU) og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

14. Fryse-ets elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

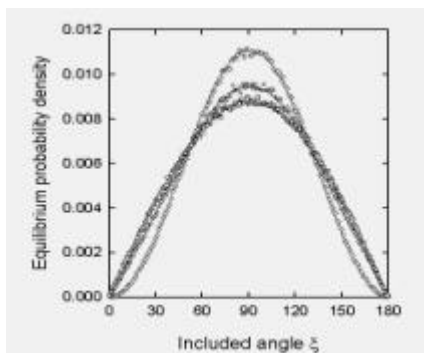
Karotenfosfolipider (antioxidant mot mutagen kreft) og astaxanthin-derivat (mulig hjertemedisin) danner vesikulære nanopartikler. Kartlegging av i hvilken grad disse vesiklene består av multilag eller singellag vesikler er viktig for forståelsen av de funksjonelle mekanismene til disse stoffene. Fryse-ets elektronmikroskopi er eksepsjonelt vel egnet for slike studier. Kompleks 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. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere: Post-doc Roar Meland (Epost: roar@meland.as) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU) og Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU

15. 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) føyninger. 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. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU).

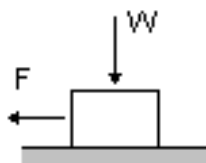
16. Den generaliserte mobilitetstensoren til ikke-sfæriske nanopartikler

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 metoden for å beregne mobilitetstensoren er basert på den såkalte CBLBEB-metoden og Connollys 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. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU), Post-doc Roar Meland (Epost: roar@meland.as) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU).

17. 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, (Epost: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

18. 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 teste ut disse ideene numerisk og teoretisk.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Epost: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

19. 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 fluktuasjoner. Dette faller inn under det nye feltet "econophysics."



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Epost: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

20. 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.

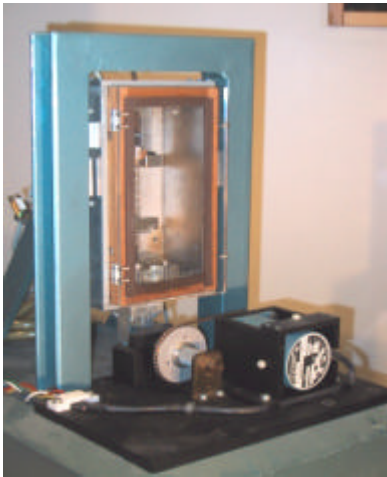
Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Epost: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

II. Instrumenteringsoppgaver

Alle de eksperimentelle oppgavene nevnt ovenfor i punkt I. omfatter noe instrumentering og instrumentprogrammering (LabView eller LabWindows) i tillegg til dataanalyse for fysikk-interpretasjon. Her følger noen RENE instrumenteringsoppgaver. Disse er alle deler av større forskningsprosjekter og vil derfor eventuelt kunne fungere som utmerkede inngangsporter til dr.gradsarbeider innen disse forskningsprosjektene.

21. Pendel-viskoelastometer

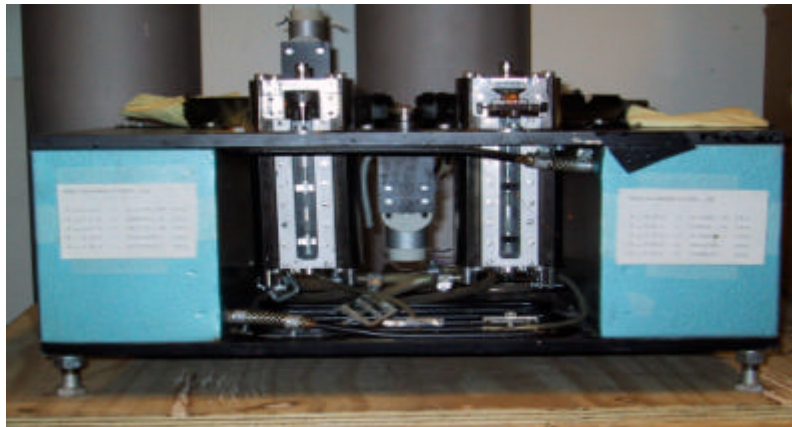
Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer i frekvensområdet 0,01-3 Hz. Instrumentet kan i tillegg måle stress- og strain-relaksasjon. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven vil være en videreføring av diplomoppgave utført våren 2003 der grunnlaget ble lagt for instrumentkontroll og datainnsamling ved bruk av LabView eller Labwindows og et topp moderne datasystem (PC).



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU), og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

22. Høgfrequens (100 – 10 000 Hz) viskoelastometer

Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer for 10 jamt fordelte resonansfrekvenser (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. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU) og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

23. Ultrahøgfrequens (10 -200 kHz) viskoelastometer

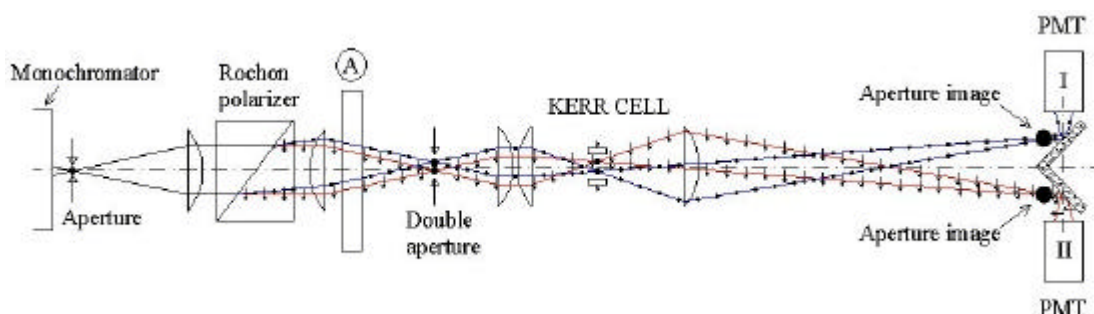
Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer for resonansfrekvenser (høy-Q) i frekvensområdet 10-200 kHz. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven omfatter oppbygging av et topp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



