



HØST 2005

TFY4700 FORDYPNINGSEMNE I BIOFYSIKK

TFY4705 FORDYPNINGSEMNE I FYSIKK

Dette heftet henvender seg til studenter som skal bli 5. årsstudenter fra høsten 2005, og inneholder

- | | | |
|-----|---|---------|
| 1. | OVERSIKT OVER PROSJEKTTILBUD | side 2 |
| 1.1 | Seksjon for kondenserte mediers fysikk | side 2 |
| 1.2 | Seksjon for komplekse materialer | side 12 |
| 1.3 | Seksjon for teoretisk fysikk | side 24 |
| 1.4 | Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi
(inkl. samarbeid med Institutt for bioteknologi,
Institutt for kreftforskning og molekylær-medisin,
Institutt for elektronikk og telekommunikasjon,
Kreftavdelingen ved St. Olavs Hospital og
Ultralydgruppen ved SINTEF Helse) | side 27 |
| 1.5 | Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk | side 35 |
| 2. | SEKSJONENES ORIENTERINGSMØTER | side 41 |
| 3. | HVORDAN INNGÅS PROSJEKTAVTALER | side 41 |
| 4. | SKJEMA FOR VALG AV FORDYPNINGSEMNE | side 42 |
| 5. | LISTE OVER VALGBARE TEMAER I FORDYPNINGSEMNE | side 43 |

Revidert 17. mars 2005

Spørsmål kan rettes til Sylvi Vefsnmo, rom E3-169, tlf. 93185 eller
sylvi.vefsnmo@ntnu.no

1. Oversikt over prosjekt-tilbud

SEKSJON FOR KONDENSERTE MEDIERS FYSIKK

OPPGAVER INNEN SCANNING PROBE MIKROSKOPI STUDIER AV OVERFLATER

Nanoskala etsing av SrRuO_3 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.

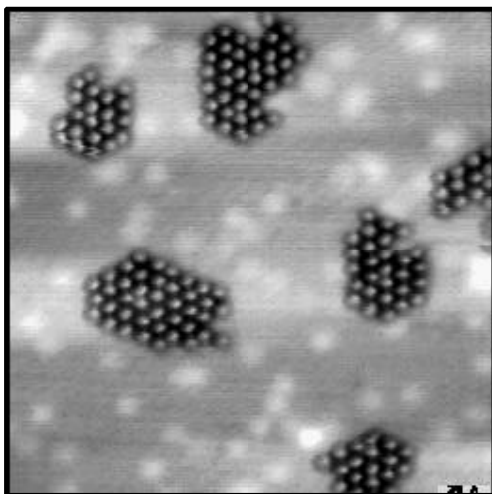
Scanning probe teknikker, inklusive STM og atomær
kraft mikroskopi (AFM), har i de senere år blitt brukt
til å lage strukturer på overflater på nanometer skala
og til å manipulere individuelle atomer på overflater.

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 SrRuO_3 , et ferromagnetisk metall med $T_c \sim 155\text{K}$. Etsingen vil foregå
ved å regulere tunnellerings-strømmen mellom spissen og oksidoverflaten. Spesiell vekt vil
bli lagt på etsing av teststrukturer og undersøkelser av vekst av andre perovskittmaterialer på
disse. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk og Institutt for elektronikk og
telekommunikasjon ved NTNU.



*Figuren viser bokstavene
NTNU "skrevet" med STM i
 SrRuO_3 . Linjene er ca. 10 nm
brede.*



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

Scanning tunneling mikroskopistudier av molekylære adsorbater på Si-overflater.

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

Postdoc Trine Andersen, Inst. for fysikk
(trine.andersen@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
overflatemodifisering av halvledere.

I det foreliggende prosjektet skal adsorpsjon av kloreener på Si(111) overflaten studeres med tunnelerings-mikroskopi (STM). STM, som er en eksperimentell teknikk basert på kvantemekanisk tunnelering, tillater studier av struktur av rene og adsorbatdekte overflater på atomær skala. Figuren viser et eksempel på et STM-bilde der ordning av molekylært oksygen på Pd(111) er studert. Siktemålet denne prosjektoppgaven er å studere adsorpsjon og dissosiasjon av molekyler, i dette tilfellet kloreener, på atomære skala på silisiumoverflaten med (111)-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 molekylene på denne overflaten. Vi har dermed mulighet for å studere både adsorpsjons- og dissosiasjonsprosesser i detalj som funksjon av temperatur.

Konstruksjon av STM/AFM

Veiledere: Førsteamanuensis Erik Wahlström(erik.wahlstrom@ntnu.no)

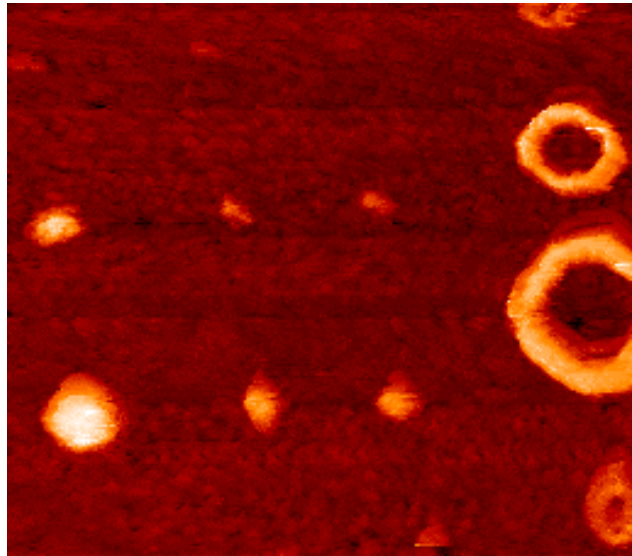
Sedan sveptunnelmikroskopet oppfanns 1982, så har det i grunden forandrat hur vi kan undersöka ytor på en atomär skala och revolutionerat hur vi ser på ytor och material. Trots detta så återstår det en hel del att göra inom utveckling av tekniken som sådan. Det finns ett flertal projekt som kan utföras inom konstruksjon av STM/AFM, som kan erbjuda allt från enbart instrumentbaserade uppgifter, till uppgifter med mer fokus på fysikaliska problem, som förslag kan ges:

- Utveckling och utprovning av ett högstabil variabel temperatur STM/AFM i ultrahögvakuum.
- Design och utvärdering av ett AFM för mätningar av elektriska transportegenskaper genom ytstrukturer.

STM-studier av magnetoresistive nanostrukturer

Veiledere: Førsteamanuensis Erik Wahlström(erik.wahlstrom@ntnu.no)
Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)

Magnetoresistive material er idag viktige for tekniken bakom IT. Inom projektet ligger hovedvikten på å karakterisere lagrede nanostrukturerte magnetiske filmer som oppviser gigantiske magnetoresistive effekter. Sådanne lagrede filmer brukes idag som leseskrivne i harddisker. De prøver som kommer til studier er ikke bare lagrede magnetiske materialer (slik som Co/Cu/FeNi) uten de har også blitt mønstret med nanolitografiske teknikker så at øyer av ulike former og størrelser har blitt dannet på et ledende substrat. Studien går ut på å bruke STM:et for å måle resistansen gjennom de magnetoresistive øyene og koble de egenskapene til de mikromagnetiske egenskapene hos øyene. Arbeidet innebærer stimulerende utfordringer både når det gjelder eksperimentelt arbeid og teoretisk tolkning og forståelse av observerte fenomener.

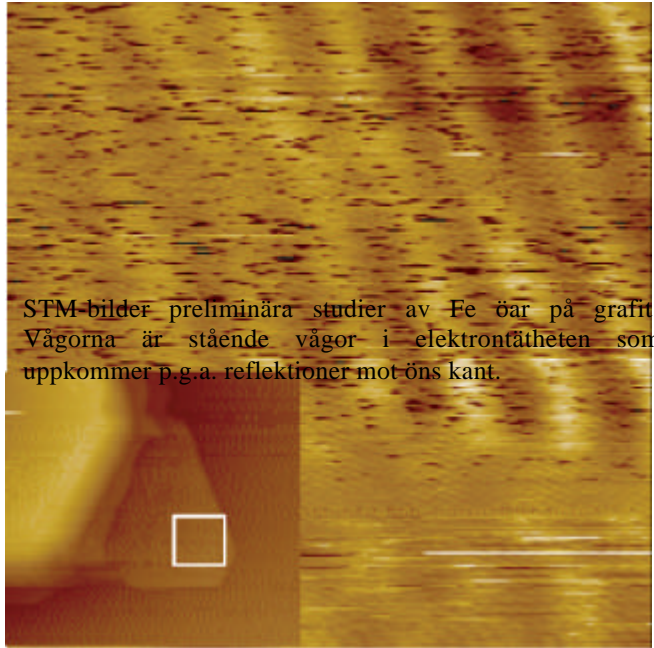


En STM bilde av et mønstret prøv med et utvalg av ulike geometrier for studier av magnetoresistive effekter. ($5 \times 4 \mu\text{m}^2$, $U = -0,7 \text{ V}$, $I = 0,9 \text{ nA}$).

Studier av ferromagnetiske ultratunne filmer på grafit

Veiledere: Førsteamanuensis Erik Wahlström(erik.wahlstrom@ntnu.no)
Prof. Anne Borg (anne.borg@phys.ntnu.no)

Grafit er interessant som material med mykje lokaliserte elektroner i ytan. De sterkt lokaliserte elektronerna bidrar også til en svak koppling til material som man vaxer på ytan, og gjer det mogleg å vaxe interessante modellsystem på ytan. Særskilt interessante sådana modellsystem er filmer av enkle og ferromagnetiske metaller. Sådana filmer gjer grunnleggjande informasjon om kopplingen mellom prototypiske metalliske material og grafit, man også få verdifulle kunnskap om eigenskaperna hos tunne metalliske filmer. Gränssytter mellom grafitten og metallen er også interessante for å forstå transportegenskaperna hos lagrede material som kan finne moglege tilämpningar innan framst spintronikk. Tradisjonelt har strukturer som konstrueres for spintronikk ofte vore nm-tjocke lag av ferromagnetiske material varvde med ikkemagnetiske metaller eller aluminiumoxid som syftar til å separere de två spinpolariserte laggen. Grafit er ytterligere eit mogleg mellanolag, som dessutom kan fungere som eit modellsystem for å forstå liknede fenomen i de mer komplekse fullerenerna. Prosjektet kommer primært å inrikte seg på å forstå tillvaxten av jern-filmer på grafit samt i förlängningen også å undersøke magnetoresistive effekter hos de lagrede materialen.

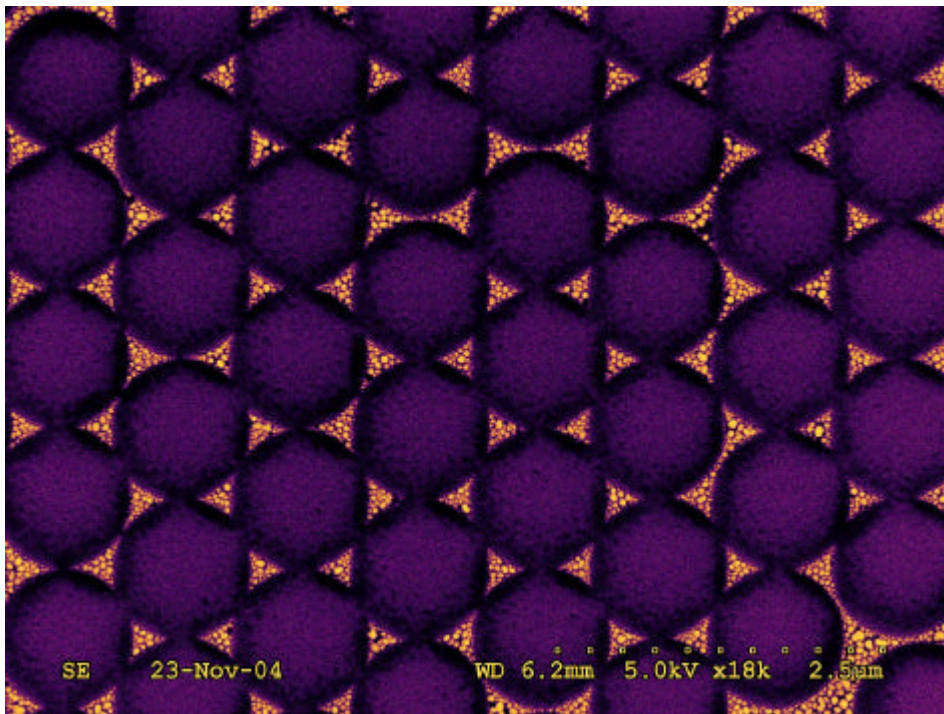


STM-bilder av preliminære studier av Fe på grafit. Bølgene er stående bølger i elektrontettheten som oppstår p.g.a. refleksjoner mot øns kant.

