

NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for naturvitenskap og teknologi

INSTITUTT FOR FYSIKK

Diplom-/Hovedoppgaver

2003/2004



INNHOLDSFORTEGNELSE

Møteplan for presentasjonsmøter	side 4
Innledning	side 5
Retningslinjer for gjennomføring av hovedoppgaven	side 6
Avtaleskjemaet for hovedoppgaver ved instituttet	side 8
Oppgaver fra seksjon for kondenserte mediers fysikk	side 9
Oppgaver fra gruppe for komplekse materialer	side 16
Oppgaver fra seksjon for teoretisk fysikk	side 33
Oppgaver fra seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	side 35
Oppgaver fra seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi	side 38
Oppgaver fra andre institusjoner	
* St. Olavs Hospital, Kreftavdelingen	side 46
* Statoil forskningssenter, Trondheim	side 47
* SINTEF materialteknologi, Oslo	side 49
* Det Norske Radiumshospital	side 50
Standardavtale for hovedoppgaver utført ved en bedrift	side 59
Tilleggsavtale/båndleggesavtale	side 61



MØTEPLAN FOR PRESENTASJONSMØTENE

Dato:	Tid:	Sted.	Seksjon:
Mandag 10.11.2003	kl. 1415 - 1600	E3-128	Komplekse materialer
Tirsdag 11.11.2003	kl. 0915 - 1000	D4-132	Teoretisk fysikk
Onsdag 12.11.2003	kl. 1015 - 1200	D4-132	Kondenserte mediers fysikk
Torsdag 13.11.2003	kl. 0915 - 1000	E4-107	Anvendt fysikk og fagdidaktikk
Mandag 03.11.2003	kl. 1315 - 1500	D4-132	Biofysikk og medisinsk teknologi

Informasjon om oppgavene fra de utenforstående tilbydere fås med direkte henvendelsen til kontaktpersonen.



Til studenter i 5. årskurs ved studieretninger Biofysikk og medisinsk teknologi og Teknisk fysikk.

Dette heftet inneholder forslag til diplom-/hovedoppgaver for studieåret 2003/2004.

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

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

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

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

Prosedyre for valg av hovedoppgaven

Avtaler gjøres direkte med faglærere, og søknad sendes instituttkontoret **innen 15. desember 2003**.

Praktiske opplysninger om kopiering og innbinding av hovedoppgaven

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



RETNINGSLINJER FOR GJENNOMFØRING AV HOVEDOPPGAVEN

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

fristen med 1 uke for hver. Eksamen i obligatoriske eller valgbare fag avlagt innenfor hovedoppgavens tidsramme, som definert ovenfor, forlenger fristen med totalt 1 uke. Tidsrammen for studenter som tar hovedoppgaven i utlandet er 26 uker inkl. evt. ferie. Studentassistentstilling medfører ingen utvidelse av denne ramme. For studenter som har und.ass.- eller 1/2 vit.ass.-stilling under hele arbeidet med hovedoppgaven, er tidsrammen 6 måneder. For und.ass. jobb i deler av hovedoppgaveperioden forlenges tidsrammen med 10 dager pr.mnd. i jobb (dvs. forlenges utover 20 uker). Maksimum 6 mnd. inkl. evt. ferie.

7. Den ansvarlige faglærer har ansvaret for at oppgaven er formulert og tilrettelagt slik at studenten skal kunne avslutte arbeidet og levere besvarelsen innen tidsfristen.
8. Studenten kan søke om utsettelse av innleveringsfristen. Faglærer kan innvilge 1 ukes utsettelse med innleveringen. Beskjed om ny innleveringsdato må da sendes fakultetet. Søknader om forlengelse utover 1 uke må sendes fakultetet. Utsettelsessøknader som innleveres i løpet av siste uke før fristen, vil bli behandlet bare i fall det kan dokumenteres at søknaden ikke kunne vært sendt tidligere. Til søknaden skal vedlegges uttalelse fra den faglig ansvarlige og eventuelt ekstern veileder. Bare i helt spesielle tilfelle vil utsettelser ut over 1 uke bli innvilget.
9. Det er en fast regel at besvarelsen skal leveres innen den fastsatte frist. Blir fristen ikke overholdt, (og ny frist ikke er innvilget), vil dette medføre stryk. Kandidaten kan levere et arbeid som ikke er fullført. I slike tilfelle blir karakteren fastlagt på grunnlag av det innleverte materialet. Ved stryk vil ny oppgave kunne utleveres en gang, dersom arbeidet kan gjennomføres innen maksimal studietid.
10. Besvarelsen leveres til instituttekspedisjonen, i 3 eksemplarer. Den kreves ikke maskinskrevet, men håndskrevet besvarelse må være lett leselig. Hovedoppgavebesvarelsen skal inneholde en side med opplysninger om:
Studentens navn, uttaksdato, innleveringsdato, fagområde, oppgavens tittel (norsk og engelsk), eventuell ekstern veileder. Maler for denne siden finnes på instituttets eller fakultetets web-sider.
11. Disse retningslinjer skal gjøres kjent for studenter, ansvarlige faglærere, veiledere og sponsorer.