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU) og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

24. Videreutvikling og utprøving av elektro-optisk instrumentering for studier av nanopartikkelstruktur og -dynamikk

Et nytt "state-of-the-art"-instrument for måling av elektrisk induert dikroisme og dobbeltbrytning er blitt designet og er under bygging. I tillegg til disse standardmetodene er instrumentet bygget for også å måle elektrisk induert 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:



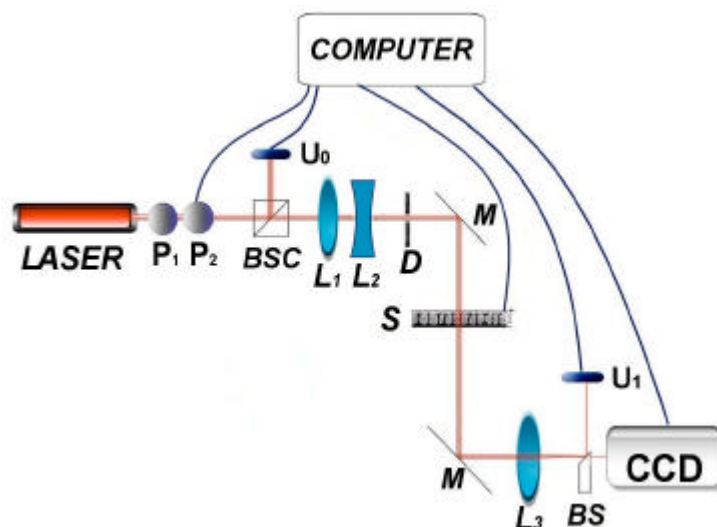
Fotoelastisk modulator. PMT= Photo Multiplier Tube. Bølgelengdeområde: 190-700nm.

Oppgaven gir bred instrumenteringserfaring innen elektro-optikk og moderne databasert instrumentkontroll og datainnsamling (LabWindows).

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU).

25. 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 diffraksjonsmønster), 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.

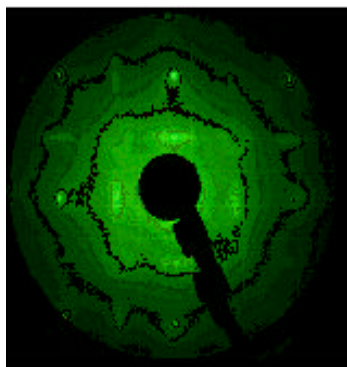


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

26. 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 fosforskjerm som kan avfotograferes med et lysfølsomt kamera, som vist i det følgende bildet til venstre. Til høyre vises en intensitetsprofil fra småvinkel-laserdiffraksjon 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, (Epost: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174 Realfagbygget NTNU), og professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

27. 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 23 og 24 umiddelbart ovenfor. Prosjektet er motivert ut fra interessen for studier av dynamikk av systemer av nanopartikler 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 specklestørrelse til CCD-kameraets pixelstørrelse. Dette prosjektet vil i hovedsak omfatte programmering for datainnsamling fra CCD-pixler for automatisk midling og kalibrering mot kjente nanopartikkel systemer. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk kan være en fordel.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

Kjemi/bio oppgaver:

28. 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. Nytt utstyr for prosjektet (se bildet) innkjøpes høsten 2003.



Figure copyright: http://www1.amershambiosciences.com/aptrix/upp01077.nsf/content/norway_homepage

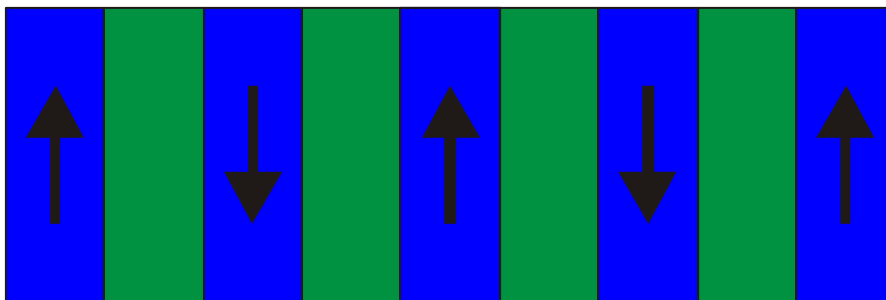
Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU), og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK (inkl. Institutt for mekanikk)

Kvantefelt-teori for spinn-dynamikk i ferromagneter

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

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.



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 magnetiseringsretninger. De grønne lagene er normale metaller. Et eksternt magnet-felt kan vende alle magnetene i samme retning og forandre den elektriske motstanden til strukturen.

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.

Denne prosjekt-oppgaven er en teoretisk studie av spinnets rolle i kondenserte medier og dets innvirkning på fundamentale transport-prosesser. Dette er en del av min forskningsaktivitet hvor tre stipendiater arbeider med transport-teori i nanostrukturer:

- 1) Jan Petter Morten: Spinn-transport i superledere.
- 2) Roman Shchelushkin: Kvant-transport i halvledere og normal metaller.
- 3) Jørn Foros: Spinn-dynamikk og transport i ferromagnet-normal metaller.

En viktig problem-stilling for prosjekt-oppgaven er som følgende. Ett elektron som passerer en ferromagnet opplever en elektrisk motstand som er avhengig av retningen til spinnnet til elektronet. Motstanden kan være større (i noen tilfeller også mindre) dersom spinnnet er i samme retning som magnetiseringen i forhold til når spinnnet 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.