PLASMONIC-PHOTONIC CRYSTALS

Veileder: Prof. O. Hunderi, Institutt for fysikk, rom D5-145, e-post:ola.hunderi@ntnu.no

Oppgaven går ut på å framstille todimensjonale fotoniske krystallet ved hjelp av nanokulelitografi og å studere de optiske egenskapene til disse. Prøvene framstilles ved å deponere et monolag av kuler på et substrat. Deretter dampes en metallfilm på det hele hvoretter kulene fjernes og vi sitter igjen med en øystruktur slik som på bildet under. De optiske egenskapene til slike strukturer skal så studeres. I slike metalløyer kan det oppstå resonanser (plasmon resonanser) og avstanden mellom øyene er av same størrelsesorden som lysets bølgelengde, derav begrepet “plasmonic photonic crystals”.



Karbon nanofiber belegg på overflater

Veileder: Prof. O. Hunderi, Institutt for fysikk, rom D5-145, e-post:ola.hunderi@ntnu.no

Prof. Anne Borg, Institutt for fysikk, D5-159, e-post: anne.borg@ntnu.no

I denne oppgaven skal vi studere de elektroniske egenskapene til karbon nanofibre. Fibrene deponeres på et metallsubstrat og de optiske spectra studeres ved hjelp av ellipsometri. Dette er en optisk teknikk som gjør det mulig å studere egenskapene til tynne belegg på overflater.

Overflate forsterket IR spektroskopi

Veileder: Prof. O. Hunderi, Institutt for fysikk, rom D5-145, e-post:ola.hunderi@ntnu.no

Vi er i ferd med å installere et nytt IR ellipsometer. Dette instrumentet egner seg til å studere molekylære vibrasjoner. Det er kjent at spektra fra slike vibrasjoner kan bli forsterket på strukturerte overflater. I oppgaven vil vi se på betydningen av overflate ruhet på de optiske spektra. Ru metall overflater vil bli framstilt ved termisk fordampning og ulike komplekse molekyler vil bli adsorbent på de ru overflatene og IR spektrene vil bli studert for overflater med ulike ruheter.

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 vxt av tunnfilmer baserade på perovskiter. Till detta ndaml används ”off-axis magnetron sputtering”, en teknik som tillåter växt av enkristalina tunnfilmer med atomiskt flata ytor. Ett ”*problem*” är att tekniken ej r lämpad för in-situ RHEED (reflection high energy electron diffraction) analys under själva växten för att dektekera antalet enhetsceller som r deponerade. Därför har vi utveklat en optisk deteksjonsteknik fr dette ändamål baserat på Reflection Anisotropy Spectroscopy (RAS), en teknik som det forskas på vid *Institutt for fysikk*. Denna huvudoppgva har som mål att studera, med hjlp av RAS, perovskiters optiska ytegenskaper. Prosjektet r ett samarbeide mellom *Institutt for fysikalsk elektronikk* och *Institutt for fysikk* vid NTNU.

Organiske 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. Andre organiske materiale er ferro- eller anti-ferro-elektriske, med faseoverganger.

Oppgave formulert innenfor området

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

En skal undersøke grad av preferert orientering som oppstår i materialet når det blir framstilt som tråder med diameter ned til $5 \cdot 10^{-6}$ m. De kan framstilles ved ”elektro-spinning”, som er å la dråper av polymeroppløsninger 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 ledningsevneforandring kan følges *på stedet*. Eksperimentelt arbeid vil bestå i:

- framstille fiber-kompositter med elektrospinning
- diffraksjonsstudier med røntgen
- doping og ledningsevne-målinger.

Oppgave formulert innenfor området

”Faststof-fysikk, faseoverganger”:

Stoffet $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_4$ er anti-ferroelektrisk ved romtemperatur, og blir para-elektrisk ved 100°C . Faseovergangen er tidligere studert med optiske metoder og med nøytron-diffraksjon, men ikke med røntgen-diffraksjon. Oppgaven går ut på å følge en krystall av stoffet med røntgen-diffraksjon under gradvis oppvarming til overgangstemperaturen, og å se hvordan temperaturforløpet er i detalj for den anti-ferroelektriske ordninga. Oppgaven er av bare vitenskapelig betydning og interesse.

Oppgave i instrumentering

”Utprøving av småvinkel røntgenutstyr SAXS ”

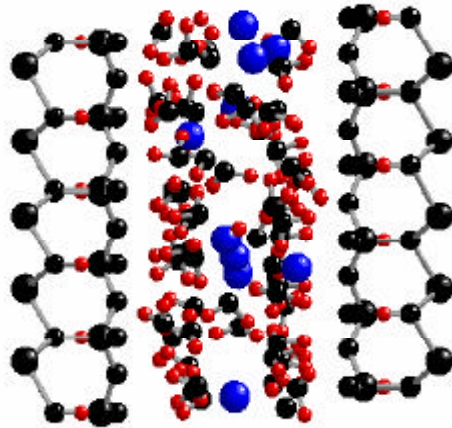
Det blir i vår innkjøpt utstyr for å studere inhomogent materiale med røntgen-spredning, kalt SAXS. Utstyret skal utprøves på ulike typer av mjukt materiale som faste polymerer og leirer, og suspensjoner. Arbeidet vil skje i samarbeid med Jan Swenson og Jon Otto Fossum.

Svelling av leire

Rettleider: Jan Swenson, rom D4-133. E-post: jan.swenson@ntnu.no

Prosjekt: Svällning av vermiculiter i ulike løsninger

Vermiculiter är leror som består av tusentals tunna negativt laddade silikatplattor (ca 1 nm tjocka) med positivt laddade joner mellan plattorna. I vissa lösningsmedel sväller lerorna genom att lösningsmedlet diffunderar in mellan silikatplattorna. Exakt hur mycket leran sväller beror på växelverkan mellan partiklarna i systemet. Studier av hur mycket leran sväller i olika lösningsmedel och saltlösningar kan användas till att testa nu gällande teorier för elektrisk växelverkan. Lersvällning är också av stort intresse för geologer, samt för oljeindustrin p.g.a. att leror är en viktig komponent i borrhätskor.



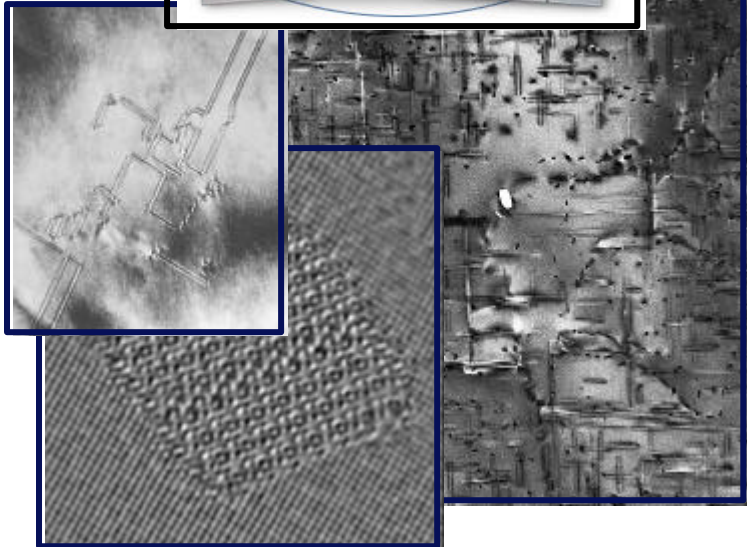
Vermiculit med natriumjoner (blå sfärer) och två lager av vattenmolekyler mellan de kristallina lerplattorna. Det är den maximala vattenmängden i en natriumvermiculit, medans för exempelvis en litiumvermiculit kan flera hundra molekyllager vatten diffundera in mellan lerplattorna och få leran att svälla mer än 1000%. Hur kommer detta sig?

Mätningarna är tänkt att utföras med den småvinkel röntgendiffraktometer som kommer till NTNU i mars månad. Förhoppningsvis kommer de systematiska studierna leda till en ökad förståelse för varför lerorna sväller i vissa lösningar, men inte i andra.

Prosjektet kan med fördel ske i samarbete med Jon Otto Fossum.

Elektronmikroskopi

Holmestad / Tøtdal / van Helvoort / Sandberg / Vissers / Vullum / Hasting / Nordmark / Tucho 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, rene.vissers@phys.ntnu.no, per.vullum@phys.ntnu.no, hakon.hasting@phys.ntnu.no, heidi.nordmark@phys.ntnu.no, wakshum.tucho@phys.ntnu.no, sigmund.andersen@sintef.no, calin.d.marioara@sintef.no, bjorn.s.tanem@sintef.no, john.walmsley@sintef.no)



TEM-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.

Vi har en meget velutrustet lab med tre elektronmikroskop. Det nyeste ble installert i 2002, 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 oppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon.

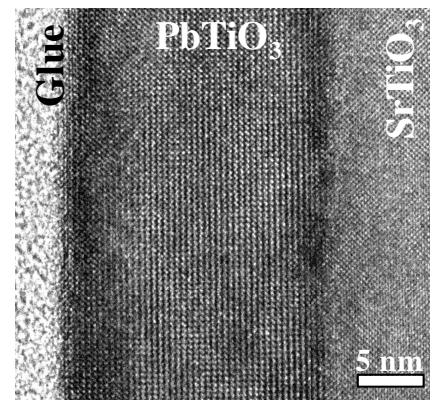
Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Studenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang i gruppa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme og snakke med oss! Vi sitter 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 utfelling av legeringselementer i nanometerstørrelse som bestemmer mekaniske egenskaper i Al-legeringer! Vi må forstå utfellingssekvensene for å kunne oppnå de tilsktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. En modelleringsoppgave innen aluminium kan også bli gitt. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara, René Vissers, Håkon Hasting

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. Et viktig aspekt her er å få til å lage gode nok TEM-prøver av tynnfilmene. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for elektronikk og telekom. og Institutt for fysikk. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Ton van Helvoort, Thomas Tybell.



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, samt hva slags legering/sammensetning de har. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, John Walmsley, Magnus Rønning, Anders Holmen

TEM-karakterisering av nanostaver av funksjonelle oksider

Motivert ut fra aktiviteten på epitaksielle tynnfilmer ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon 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 BaTiO_3 , PbTiO_3 og enkle oksider som TiO_2 . 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 telekommunikasjon. Kontaktpersoner: Ton van Helvoort, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud, Tor Grande, Thomas Tybell

SEKSJON FOR KOMPLEKSE MATERIALER

PROSJEKTOPPGAVER 2005

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 6-7 postdocs og et titalls PhD-studenter) som arbeider med eksperimenter, numerisk modellering eller teori.

Følgende faste vitenskapelige ansatte ved Institutt for fysikk er medlemmer av seksjonen (Mars 2005 i alfabetisk rekkefølge):

- 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 (krystallografi)
- Steinar Raaen, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)
- Bo-Sture Skagerstam, Professor (teoretisk fysikk)

Deler av seksjonen er nært knyttet til det nasjonale vitenskapelige programmet COMPLEX, som er et strategisk universitetsprogram (SUP) for

”Komplekse systemer og myke materialer”



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

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

COMPLEX nasjonalt definerer også en CRT ("Collaborative Research Team") som har betydelige bevilgninger fra Norges forskningsråd's (NFR) NANOMAT program for studier av "Nanostrukturerte komplekse og myke materialer".