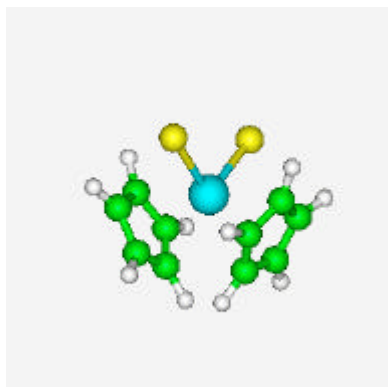
Vi vil studere i detalj hvordan dette spinn-momentet oppstår for en enkel fysisk modell, og vil bruke denne modellen for å forklare de makroskopiske spinn-moment egenskapene til et hybrid system bestående av ferromagneter og normale metaller. Utgangspunktet er at vi ser på et system av en ferromagnet som er koplet til to normale metaller via tunneleringskontakter. Dette systemet kan beskrives ved en Hamilton-operator. Vi ønsker å studere strømmen i system når systemet er ute av likevekt drevet av en spenning over systemet. Det betyr at vi må finne egentilstandene til et vekselvirkende elektron-system ute av likevekt. Dette er en ikke-triviell utfordrende oppgave til en god student.

En eller muligens 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.



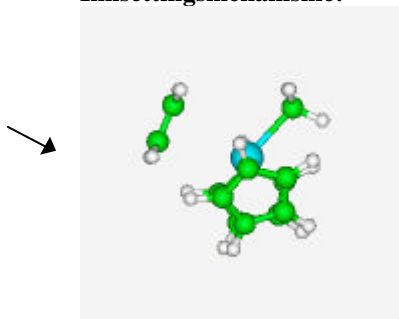
Cp_2ZrCl_2 (Cp=C₅H₅, syklopentadienyl)

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:

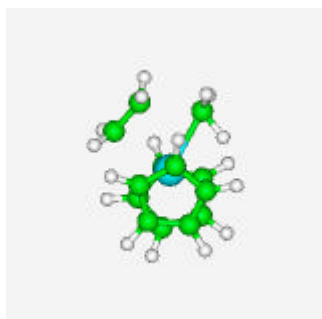
- $\text{Cp}_2\text{ZrCl}_2 + \text{MAO} \rightarrow \text{Cp}_2\text{ZrCH}_3\text{Cl} + \text{"MAO-Cl"}$
- $\text{Cp}_2\text{ZrCH}_3\text{Cl} + \text{MAO} \rightarrow \text{Cp}_2\text{ZrCH}_3^+ + \text{"MAO-Cl"}^-$

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.

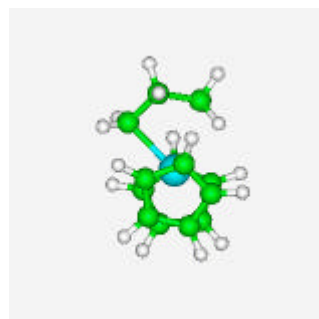
Innsettingsmekanisme:



Eten bindes til Zr i kationet Cp₂ZrCH₃⁺.



Eten på vei til å bli satt inn mellom Zr og metylgruppen.



"Innsettingsprodukt": Cp₂ZrC₃H₇⁺.

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 prosessteknologi, NTNU, og eksperimentelle resultater har ofte vært utgangspunkt for de kvantemekaniske beregningene. Et eksempel på en aktuell problemstilling er hvordan TMA (AlMe₃) 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, stovnenj@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.

I samarbeid med Institutt for mekanikk

FORSLAG TIL PROSJEKTOPPGAVER, HØSTEN 2004

1. Strålingskrefter på mikropartikler i det evanescente felt i en waveguide.
2. Kosmologi: Innflytelse av viskositet i 4D eller 5D.
3. Casimireffekten: Flere muligheter, f. eks. beregning av effekter som kan etterprøves eksperimentelt.

Iver Brevik
iver.h.brevik@ntnu.no
Tlf. 93555

SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Oppgaver innenfor biopolymerfysikk

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

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 elastiske 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 (kompaktert 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

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 komplekser. 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.

Biokompatible polymermaterialer med transduceregenskaper for fysiske og kjemiske parametre

Vi ønsker en undersøkelse av slike materialer med tanke på å utvikle sensorer som kan avleses vha. deteksjonsteknikken som vi arbeider med i vår biosensor (dimensjonsmåling). Vi tenker på sensorer for temperatur, trykk, magnetfelt, etc.

Noen karakteristika ved selve målesituasjonen er at det er små sensorelementer, at svellingeffekter måles interferometrisk som dimensjonsendring; det kan være konkurrerende effekter ved flere parametre til stede samtidig (eks. i kjemisk miljø), - tidsrespons og transienter (flere tidskonstanter finnes).

Tools for molecular modeling of biopolymers

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

Veiledere: Pawel Sikorski, Bjørn T. Stokke

Oppgaver innen biosystemfysikk

Studier av lysindusert celledød.

Veiledere: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson, Ståle Ramstad

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) Mulig bruk av flow cytometri i undersøkelser av bakteriene
- 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 celledemembranene.

Oppgaven er å studere stoffopptak og lysinduserte reaksjoner i bakterier (med og uten pålagte felt). Oppgaven 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 emitte 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 litteraturlæsning, 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 litteraturlæsning, modifisering av eksisterende utstyr, datainnsamling og bearbeiding og fortolkning av målingene i lys av ulike teorier fra litteraturen.

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.

Prosjektoppgave i 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 over hundre mindre felter fordelt over netthinnen. Det visuelle stimulus er et stort rutemønster hvor hver enkelt rute tenes 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 i den sentrale delen av øyet 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 bl.a. å lokalisere og karakterisere synsutfall i netthinnen ved øyesykdommer. Sammen med St. Olavs hospital vil utstyret bli brukt i et EU-prosjekt (deltakere fra Tyskland, Nederland, England og Norge). Vi 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. I første omgang blir det aktuelt å isolere responsen fra øyets tre tappetyper (L, M. og S tapper) og å studere faseavhengigheten av den temporale responsen og å sammenligne den med normaltseende.

OPPGAVER INNEN BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

i samarbeid med Institutt for bioteknologi, Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin, Institutt for fysikalsk elektronikk, Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, MR-senteret, Kreftavdelingen ved St. Olavs Hospital og Ultralydgruppen ved SINTEF Helse.

Prosjektoppgave ved Institutt for bioteknologi

Kartlegging av det aktive setet i mannuronan C5-epimerasar frå *Azotobacter vinelandii* Rettleiar Helga Ertesvåg, tlf 98678, helga.ertesvag@biotech.ntnu.no

Mannuronan C-5- epimerasar katalyserer omforminga av β -D-mannuronsyre (M) til α -L-guluronsyre (G) i alginat. *Azotobacter vinelandii* kodar for ein familie på 7 slike enzymar (AlgE1-7) som har vært studert i gruppa vår over lengre tid (se f. eks. Valla m.fl.(2001) *Biochimie* 83, 819-830; Ertesvåg m.fl.(1999) *Metabolic Engineering* 1, 262-269). Dei ulike epimerasene introduserer ulike M/G mønster i alginat, og er interessante frå eit vitenskapleg synspunkt. Dei har også eit stort potensial for bruk i alginatindustrien.

I samarbeid med ei forskingsgruppe i Nederland har vi nyleg løyst den tredimensjonale strukturen til den katalytiske eininga i AlgE4, et enzym som introduserer alternerende MGMG-strukturer i alginat. Enzymet har et såkalt β -helix foldingsmønster, som er spesielt vanlig blant enzymar som degraderer sure polysakkarider (eks. pektat lyase). Det aktive setet ligg i ei kløft som fylgjer heliks-aksen. Epimerasane er generelt sure protein med pI ~ 4, men den katalytiske kløfta er dominert av basiske aminosyrer. Ved å samanlikne sekvensane til fleire epimerasar har vi identifisert nokre aminosyrer som truleg er med i det katalytiske setet. Vi ønskjer også å finne ut kva aminosyrer som påverkar substrat-spesifisiteten eller produktet til enzyma, og kva som skil epimerasane AlgE1-6 fra den kombinerte epimerasen og alginatlyasen AlgE7 (Se Svanem m.fl. (2001) *J Biol Chem* 276, 31542-31550).

Oppgåva vil gå ut på å endre enkelte aminosyrer eller kombinasjonar av aminosyrer i ein av epimerasane og så undersøke kva som skjer med aktiviteten og evt. epimeriseringsmønsteret til enzyma. Arbeidet fører med seg bruk av setespesifikk mutagenese (PCR), kloning, enzymaktivitetsmålingar (epimerase og evt. lyase) og eventuelt proteinrensing med etterfølgende ^1H -NMR målingar av epimerisert alginat. Det gentekniske arbeidet vil skje rekombinant i *Escherichia coli*.

Inntil tre studenter kan ta varianter av denne oppgaven, de vil da se på ulike enzymar, eller utskifting av ulike aminosyrer.

Prosjektoppgave ved Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin

Fluorescence resonans energitransfer (FRET).

Veileder Terje Espevik, tlf. 98668, terje.espevik@medisin.ntnu.no

Fluorescence resonans energitransfer (FRET) er en teknikk som brukes for å studere interaksjoner mellom proteiner. Prinsippet kan enkelt forklares ved at man eksiterer et donor fluorokrom som emitterer lys som eksiterer et akseptor fluorokrom som da emitterer lys som måles. Det finnes forskjellige måter å måle FRET på. Det er mange fluorokrommer som er egnet for FRET analyser, bl.a. cyano (CFP) og yellow (YFP) spektralvariantene av grønt fluorescerende protein. Ved IKM har vi et konfokalmikroskop med et ekstraustyr (META) som kan måle FRET fra definerte steder i celler. Oppgaven går ut på å sette opp en protokoll for hvordan man kan bruke META utstyret for å måle FRET mellom CFP- og YFP merkede proteiner i celler.

Prosjektoppgaver ved Institutt for fysikalsk elektronikk

Optisk deteksjon av ultralyd

Forskning innenfor medisinsk optikk er et satsningsområde på Institutt for elektronikk og telekommunikasjon (IET). Smart Microsystems for Diagnostic Imaging in Medicine (SMIDA) er et tverrfaglig forskningsprosjekt på IET som startet i januar 2004. Visjonen er å utvikle et robust smart mikrosystem for medisinsk diagnose som kan identifisere kjemiske endringer i vev og lokalt måle e.g. blodtrykk, temperatur og flow velocity ved hjelp av 3D ultralyd avbildning.

Den foreslåtte prosjektoppgaven støtter opp under SMIDA prosjektet innenfor forskningsområdet 'optisk deteksjon av ultralyd'. Tre hovedaktiviteter er skissert

- å utvikle en blodtrykkssensor
- å utvikle et optisk kvalitetskontrollsystem for CMUT (Capacitor Micro-machined Ultrasound Transducer)
- å lese ut det akustiske feltet optisk

Studenten(e) kan velge oppgaver som støtter opp under disse aktivitetene. Følgende oppgaver er foreslått:

- Vurdere eksisterende trykksensorer og komme med evalueringer på hvordan man kan måle blodtrykk med de strenge miljøkrav
- Lete i litteraturen etter eksisterende løsninger på optiske kvalitetskontrollsystem og evaluere disse. Foreslå en løsning for kvalitetskontroll av CMUT.
- Gi en anbefaling på hvordan man kan optisk avbilde det reflekterte akustiske feltet. Legg vekt på faktorer som ødelegger ytelsen.

Faglærere: Astrid A.Dyrseth, rom B413, e-post, astrid.dyrseth@iet.ntnu.no tlf. 97699, Helge Engan, rom A469, e-post, helge.engan@iet.ntnu.no, tlf. 94420

Prosjektoppgaver innen ultralyd ved Institutt for Sirkulasjon og bildediagnostikk

Aktuelle prosjektoppgaver finnes beskrevet under undervisning på nettsiden til gruppen for biomedisinsk teknikk http://www.medisin.ntnu.no/isb/biomed_tek/index.html.

Kontaktpersoner Hans Torp, tlf. 98619, hans.torp@medisin.ntnu.no; Bjørn Angelsen, tlf. 98722, bjorn.angelsen@medisin.ntnu.no.