Deler av seksjonen har videre en stor aktivitet innen petroleumsrelatert fysikk, med en betydelig bevilgning fra NFR's Petromaks program.

COMPLEX nasjonalt er også kjernepartner innenfor EU's Network of Excellence (NoE) for Inside POREs studier, og har en betydelig bevilgning fra dette nettverket.

Fossum og 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 LNLS i Campinas, Brasil. NFR støtter COMPLEX sitt generelle Brasil samarbeid med en bevilgning fra NANOMAT programmet.

Merk at flere av prosjektene som nevnes nedenfor (feks under Elgsæter, Fossum, Raaen) kan tilby SOMMERJOBB i forkant av prosjektene for interesserte studenter (undersøk dette med hver enkelt ansvarlig professor).

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

Vi kan derfor tilby prosjekter som omfatter samarbeid både

- internt ved NTNU, Institutt for fysikk,
- med UiO, Fysisk institutt,
- med IFE, Kjeller, fysikkavdelingen,
- med København,
- med Frankrike,
- med Brasil,
- eller andre steder etter eventuelt ønske.

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

Seksjon for komplekse materialer fokuserer for tiden blant annet på problemstillinger innenfor følgende hovedområder av moderne fysikk:

- **Integrerte eksperimentelle og teoretisk/numeriske studier av de fundamentale fysiske egenskapene til nanopartikler i suspensjon/løsning (Elgsæter/Mikkelsen):**

De fleste av de tilbudte prosjektene er rene fysikkprosjekter. Biologiske nanopartikler blir benyttet fordi de i mange tilfeller er ideelle modellsystemer for fundamentale studier av fysikken til nanopartikkelsystemer i suspensjon/løsning. Dette skyldes at det innen visse grenser er mulig å framskaffe "skreddersydde" biologiske nanopartikler som har den størrelse, ytre geometri og de elektrostatiske egenskapene som man måtte ønske seg. For slike systemer vil i tillegg nanopartiklene kunne være identiske ned på atomært nivå. Ved detaljerte studier er dette en særdeles viktig egenskap. Eksempler på biologiske nanopartikler vi studerer er proteiner, polysakkarider og lipidvesikler. Proteiner og polysakkarider er biopolymerer som kan anta en rekke ulike konformasjoner. Lipider danner membraner som fysisk omslutter alle celler og mikroorganismer.

De tilbudte prosjektene gir god innføring i datastyrt instrumentering og flere viktige metoder innen eksperimentell fysikk. På nanoskala domineres dynamikken av termisk induerte fluktuasjoner. For numeriske studier av slike systemer utenfor likevekt er bruk av Brownsk dynamikk-simuleringer den mest hensiktsmessige metoden. Det er tett integrasjon mellom de numeriske modelleringsstudiene og de eksperimentelle studiene. I de fleste tilfellene fokuseres det på hvordan solid fysikkforståelse kan bidra til en dypere forståelse av biologiske problemstillinger (biologisk fysikk).

- **Nanostrukturerte myke komplekse materialer (Fossum):**

Myke materialer er som oftest resultat av vekselvirkninger mellom nanopartikler. De fleste materialer av biologisk opphav hører også inn under kategorien myke materialer. Det samme gjelder de fleste materialer bestående av syntetiske polymerer som ikke befinner seg i glassfase eller mikrokrySTALLinsk fase. Mye god mat er også myk. Et annet dagligdags eksempel på et mykt kondensert medium er leire. Leire 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. I vår forskning bruker vi leire som fysisk modellsystem som representant for alle myke materialer, og vi stiller spørsmål av typen: Hvordan oppfører myke materialer seg når ytre krefter påtrykkes, f.eks. ytre elektrisk felt, magnetfelt, eller påtrykte spenninger eller deformasjoner (rheologi)? Hovedformålet med denne forskningen er derfor å forstå sammenhengen mellom struktur på nanoskala, og makroskopiske egenskaper til myke materialer.

- **Sprekkvekst og sprekkmorfologi (Hansen), samt andre utvalgte emner innenteoretisk fysikk:**

Et godt eksempel på et fysisk kollektivt fenomen er sprekkvekst: Når et materiale svikter under mekanisk stress (spenning), utvikles sprekker på grunn av spenningsfeltet. Spenningsfeltet utvikles (forsterkes) i sin tur av oppsprekningen; man får en runddans. Det vil si, "prosessen drar seg selv opp etter håret". Dette gir seg til syne gjennom hvordan sprekker ser ut (deres morfologi): Det viser seg at sprekkoverflater kan karakteriseres gjennom visse parametere som er uavhengig av materialet som sprekker opp. Vi har studert dette fenomenet gjennom mange år, men allikevel mangler mengder av viktige spørsmål svar.

- **Røntgendiffraksjonsstudier av materialer (Mo)**
- **Nanostrukturerte og komplekse prosesser på overflater (Raaen):**

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.

- **Utvalgte emner inne teoretisk fysikk (Skagerstam)**

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 (feks LNLS i Brasil) for kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nøytronspredningsteknikker ved IFE, Kjeller, for komplementær kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nanopartikkelkontroll og analyseteknikker, f.eks. fraksjonering og kraftmikroskopi (AFM).
- Elektrondiffraksjon (LEED), og XPS og UPS (røntgen- og UV-fotoemisjon) for overflatestudier.
- Termisk desorpsjon (TPD) av gasser fra faste overflater.
- Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflatereaksjoner

Seksjonen tilbyr prosjektoppgaver innenfor alle punktene ovenfor, og tilbyr både fysikkoppgaver, rene instrumenteringsoppgaver inkludert instrument- programmering, og kombinasjoner av dette. Noen aktuelle oppgaver for 2005 er som følger (organisert alfabetisk etter navn på professor):

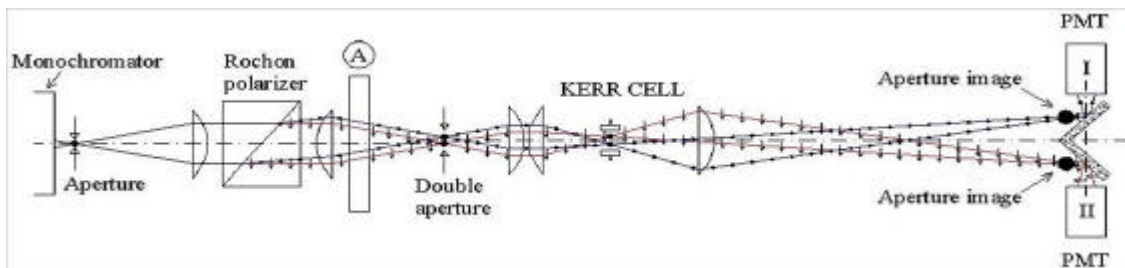
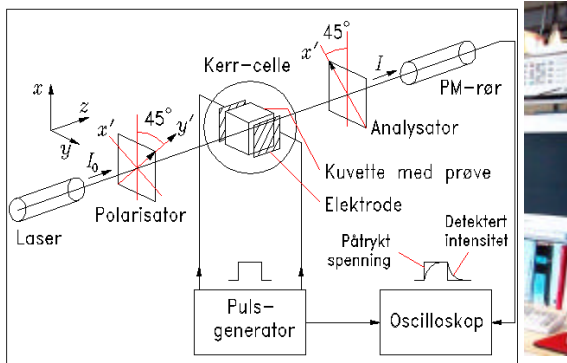
- **Integrerte eksperimentelle og teoretisk/numeriske studier av nanopartikler i suspensjon/løsning:**
Professor Arnljot Elgsæter, professor Arne Mikkelsen og post.doc. Stine Nalum Næss.
Biologiske nanopartikler: Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipidvesikler

Kontakt adresser:

- Professor Arnljot Elgsæter; epost: [Arnljot.Elgsaeter\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Arnljot.Elgsaeter(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593431; rom E3-129 Realfagbygget, NTNU.
- Professor Arne Mikkelsen; epost: [Arne.Mikkelsen\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Arne.Mikkelsen(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593433; rom E3-135 Realfagbygget, NTNU.
- Post.doc. Stine Nalum Næss; epost: [Stine.Nass\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Stine.Nass(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593435; rom D3-198 Realfagbygget, NTNU.

Elektro-optiske egenskaper til nanopartikkelsystemer

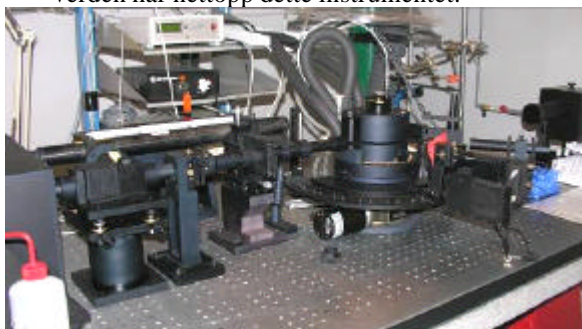
Måling av elektro-optiske egenskaper gir først og fremst informasjon om rotasjonsdynamikken til nanopartiklene. Fokus for tiden er delvis knyttet til nanopartikler av biologisk opphav. Studentoppgaver vil kunne bestå av instrumentering (LabWindows og GPIB-kommunikasjon til de ulike instrumentkomponentene), kalibrering, utføre eksperimenter og analysere måledata.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arne Mikkelsen
Medveiledere: Arnljot Elgsæter og Stine Nalum Næss.

Fysiske egenskaper til biologiske nanopartikler studert vha. statisk og dynamisk lysspredning

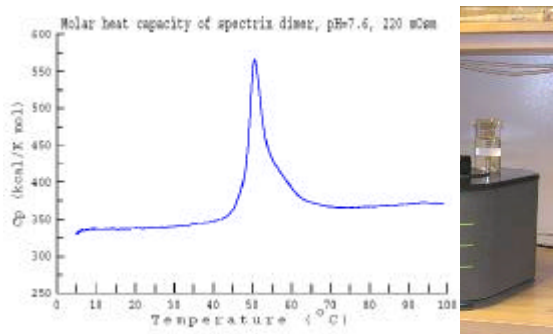
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot proteinet spektrin (som vi lager selv) og dets komponenter, og visse spesialiserte lipidvesikkelsystemer (samarbeid med Institutt for kjemi, NTNU og Hawaii Biotech). For slike målinger disponerer vi et toppmoderne kommersielt instrument fra ALV, Tyskland. Instrumentet ble anskaffet i 2001, og mange av det beste lysspredningslaboratoriene i verden har nettopp dette instrumentet.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Mikrokalorimetri av nanopartikkelsystemer

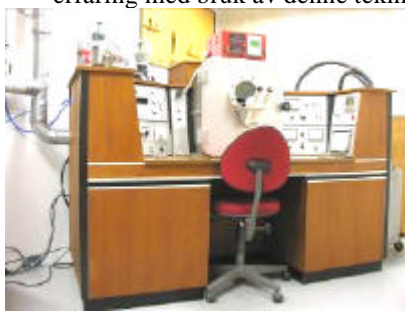
Strukturen til proteiner er generelt temperaturavhengig. Disse strukturelle endringene kan studeres vha. differensiell scanning kalorimetri (DSC). Spesifikke bindinger mellom proteiner kan studeres vha. isotermisk kalorimetri (ITC). Topp moderne DSC og ITC ble anskaffet i 2004 og aktuelle studentprosjekter vil være kalorimetrisk studier av utvalgte biologiske nanopartikler.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Fryse-etse elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

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



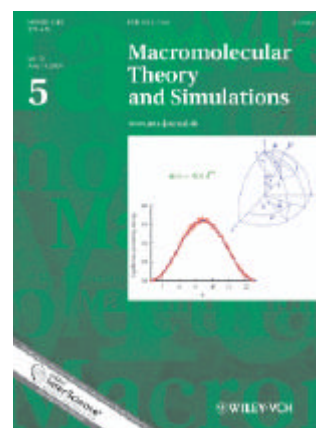
Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen, Stine Nalum Næss, Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU, og Gunnar Kopstad, St Olavs hospital, Trondheim.