Prosjektoppgave innen MR ved Institutt for Sirkulasjon og bildediagnostikk

Magnetisk resonans avbildning (MRI): T_1 -, T_2 - og T_2^* -mapping i fantomer

Parametrisk mapping er et begrep som brer om seg i medisinsk bildediagnostikk. Formålet er å avbilde parametre som gir nyttig informasjon ved diagnose og behandling av pasienter. Ved parametrisk mapping med MRI kreves det ofte kjennskap til de basale relaksasjonstider: T_1 (longitudinell), T_2 (transversal) og T_2^* (effektiv transversal) på singelvoxel nivå for å kunne produsere medisinsk relevante bilder.

Opgaven vil bestå i å bygge et hensiktsmessig fantom for kvalitetssikring av parametrisk mapping i et MR-system. Fantomet må bestå av ulike 'sub-compartments' som har ulike MR relaksasjonstider.

Relaksasjonstidene i fantomets ulike 'compartments' bestemmes uavhengig med MR singelvolum relaksometri.

Veileder: Forsker Christian Brekken ISB-DMF, tlf 51354, christian.brekken@medisin.ntnu.no.

Prosjektoppgaver innen MR ved MR-senteret

To oppgaver kan tilbys innen:

Høyoppløsning "Magnetic Angle Spinn" magnetisk resonans spektroskopi, HR MAS MRS av brystkreft xenografter før og etter behandling taxan + stråling, samt noe multivariat data analyse.

Prosjektoppgaver ved Kreftavdelingen, St. Olavs Hospital.

1. Kartlegging av romlig og dosimetrisk innstillingsnøyaktighet ved hjelp av EPID.

Både ved kurativ og lindrende strålebehandling vil en betingelse for å nå målsettingen med behandlingen være at visse krav til romlig og dosimetrisk presisjon er oppfylt. For å kontrollere at strålefeltene er korrekt posisjonert i forhold til pasientgeometrien tas bilde av strålefeltene ved behandling. Dette gjøres ved et digitalt deteksjonssystem, kalt EPID (Electronic portal image device) der man avbilder den strålingen som transmitteres gjennom pasienten. Ved å sammenligne disse bildene med referansebilder for planlagt behandling (fra simulator og CT) kan man finne innstillingsusikkerheten for aktuelle pasientgrupper.

Det foreligger også muligheter til å bruke EPID til å bestemme absolutte doser som blir avgitt. Man kan da enten bestemme dosen fra feltet før pasienten kommer til behandling eller man kan bestemme transmittert dose under behandling og på den måten verifisere beregningene fra doseplansystemet.

Prosjektoppgaven kan vinkles i forskjellige retninger avhengig avhengig av studentens interesse og av hva som er mest relevant for avdelingen når prosjektet starter opp.

Veileder(e): Trond Strickert m. flere, tlf 73867823, trond.strickert@stolav.no

2. Verifikasjon av IMRT-bestråling ved hjelp av gel og MRI.

Innen stråleterapi blir behandlingsoppleggene stadig mer avansert, 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 målvolumet (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: Jomar Frengen tlf. 73867825, jomar.frengen@stolav.no; og Trond Strickert tlf. 73867823, trond.strickert@stolav.no

3. Strålebiologi studert i brystkreftceller

Opgaven fokuserer på effekt av stråling og ulike medikamenter på vekst og kolonidannelse av brystkreftceller i kultur. Opgaven vil inngå som en del av et større arbeid der de samme cellene vil

bli brukt i ulike MR studier ved museforsøk. Nøyere beskrivelse av oppgaven vil bli bestemt i løpet av våren.

Forskningslaboratoriet ved Kreftavdelingen vil vår 2004 anskaffe automatisk koloniteller og celledetektor og tilpassing av dette utstyret til ulike relevante forsøksoppsett vil være en del av oppgaven.

Veiledere: Anne Beate Langeland Marthinsen tlf. 73867824, Trond Strickert, Steinar Lundgren.
Samarbeidspartnere på MR-senteret: Ingrid Gribbestad og Tone Frost Bathen

Prosjektoppgaver ved ultralydgruppen, SINTEF Helse

Informasjon om prosjektene finnes også på: <http://www.sintef.no/medtek>

Kontaktperson: SINTEF Medisinsk Teknologi, Elgeseter gt 10,

E-post: medtek@sintef.no, c/o Toril A Nagelhus Hernes (DrIng, Forskningsjef)

Telefon: 73590235

1. Volum-til-volum registrering.

I bildestyrt kirurgi er man avhengig av å registrere preoperative bilder som CT og MR til pasienten før operasjonen dersom disse skal benyttes til veiledningen under operasjonen. Registreringen skjer ved at man fester markører på pasienten før det tas bilder i CT/MR. Disse markørene merkes av i bildene og på operasjonsstua merkes de fysiske markørene på pasienten med en navigasjonspeker. Ut fra de to punktsettene kan man så bestemme en transformasjon som sier noe om posisjonen til bildene i forhold til pasienten.

Vi ønsker å utforske metoder for å oppnå den samme registreringen med ultralyd. Dette kan tenkes gjort ved at man forsøker å korrelere et 3D ultralydopptak til et 3D CT eller MR datasett. En slik volum-til-volum registreringen bør helst kunne gjøres automatisk eller delvis manuelt basert på noen landemerker i anatomien i bildene.

2. Segmentering av medisinske bilder

Segmentering betyr i denne sammenhengen å trekke ut overflater av strukturer fra de medisinske bildene for å kunne gi en mer lettfattelig oversiktsvisualisering på operasjonsstua av anatomien til pasienten som skal opereres. Noen organer er viktigere enn andre under operasjoner (f.eks. blodårer), og det er derfor viktig at kirurgen kan oppfatte disse så enkelt og raskt som mulig under minimalt invasive inngrep (f.eks. for å unngå blødninger).

Vi ønsker å undersøke, gjerne i form av et litteraturstudium som prosjekt og dernest implementering/uttesting i en eventuell hovedoppgave, ulike metoder/algoritmer for segmentering av medisinske data, i første omgang MR og CT.

3. Monitor- og visualiseringsteknologi

Bildestyrt intervensjon og behandling er i dag avhengig av gode visualiseringer for å støtte de minimalt invasive inngrepene. Vi ønsker å undersøke hva slags skjermteknologi som egner seg best til f.eks. autostereoskopi og hva som trengs av implementering for å kunne benytte disse med f.eks. egenutviklet programvare. Andre viktige faktorer for monitorer er f.eks. hvor god skjermen er ved ulike synsvinkler.

4. Wavelet-basert kantdeteksjon

Det første steget i segmentering (se over) er noen ganger en kantdeteksjon for å sette et utgangspunkt for segmenteringsalgoritmen. Slik kantdeteksjon bør være nøyaktig for at segmenteringsalgoritmen skal ha et best mulig utgangspunkt.

Vi ønsker å utvikle en kantdeteksjonsalgoritme basert på Wavelet. Egenskapene til Wavelet-transformen gjør den velegnet i forbindelse med kantdeteksjon på ultralydbilder.

5. Testing og evaluering av strainalgoritmer

Strain i kroppsvev kan analyseres fra ultralydssignaler med ulike teknikker. Mye er gjort på Dopplersignaler fra avbildning av hjerte. Vi arbeider med andre deler av kroppen hvor bevegelsesutslagene er mindre (f. eks. hjerne, aorta). Vi ønsker å få en oversikt over klasser av strainalgoritmer (Doppler, korrelasjon, Wavelet, andre?) og evaluering av disse mht. egnethet for ulike anvendelser. Oppgaven vil inneholde et litteraturstudium fulgt av videreutvikling av ideer vi har testet ut, eventuelt implementering / evaluering av andre teknikker. Sees i sammenheng med oppgaven om spesifikk bruk av Wavelet for strainanalyse.

6. Wavelet for strainanalyse i ultralydbilder

Strain (deformasjon) i kroppsvev innebærer at et ultralydsignal blir sammentrykt eller forlenget på samme måte som vevet. Dette kan altså oppfattes som en lokalisert endring av skala. Det er derfor interessant å studere om Wavelet-analyse kan brukes til å bestemme graden av deformasjon. Oppgaven vil omfatte litteraturstudium, og implementering og evaluering av lovende algoritmer mhp. faktorer som robusthet, nøyaktighet og regnetid. Sees i sammenheng med oppgaven om generell evaluering av strainalgoritmer.

7. Statistisk analyse av bevegelse i plakk

Plakk er avsetninger ("forkalkninger") i blodårer, og vi studerer her årene som fører blod til hjernen. Hvis plakket sprekker opp eller løsner (embolisering) og følger blodet til hjernen, kan det føre til slag, lammelser eller i verste fall død. Åreveggen og plakket er i syklisk bevegelse pga. hjerteslagene. Vi har utviklet en teknikk for å måle denne bevegelsen ut fra serier av ultralydbilder. Vi har resultater fra en gruppe pasienter, og har analysert disse resultatene statistisk for å finne sammenhenger mellom bevegelsesmønstre og risiko for embolisering. Resultatene kan beregnes som ulike bevegelsesparametre (f.eks. amplitude, strekk, torsjon), og disse er foreløpig analysert enkeltvis. Imidlertid antar vi at resultatene inneholder mer informasjon, som kan gjøre klassifiseringen enda mer nøyaktig. Oppgaven innebærer avansert statistisk analyse av bevegelsesdataene. Det kan også være aktuelt å beregne nye parametre som input for analysen. Oppgaven krever gode statistikk-kunnskaper, f. eks. faget Multivariat analyse, og erfaring med SPSS eller et annet statistikkprogram.

8. Temperatur-monitorering av RFA (radiofrekvens tumor-ablasjon) med ultralyd

Behandling av leversvulster innebærer ofte store inngrep på pasientene og at mye av leveren må fjernes. Noen pasienter kan ikke opereres på tradisjonell måte heller. Derfor er lokale behandlingsteknikker interessante i denne sammenheng. Disse teknikkene går ut på at man fører inn en probe (tynn nål) til svulsten og enten varmer (RFA) den eller fryser den inntil alle kreftceller samt en del friskt vev i en viss omkrets av svulsten er dødt. Slike behandlingsteknikker er avhengig av god veiledning av proben inn i svulsten samt en eller annen form for monitorering underveis for å være sikker på at hele svulsten er "fjernet".

Vi utforsker muligheten for å overvåke denne behandlingen med ultralyd. Dvs. analyse av ekkosignaler for å bestemme temperaturutviklingen i området omkring behandlingsproben. Metoden krever bl.a. kunnskap om lydshastighet som funksjon av temperatur for human lever. Et litteraturstudium vil nok være nødvendig for å sette seg tilstrekkelig inn i problematikken samt for å få en oversikt over det som allerede er gjort på området.

SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK

Oppgaver innen UV stråling i natur

Ansvarlig veileder: Berit Kjeldstad.

Ultrafiolett stråling (UV) er en del av vår fysiske hverdag. UV stråling vekselvirker med levende organismer og ulike materialer. Variabilitet i UV innstråling (UV klimatologi) skyldes primært variasjon i solhøyden, men atmosfæriske faktorer som skyer, ozon, aerosoler og refleksjoner fra underlaget påvirker intensiteten på bakken. Prosjektene er alle relatert til dette fagområdet.

Oppgave 1

Kvalitets sikring av UV målinger utført med enklere instrumentering benyttes i UV nettverk.

Flere målestasjoner er etablert nasjonalt og internasjonalt for å kartlegge UV klimatologi på ulike steder. Data brukes i kombinasjon med strålingstransportmodeller for å forstå hvordan ulike klimafaktorer påvirker UVnivået. Nøyaktige målinger av UV stråling er fortsatt en utfordring internasjonalt og kvaliteten på data som finnes fra ulike instrumenter er meget variabel. Mange steder i verden har få målestasjoner for UV, for eksempel i Asia. Her brukes gjerne enklere instrumentering. Det er behov for å undersøke nøyaktigheten av måledata som fås fra disse instrumentene. Ved instituttet planlegges et prosjekt hvor UV målinger skal startes opp i Nepal. Prosjektet vil gå ut på å kalibrere og kvalitets sikre måledata fra instrument som skal benyttes i dette prosjektet. Det gjøres ved å sammenligne målinger fra disse instrumentene med spektrale målinger. Spektrale målinger må kvalitetssikres mot internasjonale standarder. Verktøyet for gjøre en slik kvalitets sikringer er instrumentering delvis utviklet ved instituttet. I analysearbeid brukes matlab.