Numerisk modellering av nanopartikkelsystemer utenfor termodynamisk likevekt

De karakteristiske relaksasjonstidene for middels store nanopartikler ligger i tidsområdet 1 – 1000 μ s. 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. Dette er et meget viktig prosjekt hvor det ligger mange interessante utfordringer. En av de store utfordringene knyttet til slike problemerstillinger skyldes singulariteter. Viktige deler av dette problemet har vi nettopp løst (se bilde av forsida til Macromolecular Theory and Simulations, vol 13, 2004), men mange interessante spørsmål venter fortsatt på sin avklaring.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.

Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.



- **Eksperimenter:**

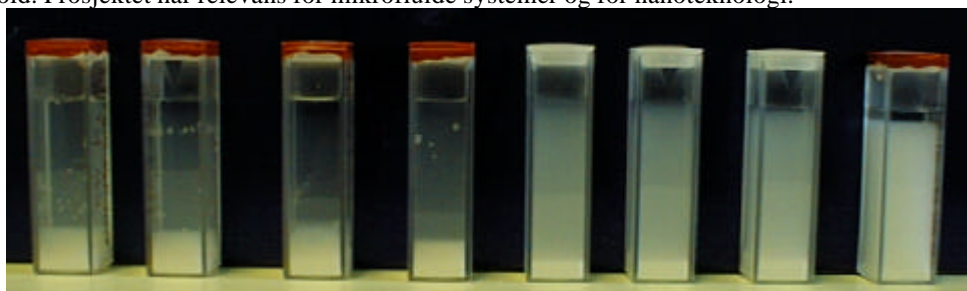
Professor Jon Otto Fossum

Nanostrukturerte myke komplekse materialer

(prof. Jon Otto Fossum, postdocs Yves Meheust og Ahmed Gmira, stips Davi de Miranda Fonseca og Kanak Parmar, master student Steinar Thorshaug, og utvekslingsstudenter Kate Washburn, Nils Kaufmann og Simon Dagois-Bohy)

Delprosjekt innen studier av væskekrystallfaser i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler

Dette prosjektet 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. 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. Prosjektet har relevans for mikrofluide systemer og for nanoteknologi.

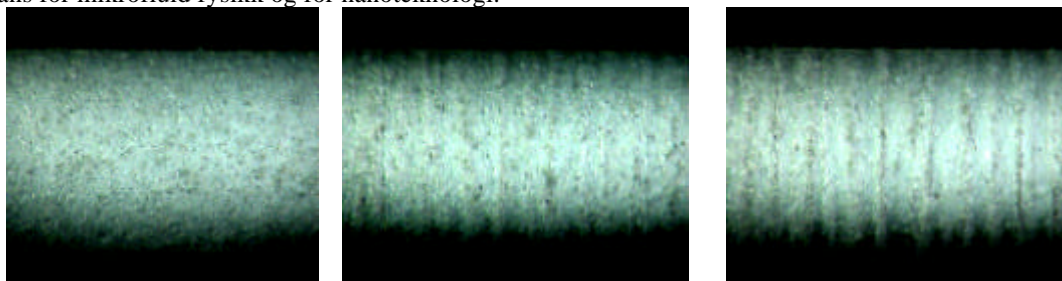


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no) (begge Realfagbygget NTNU).

Delprosjekt innen studier av komplekse elektrorheologiske/eller magnetorheologiske fenomener i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler

Dette prosjektet 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. Bildene nedenfor viser videomikroskopi av strukturell kjededannelse for et slikt system: Påtrykt elektrisk felt var ca 1kV 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.

Slike systemer er karakterisert ved at en kan gå fra væske tilstand til faststoff tilstand ved å skru elektrisk spennin på/av. Aktiviteten omfatter derfor også omfattende rheologistudier ved NTNU. Det studeres også analoge magnetorheologiske systemer i samarbeid med universitetet i Brasilia, Brasil. Prosjektet har relevans for mikrofluid fysikk og for nanoteknologi.

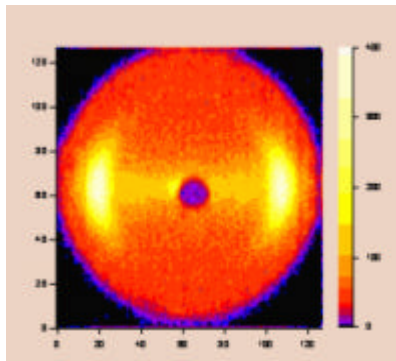


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Kanak Parmar (kanak.parmar@phys.ntnu.no) , utvekslingsstudent fra MIT: Kate Washburn (kew@mit.edu)

Småvinkel røntgen spredning (SAXS) studier av porestrukturer av nano-lagdelte silikatpartikler

Våren 2005 får vi installert nytt utstyr for småvinkel røntgenspredning ved NTNU.

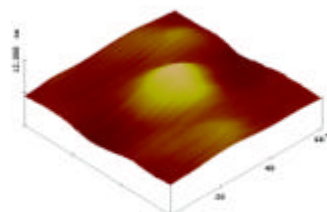
Prosjektet omhandler studier av nano-porøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon av vann i slike systemer. Forståelse av slik problematikk har anvendelser innen materialteknologi og er også av interesse for oljeindustri. Post-doc Yves Meheust er knyttet til dette prosjektet lokalt ved NTNU. Det følgende bildet viser et eksempel et 2-dimensjonalt SANS diffraksjonsopptak fra nylige studier ved IFE, Kjeller (SANS er komplementært til SAXS, med den forskjell at ved SANS sprer en nøytroner, mens ved SAXS sprer man røntgen). 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). Medveileder er seniorforskerne Kenneth Knudsen (knudsen@ife.no) (ved IFE, Kjeller).

Kraftmikroskopi (AFM)

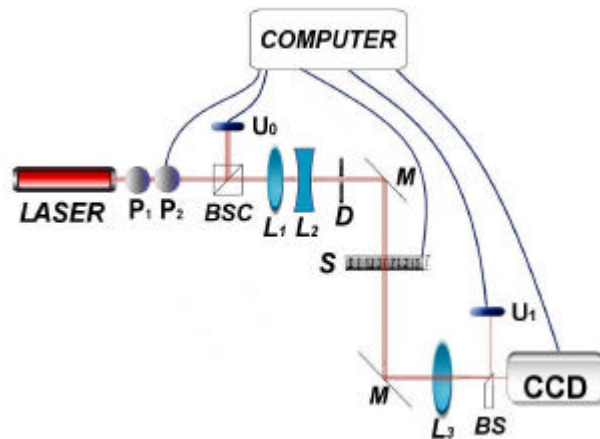
Seksjonen for komplekse materialer anskaffet nylig et kraftmikroskop (AFM: Bildet til venstre nedenfor). Vi har flere prosjekter knyttet til de prosjektene som er nevnt ovenfor på dette instrumentet. Bildet til høyre nedenfor viser en nanopartikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet av oss:



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

Oppsett og kalibrering av lab for småvinkel lysspredning (SALS)

Vi har nylig etablert en lab for småvinkel lysspredning (SALS) (spredning av synlig lys, dvs eksperimentet ligner på SAXS eller SANS slik som omtalt ovenfor) 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 CCD digitalt videokamera for direkte avbildning av diffraksjonsmønstre), og dette prosjektet vil bestå av å kalibrere og å utprøve denne apparaturen på kjente modellsystemer. Prosjektet omfatter en god del LabView programmering. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk er en fordel.



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

Fraksjonering av nanopartikler

Fysisk karakterisering av nanopartikkelsystemer er generelt desto enklere dess mere homogen partikkel-egenskapene 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) er innkjøpt..



Professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU), stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no)

- **Teori og simuleringer:**

Professor Alex Hansen:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

(prof Hansen, flere postdocs og stips)

Hovedoppgaver ledige innen økonofysikk (statistisk fysikk anvendt på økonomiske systemer), aktive transportprosesser i uordnede systemer (f. eks. filtreringsprosesser) og bruddprosesser. Ta kontakt for detaljer: alex.hansen@phys.ntnu.no

- **Eksperimenter:**

Professor Frode Mo

Røntgendiffraksjonsstudier av materialer

Kontaktperson og hovedveileder for de to følgende prosjektene: Professor Frode Mo. (Epost: fmo@phys.ntnu.no , tel. 73593585, rom E3-164 Realfagbygget NTNU).

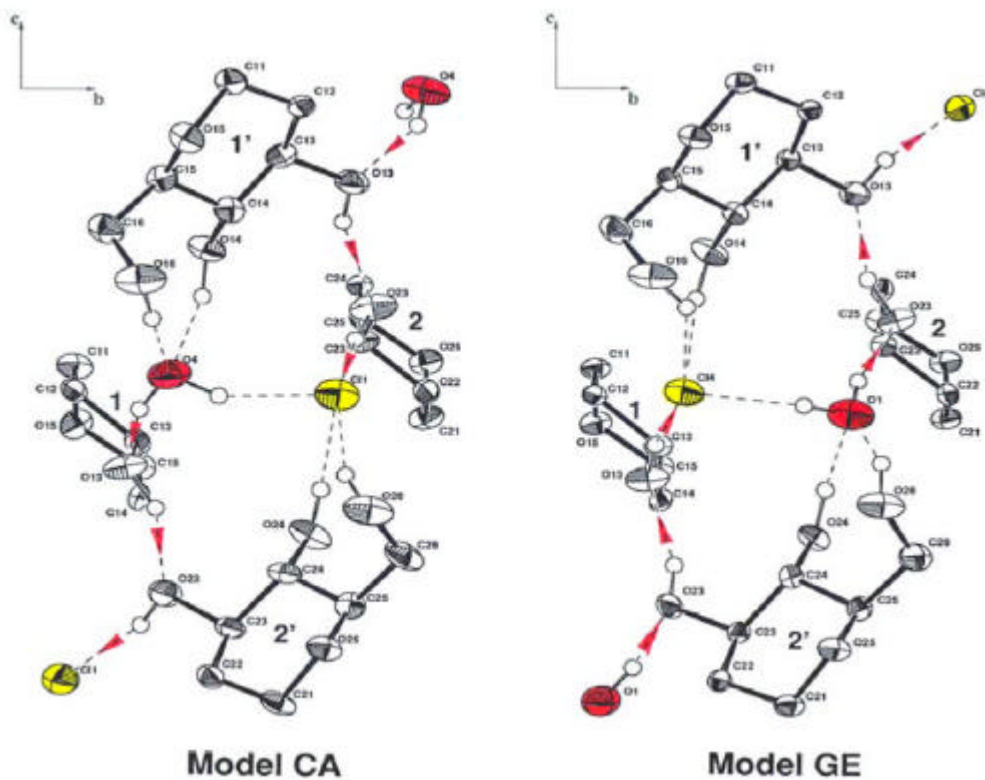
Tidsoppløste studier av prosesser i metalliske materialer

Den ekstreme briljansen av synkrotron stråling gjør det mulig å undersøke dynamiske tilstander og prosesser i materialer. Intens stråling i kombinasjon med raske og effektive detektorer som er utviklet de siste årene er nødvendige verktøy for dynamiske studier til høy oppløsning både i tid og rom, ved diffraksjon, fluorescens eller avbildning. Ved å bruke energirik røntgenstråling med stor gjennomtrengingsevne kan en følge prosesser både på overflater og i bulk av en massiv prøve (3-D røntgen-mikroskopi). Vi ønsker å undersøke hva som skjer i et metall eller en legering under ekstrudering. Ved ekstrudering presses oppvarmet materiale (eks. Al-legering) med stor kraft gjennom en dyse som kan ha et sylindrisk (stang) eller et rektangulært (belte) tverrsnitt. Prosessene som foregår i det avkjølnende materialet 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 i større skala. Bygging av utstyret kan starte våren 2005. Det er en forutsetning at Norges forskningsråd bevilger midler til en post-dok. stilling på dette prosjektet. En prosjekt-/hovedoppgave vil kunne bestå i: beregninger for dimensjonering av prøvekommer, deltakelse i bygging av kammeret som bl.a. skal inneholde sensorer for måling av trykk og temperatur, skriving av styreprogrammer, e.l.