Oppgave 2

Hvordan varierer UV innstråling i Trondheim med aerosoler nivået i atmosfæren.

Aerosoler er små støvpartikler som befinner seg i nedre del av atmosfæren. Størrelses fordeling varierer med årstid og på hvilket sted man befinner seg. Hvordan aerosoler innvirker på UV nivået på bakken er ikke godt kjent. Spesielt er det lite kjent for mye UV stråling som absorberes av aerosoler. Måling av aerosoler kan gjøres inndirekte ved måling av direkte stråling fra sola. Dette gjøres ved hjelp av et spektrometer med inngangsoptikk som følger solbanen. Målingene er spektrale og absolutt kalibrert. Måledata brukes til å se på effekten av aerosoler (absorpsjon og spredning) på UV nivået på bakken. Prosjektet går ut på å måle mengde aerosoler i lufta september og oktober i Trondheim. Disse kan sammenlignes med tilsvarende målinger som er gjort andre steder i verden gjennom et verdensomspennende målenettverk for aerosoler (Aeronet) etablert av NASA.

Oppgave 3

Variasjon av UV på ulike dyp i Trondheimsfjorden.

Innledningvis ble det nevnt at UV klimatologi studeres mange steder på land. Det er fortsatt ikke godt kjent hvordan UV nivået varierer på ulike dyp i sjø (både ferskvann og saltvann) i løpet av året. Ved instituttet finnes instrumentering som brukes til å måle UV stråling på ulike dyp. Prosjektet går ut på å måle UV stråling på ulike steder i Trondheimsfjorden for å undersøke variabiliteten i løpet av en høst (august, september, oktober, november). Likedan studere hvilke faktorer som påvirker UV nivået, for eksempel innhold av humus (gulstoff). Nivåene sammenlignes bakkemålinger fra solplattformen på taket av Realfagsbygget . Prosjektet skjer i samarbeid med Trondheim Biologiske Stasjon. Resultatene sammenlignes med tidligere målinger utført i Trondheimsfjorden over en 5 års periode på 90 tallet. De deltar i et prosjekt for å validere informasjon fra satellitter. UV målinger og måling av fotosyntetiske aktivt lys kan komplettere målinger som stasjonen gjennomfører.



Figur: Instrumentering for måling av UV stråling på taket av Realfagbygget, solplattformen

Oppgaver innen lysspredning

Veiledere: Knut Arne Strand, e-post: Knut.Strand@phys.ntnu.no

Bård Bjørkvik, e-post: Bard.Bjorkvik@iku.sintef.no

Ved hjelp av laserlysspredning studeres termiske fluktuasjoner i fluider og på fluid/fluid grenseflater hovedsakelig i systemer bestående av alkan gassblandinger og kondensat. For høsten 2004 er det aktuelt med et studium av nuklering av kondensat i gassfasen for et modellsystem under reservoarbetingelser. I oppgaven skal fluktuasjoner i gassfasen undersøkes og korreleres med grenseflatespenning som også skal måles ved lysspredning. Oppgaven vil bli utført i samarbeid med SINTEF Petroleumsforskning.

Oppgaver innen høyspenningsoverslag

I samarbeid med Sintef energiforskning tilbys det to prosjekter. Begge har utgangspunkt i høyspenningsoverslag. Dette er måleoppgaver som vil utføres hos Sintef Energiforskning, laboratoriet er i Elektrobygget.

Tidligere prosjektoppgaver i dette samarbeidet har ført videre til hovedoppgave og doktorgradsstudier.

Kontakt: Tore H Løvaas

Høyspenningsoverslag i isolerolje

Olje er et av verdens viktigste isolermaterialer. Det er interessant å studere mekanismene for strømledning i sammenheng med egenskapene til oljen. Prosjektet går ut på å måle hva som skjer når et spiss-plan elektrodegap blir utsatt for en impuls spenning. Det er nødvendig å måle raske strøm- og ladningspulser, samtidig med hurtig elektrooptisk registrering.

Sintef Energiforskning har utviklet avansert utstyr til dette.

Veileder for prosjektet der vil være Gunnar Berg (90589)

Dielektriske målinger på isolasjon

Kombinasjonen papir/olje er mye brukt som høyspenningsisolasjon. Papir er en cellulosepolymer som forandrer egenskaper ved aldring. Ved nedbryting av papir dannes det polariserbare molekyler, som kan endre dielektrisitetskonstanten for materialet.

Vanligvis kan man ikke ta prøver fra en kabel eller transformator uten at isolasjonen ødelegges. Oppgaven går ut på å bruke apparatets elektriske tilkoblinger til å måle dielektrisitetskonstanten ved frekvenser opp til 10 MHz, for å finne ut om dette kan brukes som en ikke-destruktiv metode for å finne tilstanden til papiret.

Veiledere: Dag Linhjell (94249) og Lars Lundgaard (94255)

Oppgaver innen maskinsansing

Moderne maskinsansing: bruk av nye sensortyper og tilkoblingsmåter.

Sensorer er sanseorganer for måle- og styresystemer. Jo mer intelligens nye produkter er utstyrt med jo større rolle spiller sensorteknikken og hvordan den brukes.

Typiske moderne sensorer er masseproduserte miniatyrtyper og krever en lokal mikrokontroller til avlesning, eventuell lokal lagring, og overføring av målinger.

Interesserte studenter inviteres til å delta i utvikling, utprøving og dokumentasjon av denne slags utstyr. Veileder samarbeider for tiden med Institutt for konstruksjonsteknikk som har mangfoldige behov for måling av mekaniske saker, og med akvakulturmiljø ved Institutt for biologi hvor man ser på levende organismer og deres omgivelser. Oppgaver for begge disse miljøene kan bli aktuelle. Oppgaver innen bl.a. undervisning og idrett er fristende å ta opp dersom kapasitet – hos oss og brukere – gir rom for satsing her.

Faglærer: Tore H. Løvaas, tore.lovaas@phys.ntnu.no

Veileder: Bernt M. Førre, bernt.forre@phys.ntnu.no, mobil 911 39 361

Oppgaver innen fagdidaktikk

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.

Prosjektoppgaven vil bestå i å videreutvikle nettstedet. Det vil er behov for å samordne temaene på nettstedet med læreplaner og lærebøker i skolen. Den er også behov for å utvikle oppgaver som kan brukes av skoleelever som ønsker å arbeide med nettstedet. For de som ønsker å arbeide med Flash-programmering, er det også muligheter for å arbeide med animasjoner som kan brukes i presentasjon av fysikk. Materialet som utvikles 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 08.03.2004 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for biofysikk og medisinsk tekn.	rom D4-132
Tirsdag 09.03.2004 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	rom E4-107
Torsdag 11.03.2004 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom D4-132
Torsdag 11.03.2004 kl. 12.15 - 14.00	Seksjon for komplekse materialer	rom E3-128
Tirsdag 16.03.2004 kl. 10.15 - 14.00	Seksjon for teoretisk fysikk	rom E5-103

3. HVORLEDES PROSJEKTAVTALER INNGÅS

Avtale om prosjekt kan ikke inngås før **29. april 2004 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 20.04.2004 kl.14.15

Seksjon for kondenserte mediers fysikk:	rom D4-132
Gruppe for komplekse systemer	rom E3-128
Seksjon for teoretisk fysikk:	rom E5-103
Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi:	rom D4-189
Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk:	rom E4-107

For prosjektvalg etter 20.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**.

Institutt for fysikk

VALG AV FORDYPNINGSEMNE OG
IKKE-TEKNISK EMNE EVT. INGENIØREMNE
FOR STUDENTER I 5. ÅRSKURS, HØSTSEMESTER 2004

Navn:

e-post-adr:

(Fyll ut begge poster ovenfor tydelig!)

FORDYPNINGSEMNE (kryss av ett):

TFY 4700, Biofysikk fordypning

eller

TFY 4705, Fysikk fordypning

Tema

(Velg enten to tema på 3,75 stp hver eller *ett* på 7,5 stp. NB! Bruk *korrekte betegnelser, dvs emnekode og navn* fra Studiehåndbok 2004-2005. Denne ventes å foreligge ca. 1. mai.

Liste over tema finnes også på [Oversikt over tema](#))

1) Tema **..... stp**

2) Tema **..... stp**

Prosjekt

15,0 stp

Ansvarlig veileder ved Institutt for fysikk (Må være avtalt. Skal alltid fylles ut!):

.....

Eventuell ekstern veileder:

.....Institutt.....

Tittel på prosjektet:

.....

SUM FORDYPNINGSEMNE: **22,5 stp**

VALGBART EMNE / INGENIØREMNE (Biofysikk og medisinsk teknologi):

eller

IKKE-TEKNISK EMNE (Teknisk fysikk):

Emnenr + navn **7,5 stp**

SUM TOTALT: **30,0 stp**

DATO: _____ UNDERSKRIFT _____

(Fyll ut to eksemplarer av skjemaet, behold det ene og lever det andre til INSTITUTTET innen 1. juni 2004.

NB! Ved feilaktig utfylling blir registreringen ikke godkjent, og skjemaet blir returnert for ny utfylling.)

Fordypning

Oversikt over tema

Koordinator: Professor Kristian Fosheim

Høst 2004

Vi lister her opp fordypningstema slik de er planlagt for høstsemesteret 2004 (Studiehåndboken 2004-2005 ventes ikke før i månedsskiftet mai/juni). Beskrivelsene, der de foreligger, er fra høstsemesteret 2003, men det er vanligvis ikke store endringer i innhold fra år til år. Faglærerne vil kunne gi nærmere opplysninger.

Foruten fordypningstema skal det også velges et prosjekt og et valgbart emne / ingeniør emne evt. et ikke-teknisk emne (se studieplan i studiehåndboken, program F1). Det er laget et skjema for disse valgene som skal leveres Institutt for fysikk innen 1. juni. Se Skjema for valg av fordypningsemne

Fordypningsemner:

TFY4700 Biofysikk

TFY4705 Fysikk

Tema i TFY4700 Biofysikk, fordypningsemne:

TFY1 Avbildning ved magnetisk resonans (3.75stp)

TFY2 Biofysiske mikroteknikker (7.5stp)

TFY3 Energi- og miljøfysikk (7.5stp)

TFY4 Fotobiofysikk (3.75stp)

TFY5 Fysiologi (3.75stp)

TFY6 Klinisk fysikk for stråleterapi (3.75stp)

TFY7 Målesensorer og transdusere (7.5stp)

TFY8 Nanopartikkel og polymerfysikk (7.5stp)

TFY9 Lys, syn, farge (7.5stp)

TFY10 Romteknologi I

TFY20 Fourieroptikk (3.75stp)

TFY21 Multifotonspektroskopi 3.75stp)

Tema i TFY4705 Fysikk, fordypningsemne:

TFY3 Energi- og miljøfysikk (7.5stp)

TFY7 Målesensorer og transdusere (7.5stp)

TFY12 Biofysikk (7.5stp)

TFY13 Fysikk, fagdidaktikk (7.5stp)

TFY14 Funksjonelle materialer (7.5stp)

TFY16 Ikkelineær dynamikk (7.5stp)

TFY17 Kvanteteorien for faste stoffer (7.5stp)

TFY18 Relativistisk kvantemekanikk (7.5stp)

TFY9 Lys, syn, farge(7.5stp)

TFY10 Romteknologi I

TFY8 Nanopartikkel og polymerfysikk (7.5stp)

TFY20 Fourieroptikk (3.75stp)

TFY21 Multifotonspektroskopi 3.75stp)

TFY22 Molekylær biofysikk 7.5stp)