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. Cella inneholder en roterbar kondensator som gjør det mulig å legge et permanent elektrisk DC-felt over krystallprøven. En høgtrykkselle 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- eller hovedoppgave er et organisk hydrat som vi antar er ferroelastisk. Ved faseovergangen skjer en reversering av polariteten som kan forklares ved et ombytte i posisjon av relativt store atomgrupper. Det skjer uten forandring av krystallsymmetrien. Dette er en sjelden og interessant strukturell faseovergang som vi ønsker å beskrive fra nøyaktige diffraksjonsdata. Figuren viser ombytte av Cl og vann i komplekset som medfører en reversering av polaritet langs den polare c-aksen.



En aktuell oppgave på dette prosjektet vil være å sette seg inn i noe krystallografi og røntgendiffraksjon, 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.

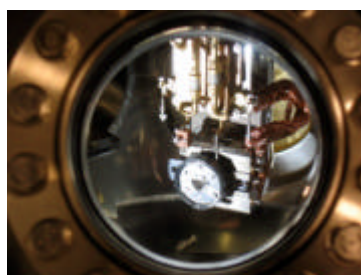
- **Eksperimenter og simuleringer:**

Professor Steinar Raaen

Overflatefysikk

(prof. Steinar Raaen, postdoc. Morten Kildemo, stip. Mari Juel)

Virksomheten består i eksperimentelle studier ved bruk av fotoemisjon (XPS, UPS), energi diffraksjon (LEED), fotoemisjonsmikroskopi (PEEM), og termisk desorpsjon (TPD). I tillegg gjøres numeriske (Monte-Carlo) simuleringer av overflateprosesser. Noen mulige hovedoppgaver er skissert i det følgende.

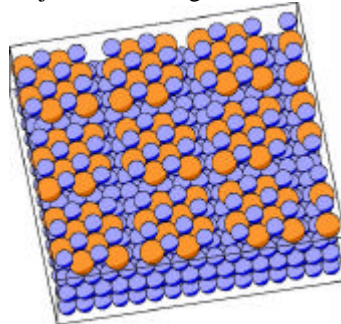


Kontaktperson og hovedveileder er Steinar Raaen. (Epost: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174 Realfagbygget NTNU).

Elektroniske egenskaper av nano-strukturerte metalleroverflater

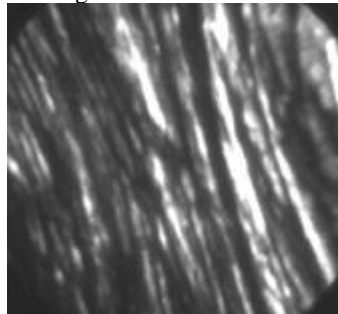
De elektroniske egenskapene til overflaten til et materiale kan modifiseres ved innleggering av andre elementer. Dette kan gjøres ved pådampning av monolag-tykke skikt som deretter varmes. På grunn av lavt

frigjøringsarbeid og lav overflate-energi er sjeldne jordart overlag av spesiell interesse. Dette er systemer med ufulle 4f-skall med interessante fysiske egenskaper. Først blir ca. ett monolag med f.eks. samarium deponert på overflaten til en krystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike enkle gasser som f.eks. O_2 , CO , C_2H_2 , C_2H_4 , N_2O studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsparametre undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for katalysatorsystemer som er teknologisk viktig i energi- og miljøsammenheng.



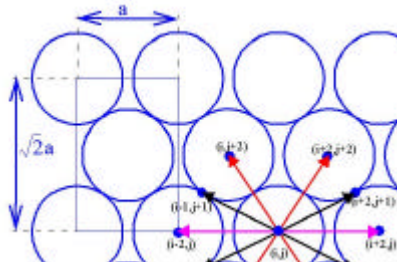
Fotoelektronmikroskopi av overflateprosesser

Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av faste materialer. 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) kan brukes til å studere topografiske variasjoner såvel som variasjoner i overflatepotensial (frigjøringsarbeid) på overflater. Tidsvariasjoner av overflateprosesser kan observeres i "real time". Andre metoder som XPS, UPS og LEED vil brukes sammen med PEEM instrumentet.



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.



- **Teori:**

Professor Bo-Sture Skagerstam:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

Man kan få göra vad man vill inom teoretisk fysik och jag kan hjälpa er så gott jag kan. Om nu någon vill veta vad jag gör just nu och om det finns något intressant där så kan man ju alltid nämna: granulära medier och modeller för trafikköer; kollektiva effekter i mikroskopiska kvantsystem; dekoherenseffekter i Josephson junctions; superstarka magnetfält och kvantelektrodynamik; termodynamik för icke-abelska gaser och så allt möjligt inom modern kvantoptik (kvantmekaniska fotonpulser; modeller för detektion av impulsmoment för fotonpulser; koherenseffekter i kavitetelektrodynamik;...). Ta kontakt for detaljer: bo-sture.skagerstam@phys.ntnu.no

SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

Statistisk fysikk, kvantemekanikk eller kvantefeltteori.

Ansvarlig veileder : Professor Kåre Olaussen (Kare.Olaussen@phys.ntnu.no)

1. Eksakt løsning av den to-dimensjonale Coulombgassen.

Hvis verden hadde vært to-dimensjonal ville Coulomb-potensialet mellom to punktladninger

Q (målt i passende enheter) variert med avstanden r som $Q^2 \log r$, og Boltzmann-faktoren βQ

som r^{-2} . Dette fører til at man lagt på vei kan løse statistisk mekanikk problemet for et slikt (klassisk) ionesystem eksakt. Tilstandsligningen ble funnet i 1972 av Hemmer og Hauge. Senere har man også klart å finne den eksakte oppførselen til andre termodynamiske størrelser som indre energi, spesifikk varme o.l. Oppgaven vil gå ut på å studere denne siste eksakte (men relativt kompliserte) løsningen nærmere, og å sammenligne den med tilnæringsmetoder som kan anvendes på mer generelle systemer, også tredimensjonale. Oppgaven vil involvere både analytiske og numeriske metoder. Professor Johan Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no) vil også være faglig og ansvarlig veileder på denne oppgaven.

2. Numerisk studium av det Fraksjonelle Kvante Hall systemet i torus- og/eller disk-geometri.

Oppgaven går ut på å implementere en numerisk modell for et system av vekselvirkende elektroner i et sterkt magnetfelt, å benytte alle tilgjengelige symmetrier og konserveringslover til å redusere størrelsen på matrisen som representerer Hamiltonfunksjonen for dette systemet, å finne grunn-tilstanden for denne matrisen numerisk, og å studere sammenfiltrings-egenskapene til denne tilstanden. Stipendiat Stein Olav Skrvøseth (stein.skrovseth@ntnu.no) vil være medveileder på denne oppgaven.

3. Nedbremsing av ladede partikler på grunn av den kosmiske bakgrunnsstrålingen.

Siden oppdagelsen av den kosmiske bakgrunnsstrålingen (med temperatur på ca. 2.7 K) har det

vært forstått at kosmiske protoner med energi over ca. 10^{20} eV vil bli nedbremset på grunn av kollisjoner med fotoner fra denne strålingen. Det interessante i denne forbindelse er at man har observert partikler med høyere energi enn dette i kosmiske stråling. Denne oppgaven vil gå ut på å regne i mer detalj på nedbremsingsprosessen, og kanskje også utforske mulige

forklaringer på hvordan det kan eksistere kosmiske partikler med høyere energi enn 10^{20} eV.

4. Energitransport gjennom en ulineær kjede .

Oppgaven (motivert fra en nylig dr.avhandling fra Universitetet i Tromsø) vil gå ut på numerisk simulering av energitransport (varmeledning) gjennom en ulinær kjede i et eksternt potensial.

5. Kvarkstjerner.

Kvarkstjerner er kompakte (hypotetiske) astrofysiske objekter med en masse på størrelse med solmassen og en radius på ca 10 km. Stjernen er en degenerert gass av kvarker, der Fermitrykket motvirker gravitasjonell kollaps. I dette prosjektet skal en studere egenskapene til kvarkstjerner (tetthet, radius, og total masse) ved å bruke tilstandsligningen for kvarkmaterie og løse Tolman-Oppenheimer-Volkov-likningene for stjerner. Dette er likninger som må løses numerisk. Oppgaven kombinerer kvantemekanikk og generell relativitetsteori. Dr. Jens Oluf Andersen (jensoa@nordita.dk) vil være faglig veileder på denne oppgaven.

6. Bose-Einstein kondensat.

Bose-Einstein kondensater oppstår når temperaturen i en Bose gas blir så lav at avstanden mellom partiklene er like stor som den termiske bolgelengden. Da vil bosonene kondensere i énpartikkel grunntilstanden. Vi skal se på Bose kondensater i harmonisk-oscillator potensialer i to og tre dimensjoner, der en varierer oscillatorfrekvensene som generelt er forskjellige (anisotrop oscillator).

Oppgaven er en kombinasjon av analytisk og numerisk arbeid. Dr. Jens Oluf Andersen (jensoa@nordita.dk) vil være faglig veileder på denne oppgaven.

Strålingsvekselvirkning i polariserbare medier.

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

Polariserbare partikler/molekyl blir polarisert av elektriske felt, og de får med det et elektrisk dipolmoment. Mellom dipolmomentene i forskjellige partikler virker det igjen elektriske dipolkrefter. Som modell for polariserbare partikler kan det elektriske dipolmomentet betraktes som utsvinget til en harmonisk oscillator. Dette gir opphav til fluktuerende dipolmoment, og fluktuerende dipolmoment vekselvirker også med hverandre. Denne vekselvirkningen gir opphav til Van der Waals kraften som er en netto tiltrekning mellom partiklene. Det tilhørende potensialet går som $1/r^6$ der r er avstanden mellom partiklene. Dersom en tar hensyn til at de elektriske dipolene ikke er statiske men oscillerer, vil den statiske dipolvekselvirkningen modifiseres til elektromagnetisk dipolstråling, som avhenger av frekvensen. Det resulterende potensialet, som gir Casimirkraften mellom 2 partikler, går nå som $1/r^7$ for store avstander. Denne endringen innebærer at det vil være strålingskorreksjoner til det resulterende potensialet eller kraften mellom to partikler/molekyl. I et fluid (gass/-væske) med polariserbare partikler vil det følgelig også være slike strålingskorreksjoner til stede.

Oppgaven vil gå ut på å beregne størrelsen av slike strålingskorreksjoner til energien i et fluid bestående av polariserbare partikler. Dette kan gjøres ved å generalisere tilnærmelsen (midlere sfæriske approksimasjon) som er benyttet for kvantisert polariserbart fluid uten denne strålingskorreksjonen. Uttrykk og løsninger av likninger som er utledet og funnet tidligere, vil bli benyttet. Kvantitative svar vil kreve numeriske beregninger. I utgangspunktet kan en til forenkling studere og beregne strålingskorreksjoner til kraften/potensialet mellom to partikler.

Selvkonsistente tilstandsligninger

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

Bestemmelse av tilstandslikningen for vekselvirkede mangepartikkelsystem er krevende og komplisert, og en må generelt ty til approksimasjoner. I de senere årene er det utviklet en metode SCOZA (slef-consistent Ornstein-Zernike approximasjoner), som har gitt resultater med stor nøyaktighet der en kan sammenlikne med kjente resultater. Metoden baserer seg på at tilstandslikningen kan beregnes fra parkorrelasjonsfunksjonen på to uavhengige måter. Ved å kreve samme svar kan en optimalisere resultatet med hensyn på en fri parameter. Dette gir en ikke-lineær partiell differentiaallikning, som kan løses numerisk.

Oppgaven vil ta utgangspunkt i en nylig avsluttet hovedoppgave og et PhD-arbeid som har vært grunnleggende for å bestemme og analysere numeriske resultater. I prosjektet vil allerede utarbeidete dataprogrammer kunne benyttes, og eventuelt videreutvikles.

I samarbeid med Institutt for Energi og prosessteknikk

FORSLAG TIL PROSJEKTOPPGAVER HØSTEN 2005

1. Strålingsteori: Kraft fra laser på fluidoverflater. Beregning av ”giant” deformations med bruk av ikke-lineær hydrodynamisk teori.
2. Casimireffekten: Numerisk beregning av kraft mellom plane overflater med bruk av realistiske inputdata for forskjellige materialer. Analyse av termiske effekter, samt ujevnheter i overflatene.
3. Kosmologi. Her er det flere muligheter, bl. a. å se på innflytelsen av viskositet i kosmologiske modeller, især bran-modeller i det 5-dimensjonale rom.

Iver Brevik

Iver.h.brevik@ntnu.no

Tlf. 93555

SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

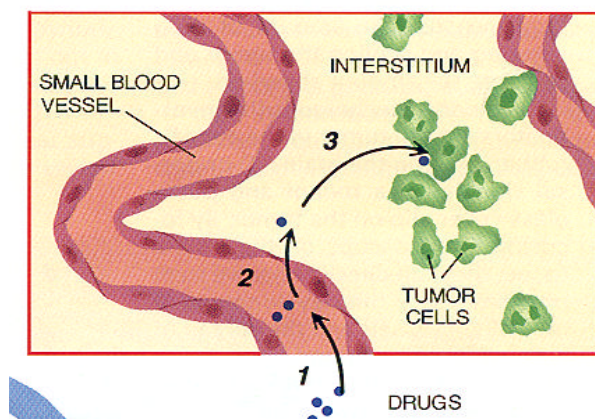
Transport av terapeutiske makromolekyler i kreftvev

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), Ingunn Tufto (tel 93712), Arne Erikson (tel 93634)

Bakgrunn <http://www.ntnu.no/~cathd/>

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

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



Cellegiftenes vei fram til kreftcellen er komplisert og avhenger av:

- 1. Blodårenettverket**
- 2. Transport over blodåreveggen**

Disse transportetappene drives av to fysiske prosesser:

- Diffusjon på grunn av konsentrasjonsforskjeller**

Det blir tilbudt 4 oppgaver med denne problemstillingen:

Oppgave 1: Kan collagenase i kapsler gi tumor spesifikk levering av collagenase?

Collagenase øker opptaket av makromolekyler i tumorer. Imidlertid er ikke collagenase tumorspesifikt og kan ikke benyttes kliniske. Ved å bruke en kapsel/liposom med diameter ca 100 nm vil de kunne passere blodåreveggen i tumorer, men ikke i normalt vev.

Første del av oppgaven vil ha som mål å lage egnete kapsler og inkorporere collagenase i disse.

Deretter vil collagenase merket med radioaktivitet eller fluorokrom inkorporert i egnet kapsel injiseres intravenøst i forsøksmus. Musen avlives 1-2 dager seinere og radioaktiviteten måles i ulike organ og i svulsten. Distribusjonen av fluorescensmerket collagenase kan også studeres i mus med vinduskammer.

Oppgave 2: Hvordan påvirker kompresjon organisering av extracellulær matrix og diffusjon av makromolekyler?

Tumorer vokser og utøver en kraft på extracellulær matrix som igjen virker på tumorer. Det er rapporter som tyder på at dette påvirker organisering av ekstracellulær matrix.

Formålet med oppgaven er å lage collagengeler som plasseres mellom to metallplater som kan virke på gelene med ulik kraft, måle elastisk modulus og korrelere dette med organisering av collagen og diffusjon av makromolekyler i gelen. Organisering av collagen måles med refleksjonsmikroskopi og 2. harmoniske signal (collagen belyses med laser med bølglengde 2? og avbildes med bølglengde ?). Diffusjon måles med "fluorescence recovery after photobleaching" (FRAP).

Oppgave 3: Diffusjon av ladete makromolekyler i geler.

Diffusjon er den primære transportmekanismen dersom det høye interstitielle væsketrykket umuliggjør transport av molekyler basert på trykkgradienten. I denne oppgaven blir geler benyttet som en modell for extracellulær matrix i en svulst. Betydningen av ladning på makromolekylene skal studeres. Gelene inkuberes med fluorescensmerkede IgG som anioniseres og kationiseres. Diffusjon måles med "fluorescence recovery after photobleaching" (FRAP).

Oppgave 4: Diffusjon av makromolekyler i multicellulære sfæroider behandlet med hormonet relaxin.

Hormonet relaxin bryter ned bindevev og kan dermed øke diffusjonen av makromolekyler. I denne oppgaven vil kreftceller dyrkes som multicellulære sfæroider som benyttes som en modell for en svulst og diffusjonen av makromolekyler i sfæroider behandlet med relaxin studeres. Diffusjon måles med "fluorescence recovery after photobleaching" (FRAP).

Polyelektrolytt komplekser

Polykationer vekselvirker elektrostatisk med DNA og danner komplekser. Denne vekselvirkningen fører til at DNA går over til en mer kompakt form, som oftest dannes strukturer som toroider, staver eller kuler. Innen genterapi er man avhengig av en effektiv genlevering, og kompaktering av DNA ved hjelp av polykationer er mye studert som en mulig metode for genlevering. Andre polyanioner kan også vekselvirke med polykationer og danne komplekser. Strukturen til polyelektrolytt kompleksene er bestemt av både kjedestivheten og den tiltrekkende energien mellom polymersegmentene. Kjedestivheten kan varieres ved å velge ulike polyanioner, mens ulike polykationer påvirker tiltrekkingen mellom polymersegmentene.

Mulige oppgaver innen studier av polyelektrolytt komplekser er:

? Betydning av ladningstetthet på kompakteringsegenskaper og destabiliseringsevne

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 her å bestemme kompakteringsegenskapene til scleroglukan med ulike ladningstettheter og å undersøke hvordan denne oppførselen passer inn i

etablerte fasediagram for kompaktering av polymerer som funksjon av kjedestivhet og tiltrekning mellom kjedene. Ladingstettheten kan være en parameter som bestemmer hvor effektivt et konkurrerende polyanion er i å destabilisere DNA-polykation komplekser og dermed frigjøre DNA. Dette vil undersøkes ved å benytte scleroglukan med ulik ladingstetthet.

Teknikkene som planlegges brukt er Atomic force mikroskop (AFM), kombinert med bildeanalyse for avbildning og karakterisering av kompleksene og fluorescens målinger for å undersøke stabilitet. Veiledere: Marit Sletmoen, Gjertrud Maurstad, Bjørn T. Stokke

? DNA-kitosan komplekser: energetisk mest gunstig struktur

Kompaktering av DNA gir opphav til mange ulike strukturer, toroider, staver og kuler. Den relative mengden av de forskjellige strukturene varierer bl.a. med hvilket polykation som brukes. Det er foreslått at dannelsen av toroiden skjer gjennom en rekke med metastabile tilstander. Det er derfor mulig at kompleksene blir fanget i energetisk metastabile tilstander. Hva som er den mest energetiske tilstanden er omdiskutert, og kan variere mellom ulike systemer. Ved å utsette kompleksene for økt temperatur kan man føre de nærmere en grunntilstand. Målsettingen er å undersøke hvilken struktur som er energetisk gunstig i systemer som benytter ulike kitosaner (ulik kjedelengde og ladingstetthet) til å kompaktere DNA.

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

Veiledere: Gjertrud Maurstad (gjertrum@phys.ntnu.no), Bjørn T. Stokke (bjorn.stokke@phys.ntnu.no)

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.

Biosensoren er tenkt til å brukes innenfor kreftdiagnose.

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).

Veiledere: Sven Tierney, (sven.tierney@phys.ntnu.no); Bjørn T. Stokke (bjorn.stokke@phys.ntnu.no)

Oppgaver innen biofysikk

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 (amino levulinic acid) kan man i kreftceller og bakterier øke konsentrasjonen av fotopigmenter. Etter lyseksitasjon av disse starter 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. Behandlingen blir kalt PDT (Photo Dynamic Therapy).

Vi studerer slike nedbrytingsprosesser av kreftcelle-linjer og bakterier, hvor de lysfølsomme molekylene er porfyriner. Vi studerer slike lysreaksjoner hos *Propionium* bakterier (som bl.a. er kjent for å ta del i sykdommen akne), og i *Jurkat* kreftceller. Man håper at lysbehandling av bakterier kan bli et alternativ til antibiotikabehandling. Aktuelle oppgaver er:

- a) Bruk av flow cytometri for å studere celledød etter PDT (apoptose – nekrose) i Jurkat celler.
- b) Målinger av frie radikaler som dannes i lysreaksjonene. Disse radikalene studeres ved elektronspinesonans (ESR, eller EPR). Såkalte spin-traps vil bli tatt i bruk.
- c) Blærekreft cellers følsomhet for PDT studert ved flow cytometri og spinn trapping.

I litteraturen er det rapportert at magnetfelt (100 Hz, sinusformet) kan påvirke opptaket av de aktuelle stoffene som genererer de lysfølsomme molekylene. Dette kan være et viktig funn for å studere magnetfelts eventuelle påvirkning av opptak gjennom cellemembranene.

- d) Denne oppgaven er å studere stoffopptak og lysinduserte reaksjoner i bakterier (med og uten pålagt magnetfelt).

Disse oppgavene vil gi kunnskaper i fotobiofysikk, lysspektroskopi, målinger av elektromagnetiske felt samt gi erfaring av eksponeringsutstyr for elektromagnetiske felt.

Måling av fasefølsom fluorescens fra planter.

Veileder: Thor Bernt Melø

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.

Opgaven 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 radiobøgeområdet -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 induserte strømmer i celler og organismer.

Opgaven 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.

Photophysical studies of systems containing carotenoids and/or vitamin E

Veileder: Thor B. Melø and Razi Naqvi

The names carotenoids and vitamin E describe two families of organic compounds, which play a host of vital roles—photosynthesis, vision, protection against the harmful consequences of singlet oxygen. Over the last decade there has been much debate as to whether carotenoids and vitamin E become more effective when they act together. Carotenoids are widely used as safe, natural colourants for food. Some commercial sunscreen formulations contain carotenoids and/or vitamin E.

A great deal is known about the photophysical and photochemical properties of carotenoids, mainly as a result of research on photosynthesis, but very little effort has so far been spent on obtaining similar information about vitamin E. Our group has recently started investigating the photo(phys/chem) behaviour of vitamin E, and the interaction of its long-lived transient photoproducts with carotenoids. The vast majority of carotenoids are insoluble in water. Our group (together with two chemists in NTNU and a few other scientists in Hawaii Biotech, Inc., a privately held biopharmaceutical company) has lately become interested in examining water-soluble carotenoids (both naturally occurring and custom-made). We can propose several topics (suitable for project work) involving time-resolved and steady-state optical spectroscopy.

PROSJEKTOPPGAVE INNEN SYNSBIOFYSIKK

Kvantitativ testing av fargesyn

Ca. 8% av den mannlige befolkningen og 0,5% av den kvinnelige har svekket fargesyn. Årsakene er mange. Såkalt "rød-grønn fargeblindhet" skyldes f.eks. fravær av en av de tre tappetyper i netthinnen, men det finnes antagelig også mindre fargesynsvekkelser som skyldes at antallet av en tappetype er redusert. Oppgaven består i å bruke en rekke forskjellige tester for å karakterisere en persons fargesyn og å sammenligne resultatene med noen nye databaserte tester som vi har utviklet. En håper at disse nye testene kan gi kvantitative mål for graden av avvik fra det normale.

Interesserte kontakter Arne Valberg på tel. 73598373 eller på e-post:arne.valberg@phys.ntnu.no

OPPGAVER INNEN BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

i samarbeid med Institutt for bioteknologi, Institutt for kreftforskning og molekylærmedisin, Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, Kreftavdelingen ved St. Olavs Hospital og Ultralydgruppen ved SINTEF Helse.

Ultralyd

http://www.medisin.ntnu.no/isb/biomed_tek/undervisning/Prosjektoppgaver/

Kontaktpersoner: ISB: Prof. Hans Torp tlf. 98619 hans.torp@ntnu.no , prof. Bjørn Angelsen tlf 98722 bjorn.angelsen@ntnu.no

SINTEF Medisinsk teknologi: Toril Nagelhus Hernes tlf. 93028341, Thomas Langø tlf. 9062913.

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

Bioteknologi

Kontakt Prof. Svein Valla, e-post svein.valla@biotech.ntnu.no, tlf. 98694

Magnetisk resonans avbildning (MRI): T₁-, T₂- og T₂*-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: T₁ (longitudinell), T₂ (transversal) og T₂* (effektiv transversal) på singelvoxel nivå for å kunne produsere medisinsk relevante bilder.

Oppgaven 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 ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon

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 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:

- 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.

Veiledere: 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 ved Kreftavdelingen, St.Olavs Hospital.

Fricke-gel dosimetri

Innen stråleterapi blir behandlingsoppleggene stadig mer avanserte, noe som øker behovet for å kontrollere at den teoretisk utregnede dosefordelingen stemmer med det pasientene faktisk får. Intensitetsmodulert stråleterapi (IMRT) er en ny avansert behandlingsmetode som former høydoseområdet rundt 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.

Radiokromatisk film er et annet medium som er aktuelt for verifikasjon av dosefordeling. Dette er en film som endrer optisk tetthet uten påfølgende fremkalling og som har doserespons som i utgangspunktet egner seg godt til formålet. Det er imidlertid gjort lite for å kartlegge hvorvidt filmresponsen er energiavhengig og hvorvidt innfallsvinkelen på strålingen er av betydning.

Oppgaven vil gå ut på å karakterisere filmen som dosimeter samt sammenligne opp i mot verifikasjon utført med gel

Hovedveileder: Jomar Frengen 73867825

Strålingsbiologi for brystkreftceller

1. Både strålebehandling og kjemoterapi er etablerte behandlingsformer for kreft. I hovedsak benyttes disse som separate behandlingsmetoder, men det er økende fokus på om behandling der disse metodene kombineres kan gi økt effekt. En evt økt effekt som følge av kombinasjonsbehandling vil medføre at lavere doser av både cellegift og stråling kan benyttes og dermed reduserte bivirkninger. I denne oppgaven ønsker vi å finne ut om cellegiften taxotere har en sensitiserende effekt på stråleresponsen til brystkreftceller. Videre ønsker vi å kartlegge hvilken kombinasjon av disse behandlingformene som gir optimal strålingsfølsomhet.
2. Konvensjonell behandling innebærer bruk av høyenergetisk fotonbestråling (6 og 15 MV), men også lavere energier benyttes i enkelte tilfeller. På kreftavdelingen utnyttes dette bla i brachyterapi og er planlagt benyttet for intraoperativ bestråling av brystkreftpasienter. Det er derfor av interesse å studere cellerespons ved bruk av ulike fotonenergier. Vil en gitt dose gi samme cellerespons uavhengig av fotonenergi?

Det vil være aktuelt at to studenter jobber sammen på deler av oppgaven (dyrking og kartlegging av celler), men at de vil ha hvert sitt hovedfokus som skissert over.

Oppgaven involverer teknikker som celledyrking, automatisert telling av kolonier og enkeltceller, bruk av flowcytometri og bruk av ulikt utstyr for bestråling. Det kan også bli aktuelt med noe MR-spektroskopi.

Veiledere ved Kreftavdelingen:

Anne Beate Langeland Marthinsen (73867824)

Signe Danielsen

Jomar Frengen

Trond Strickert

Steinar Lundgren

Anne.Marthinsen@stolav.no

Signe.Danielsen@stolav.no

Jomar.Frengen@stolav.no

Trond.Strickert@stolav.no

Samarbeidspartnere på MR-senteret: Ingrid Gribbestad og Tone Frost Bathen

SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK

Område miljøfysikk, UV stråling i naturen.

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

Strålingstransport i atmosfæren

Ultrafiolett stråling på bakken påvirkes av atmosfæren. Klimatiske endringer vil påvirke mengde ultrafiolett stråling. Strålingsmodellene som beskriver hvordan ultrafiolett stråling penetrerer gjennom atmosfæren tar inn effekten av gasser og partikler. Det er ønskelig å undersøke hvor godt disse modellene beskriver den diffuse og direkte strålingen som kommer ned til bakken.

Prosjektoppgaven går ut på å måle diffuse og direkte stråling spektralt ved ulike atmosfæriske forhold i Trondheim og sammenligne dette med forventede nivå. Oppgaven vil være både eksperimentell og teoretisk. Det passer bra om to 2 studenter samarbeidet om denne oppgaven, men deler av oppgaven kan gjøres alene.

Oppgave 2

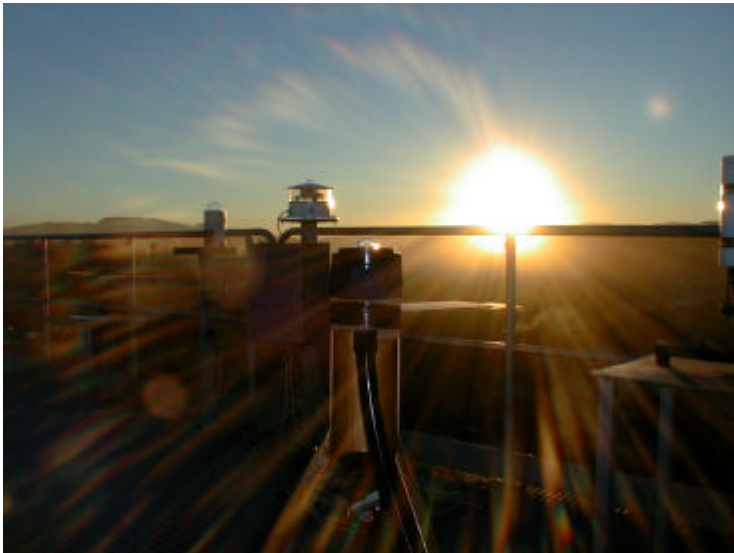
Hvordan varierer UV innstråling i Trondheim med aerosoler nivået i atmosfæren

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 indirekte ved måling av direkte stråling fra sola. Dette gjøres ved hjelp av et fotometer med inngangsoptikk som følger solbanen. 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. (1 stud.)

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. (1 stud.)



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

Forslag til oppgaver innen solenergi

1) Intermediate-band QD solceller

Såkalte “Intermediate band” solceller (IBSC) har en teoretisk virkningsgrad (63%) som er dobbelt så høy som for konvensjonelle silisiumbaserte solceller. Økningen i effektivitet skyldes at et større område av solspektret kan utnyttes, ved at infrarøde fotoner, som normal ikke blir absorbert, bidrar til fotogenereringen av ladningsbærere via et mellomliggende (“intermediate”) energibånd i båndgapet. (Se figur 1 til høyre.)

En mulig realisering av IBSC'er er å bruke kvanteprikker (Quantum Dots) laget av halvledere, plassert i et n-dopet lag av en halvleder med større båndgap. Kvanteprikkene har diameter på ca 50 nm eller mindre. Laget med kvanteprikker plasseres mellom et n+-dopet og et p-dopet lag som vist i figur 2, som sammen danner pn-overgangen som skiller de fotogenererte hullene fra elektronene.

De diskrete energinivåene i kvanteprikkene vil danne energibånd hvis de er koblet elektronisk, dvs hvis bølgefunksjonene overlapper. Dette energibåndet vil ligge i båndgapet til halvlederen kvanteprikkene er plassert i.

Framstilling av halvledere på nano- og mikroskala fra bunnen av kalles halvledervekst, fordi de framstilles atom for atom. En mulig måte å framstille kvanteprikker på er ved ”egenorganisert” vekst, hvor kvanteprikkene dannes av seg selv under gunstige vekstbetingelser. Slike betingelser kan oppnås i et molekylstråleepitaksi (MBE) anlegg.

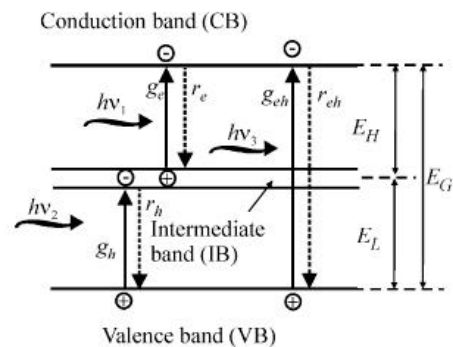


Fig. 1. Illustration of the gaps and photon absorption as well as the carrier recombination processes involved in the operation of the IBSC.

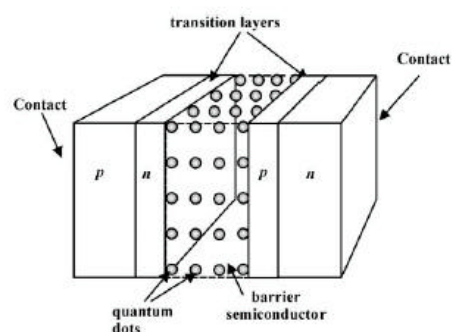


Fig. 2. Layer structure of the QD-IBSC.

Ved institutt for elektronikk og telekommunikasjon har en gruppe, ledet av prof. Bjørn-Ove Fimland, framstilt halvledere ved hjelp av MBE siden 1988, og i høst skal de lage IBSC-strukturer i samarbeid med førsteamanuensis Turid Worren ved Institutt for fysikk. Vi skal framstille InAs kvanteprikker i en GaAs-matrise ved hjelp av MBE og prøvene skal karakteriseres ved hjelp av transmisjonselektronmikroskopi (TEM) og atomærkraft mikroskopi (AFM) for å se på strukturen til prøvene, samt fotoluminescens og absorpsjon for å se på de optiske egenskapene. Etterpå skal vi lage solceller av prøvene og teste dem (måle IV-kurver under belysning).

Vi tilbyr opp til fire studentoppgaver i prosjektet. Felles for alle oppgavene er å gjøre litteraturstudier om IBSC'er basert på kvanteprikker, og spesialiseringene i hver oppgave kan gå på ulike karakteriseringsteknikker som nevnt ovenfor, eller MBE groing.

Veiledere

Turid Worren, Institutt for fysikk, turid.worren@phys.ntnu.no, Kontor: E4-154

Bjørn Ove Fimland, Inst. for elektronikk og telekommunikasjon, bjorn.fimland@iet.ntnu.no

2) CSVT-deponering av GaAs-tynnfilm

Molekylstråleepitaksi (MBE), som skal benyttes i oppgaven over, er en kostbar framstillingsmetode som resulterer i defektfrie materialer og komponenter. En slik metode er uaktuell for framstilling av solceller i stor skala. I gruppe for energi- og miljøfysikk holder vi derfor på å bygge opp et laboratorium for en alternativ framstillingsmetode, som også kan gi materialer av relativt høy kvalitet, kalt close-spaced vapour transport (CSVT). Metoden ble utviklet på 1960-tallet, men ble utkonkurrert av MBE og MOCVD for framstilling av såkalte III-V halvledere (GaAs, InAs etc) for elektronikkomponenter. De siste årene har interessen for å bruke CSVT for framstilling av solcellematerialer vært økende, blant annet fordi materialutnyttelsen er veldig høy (90%, mot 60% for MOCVD).

Metoden kan brukes for å deponere en rekke ulike halvledermaterialer i form av tynnfilm og i dette prosjektet skal vi deponere p-type GaAs på n-type GaAs substrater for å lage en enkel solcelle. Avhengig av interesse og faglig bakgrunn kan prosjektoppgaven omhandle ulike karakteriseringsteknikker (for optiske, elektriske, strukturelle egenskaper etc) eller modellering av GaAs-solceller med vekt på taks mekanismer på grunn av defekter og forurensinger.

Veiledere

Sverre Pettersen, sverre.pettersen@phys.ntnu.no kontor E4-146

Turid Worren, turid.worren@phys.ntnu.no, kontor E4-154

3) Fotoelektrokjemiske celler: deponering av oksidsjikt

Fotoelektrokjemiske celler, hvor en halvlederelektrode (i praksis en solcelle) er senket ned i en vandig elektrolytt (f.eks KOH), kan benyttes for direkte produksjon av hydrogen fra sollys. En skjematisk figur av en fotoelektrokjemisk celle er vist til høyre. Produksjonen av hydrogen (og oksygen) skjer ved de katalyserte lagene på hver side av halvlederelektroden. Dette forutsetter at det genereres en spenning på ca 1,8-2,0 V, dvs. hvis en benytter et halvledermateriale med lavere fotogenerert spenning, må det påtrykkes en forspenning (bias) i tillegg. Et problem er imidlertid at konvensjonelle halvledermaterialer (Si, GaAs, InP etc.) ikke er stabile i vandig løsning, og må beskyttes av et ledende belegg for eksempel et dopet oksid (aktuelle oksider er ZnO, SnO₂, Fe₂O₃, ITO).

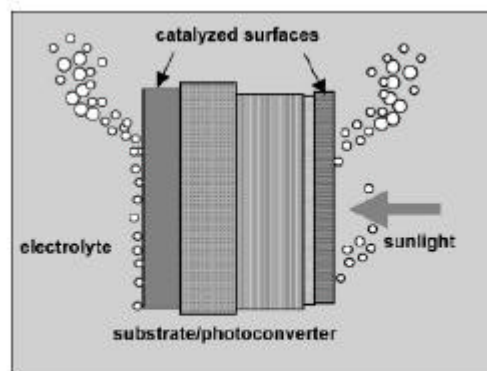


Fig. 1. Photoelectrochemical hydrogen production using an integrated planar photoelectrode.

Tynne oksidfilmer lagt på konvensjonelle halvledere kan utnyttes på flere måter i en fotoelektrokjemisk celle:

- De beskytter halvlederelektroden mot korrosjon i vandig miljø
- De aktuelle oksidene har halvlederegenskaper (n-type, med båndgap rundt 3 eV), som gjør at de i prinsippet kan utnytte UV-stråling og lage en tandemcelle i kombinasjon med den underliggende solcella.
- Tynnfilm oksider kan også anvendes som antirefleksjonsbelegg.

Oppgaven går ut på deponering av oksidfilmer hjelp av pulset laser deponering PLD (SINTEF Trondheim) eller magnetron sputtering (SINTEF Oslo). En rekke karakteriseringsteknikker er aktuelle, f.eks. røntgen diffraksjon XRD og atomærkraftmikroskopi AFM (for å se på de strukturelle egenskapene i hhv. bulk og overflate) og absorpsjon (for de optiske egenskapene), i tillegg til måling av de elektrokjemiske egenskapene (stabilitet i vann under påtrykt spenning, måling av ledningsevne og elektrokjemisk impedans). Valg av karakteriserings-teknikk og deponeringsmetode kan tilpasses faglig bakgrunn og interesse. Deler av arbeidet vil foregå i samarbeid med forskere ved SINTEF Materialer og kjemi.

Veileder: Turid Worren, turid.worren@phys.ntnu.no, rom E4-154.

Medveiledere: Espen Olsen, Ann Mari Svensson, SINTEF Materialer og kjemi

4) Temperature Dependent Lifetime Spectroscopy/Injection Level Dependent Lifetime Spectroscopy (TDLS/IDLS)

Silisium er den kommersielt viktigste råvaren til bruk i solceller i dag. Det stilles ekstreme krav til renhet av råvarene: For mange metalliske forurensninger vil solcelle-effektiviteten reduseres ved forurensningsnivå på under ppb. Dette er så lave nivåer at tradisjonelle kjemiske metoder (massespektroskopi) for å bestemme forurensningsnivået ikke er tilstrekkelige. De mest følsomme teknikkene baserer seg på elektriske målemetoder, så som Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS). Dette er en standardisert metode der det også finnes kommersielt utstyr tilgjengelig. Metoden krever at det lages en pn-overgang eller Schottky-dioder av materialet, og den kan bare detektere forurensninger som lager dype nivåer i båndgapet.

Levetidsmålinger er et kraftig verktøy for karakterisering av materialeegenskapene til silisium. Når man måler levetid, måler man akkurat den effekten av forurensningene som er interessant, nemlig deres evne til å forringe de elektriske egenskapene. Eksempelvis er det utviklet en enkel metode for å detektere konsentrasjonen av jernatomer i gitteret basert på at jern kan forefinnes i interstitiell form og som Fe-B-par, og disse to formene har markert forskjellig påvirkning på levetiden. Denne metoden er i ferd med å bli satt i rutine ved solcellelaboratoriet på NTNU. Dessverre er det ikke mulig å bruke denne metoden på andre viktige forurensninger, som Cu, Ti, Co, Ni etc.

Det er utviklet en metode for å detektere også andre forurensninger, basert på spektroskopi. Denne metoden er imidlertid langt mer omfattende enn den for jern, og er foreløpig sannsynligvis ikke implementert andre steder enn der den ble utviklet (Fraunhofer ISE, Freiburg, Tyskland). Metoden er egentlig to metoder, der man varierer henholdsvis injeksjonsnivået i prøven og temperaturen til prøven. Hver for seg har metodene begrensninger på hva de kan måle, men hvis de brukes sammen, kan de gi informasjon om både konsentrasjon, energinivå og innfangningstverrsnitt til forurensningene. Metoden forutsetter at det er én dominerende defekt, og den kan således ikke brukes til å studere kommersielt multikrystallinsk silisium, som inneholder en mengde forskjellige defekter. Imidlertid kan den brukes til kontrollerte studier av effekten av forskjellige forurensninger og defekter.

Ved NTNU er det foreløpig tilgang på ett bestemt oppsett for måling av levetid (QSSPC). Dette oppsettet er brukt i metoden IDLS. Et annet oppsett er brukt for TDLS. Det er uklart om det er noen prinsipielle grunner til at oppsettet ikke skal kunne brukes.

Prosjektoppgaven vil ha følgende mulige arbeidsoppgaver:

- Litteratursøk/litteraturstudium, Oppsett av ILDS med QSSPC-apparatur
- Evt bygging av kryostat/varmekammer for oppsett av TDLS
- Målinger på monokrystallinske prøver som er kontaminert med bestemte forurensninger

Veiledere: Turid Worren, Institutt for fysikk, turid.worren@phys.ntnu.no, Kontor: E4-154
Gaute Stokkan, Scanwafer/NTNU, gaute.stokkan@material.ntnu.no

OPPGAVER INNEN OPTIKK

Tidsavhengig fluorescenspektroskopi

Veileder: Mikael Lindgren

Mål:

Lära och applicera grundläggande tidsupplöst fluorescenspektroskopi.

Forutsetning:

Grundläggande kunskaper i biofysik och/eller spektroskopi.

Innhold:

Moderna fotodetektorer sammen med pulsad laser gör det möjligt att mäta struktur och dynamik hos molekylära system. Här skall användas fluorescensprober som introducerats i makromolekylära system (t ex proteiner, celler, polymerer, biomolekyler). Ur fluorescensemissionens polarisations och tidsförlopp skall extraheras parametrar som berättar om molekylernas interaktioner och rörelse. Arbetet blir att förstå och använda ett tidsupplöst fluorescensspektrometersystem.

Litteraturstudium, eget experimentellt arbete.

Muntlig, experimentell demonstration och rapportering av mätdata/resultat av analys.

Måling av høy frekvens dielektrisk respons for olje/papir systemer.

Den reelle og imaginære permittiviteten til et medium er frekvensavhengig. Denne frekvensavhengigheten kommer av ulike polarisasjonsmekanismer i mediet. En dielektrisk respons måling måler permittiviteten som funksjon av frekvensen. Ut fra frekvensavhengigheten en finner ved en slik måling kan en si noe om egenskapene til mediet (t.d. om det inneholder polare grupper som vann og ulike aldringsprodukter). Å finne sammenhengen mellom dielektriske målinger og de ulike fysiske prosessene er ikke alltid enkelt, i de ulike modellene som forklarer denne sammenhengen finnes det mye god fysikk. Dette er også et emne som har stor praktisk anvendbarhet siden det har vist seg at en kan bruke dielektrisk respons målinger for å diagnostisere materialer. Et eksempel på en slik anvendelse å måle vanninnhold i papir brukt som isolasjon i transformatorer.

Ved Sintef Energiforskning har vi over lang tid målt dielektrisk respons for papir isolasjon (brukes i kombinasjon med olje som isolasjon i transformatorer) som har gjennomgått ulike aldringsprosesser, inneholder varierende mengder vann og ulike typer syre. Dette har ført til økt kunnskap om diagnostisering av papirisolasjon ved hjelp av dielektrisk respons. Vi har bygd opp en apparatur for å videreføre det arbeidet vi har gjort ved lave frekvenser (< 1000 Hz) til høyere frekvenser (< 3MHz). Prosjektet vil være en blanding av praktisk arbeid i labben og litteraturstudium.

Kontaktpersoner: Øystein Hestad (SEfAS, F-416), Dag Linhjell (SEfAS, E-321)

Anvendelse av ikke-termisk plasma i forbrenningsprosesser og reduksjon av utslippsgasser. Høyspenningsteknologi, gassutladninger og plasmafysikk benyttes i mange industrielle prosesser. Elektriske felter har vært benyttet i mer enn hundre år til rensing av gasser og avløpsvann fra forbrenningsanlegg og annen industri. Elektriske korona-utladninger og felter brukes til støvutfelling, og gassutladninger og plasmareaktorer benyttes til å bryte ned, oksidere eller på annen måte fjerne miljøskadelige kjemikalier.

I et nylig oppstartet prosjekt ved SINTEF Energiforskning (SEfAS) vil man utvikle applikasjoner basert på lavtemperatur plasma, som kan bidra til energieffektive og lite plasskrevende løsninger. Noen aktuelle områder er reduksjon av utslippsgasser (NO_x , SO_x , VOC, CO, partikler mm.), oppgradering av biogasser, og kontroll av forbrenningsprosesser.

Aktuelle arbeidsoppgaver for en prosjektstudent vil et litteraturstudium og oppbygging av en småskala plasmareaktor for utslippsreduksjon. Reaktorens effektivitet kan studeres med massespektrometer (MS) og gasskromatografi.

Kontaktpersoner: Dr.Ing. Gunnar Berg (SEfAS, F-413), Prof. Svein Sigmond (Fysikk, NTNU)

2. SEKSJONENES ORIENTERINGSMØTER

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

Mandag 14.03.2005 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for biofysikk og medisinsk tekn.	rom D4-132
Mandag 14.03.2005 kl 1415-16.00	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	rom E4-107
Tirsdag 15.03.2005 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom D4-132
Onsdag 16.03.2005 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for teoretisk fysikk	rom E5-103
Torsdag 17.03.2005 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for komplekse materialer	rom E3-128

3. HVORDAN INNGÅS PROSJEKTAVTALER

Avtale om prosjekt kan ikke inngås før **21. april 2005 kl.14.15**. På dette tidspunkt holder seksjonene hver for seg møter med studenter som har sitt 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 løsningen, eller ved loddtrekning.

Prosjektavtalemøter torsdag 21.04.2005 kl.14.15

Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom D4-132
Seksjon for komplekse materialer	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 21.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 **18.mai**.

Institutt for fysikk

VALG AV FORDYPNINGSEMNE OG
IKKE-TEKNISK EMNE EVT. INGENIØREMNE
FOR STUDENTER I 5. ÅRSKURS, HØSTSEMESTER 2005

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 2005-2006. Denne ventes å foreligge ca. 1. mai.

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 18. mai 2005.

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

INSTITUTT FOR FYSIKK

Fordypningsemner

Oversikt over tema

Koordinator: Professor Kristian Fosheim

Høst 2005

Vi lister her opp fordypningstema slik de er planlagt for høstsemesteret 2005. 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 18. mai. 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 (7.5 stp)

Tema i TFY4705 Fysikk, fordypningsemne:

TFY3 Energi- og miljøfysikk (7.5stp)

TFY7 Målesensorer og transdusere (7.5stp)

TFY8 Nanopartikkel og polymerfysikk (7.5stp)

TFY9 Lys, syn, farge(7.5stp)

TFY10 Romteknologi I (7.5 stp)

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)

TFY22 Molekylær biofysikk (7.5stp)