AVTALE OM HOVEDOPPGAVEN VED INSTITUTTET

Avtalen må være inngått, undertegnet og innlevert til instituttkontoret **innen 15. desember 2003**

Student :

Veileder(e) :

Instituttansvarlig (hvis ekstern veileder) :

Tittel på hovedoppgave :

Dato :

Underskrift :

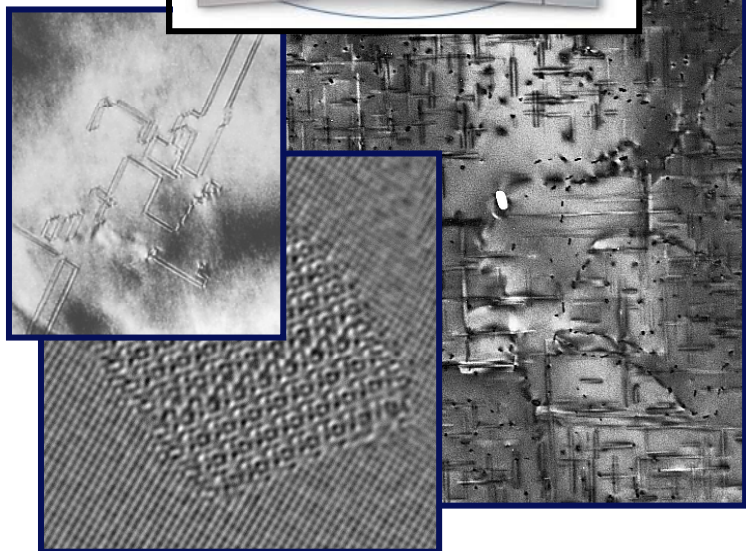
Veileder

Student

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR KONDENSERTE MEDIERS FYSIKK.

Elektronmikroskopi

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



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

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

Gruppen har en meget velutrustet lab med to analytiske elektronmikroskop. Et 'state-of-the-art' TEM ble installert i fjor, og vil bli brukt på hovedoppgaver om nødvendig. Vi har også et atomic force mikroskop (AFM), det siste til overflatestudier. Vi har god tilgang på nødvendig regnekraft for modellering og simuleringer. Vi samarbeider i stor grad med andre grupper på NTNU, SINTEF anvendt fysikk og norsk industri, samt flere grupper i utlandet.

Gruppen kan tilby varierte hovedoppgaver innen materialfysikk – fra helt teoretiske til helt

eksperimentelle til en kombinasjon. Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Hovedoppgavestudenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang i gruppa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme og snakke med oss! Vi sitter nå i 4. etasje i B-blokka i Realfagbygget!

Utvikling av nye Al-legeringer

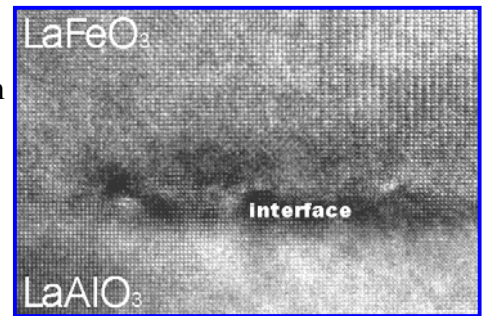
Innen lettmetall-legeringer er det store utfordringer når det gjelder å etablere relasjoner mellom mikrostruktur og mekaniske egenskaper som f. eks. styrke, hardhet og duktilitet. Det er utførelser av legeringselementer i nanometerstørrelse som bestemmer mekaniske egenskaper i Al-legeringer! Vi må forstå utførelsessekvensene for å kunne oppnå de tilsiktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. SINTEF i Oslo tilbyr også en oppgave innen dette feltet (se bakerst). Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara.

TEM-studier av solcelle-Si

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

TEM-karakterisering av perovskitt-baserte syntetiske materialer

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



Aluminium Surface Studies

Two large fundamental research programmes within NTNU/UiO/SINTEF are studying aluminium surfaces with respect to processing, surface treatment, corrosion, coating and adhesion. Research is located both in Trondheim and Oslo. PhD projects will be developed within these programmes and there is strong industrial participation. There are a number of opportunities to define interesting Diploma projects that will contribute to the overall programmes. These can be chosen to suit the background and interest of individual students, possibly including characterisation (TEM, AFM, SEM etc) and electrochemical properties, and are likely to involve interaction with other departments. This year we offer one diploma in close collaboration with Hydro Aluminium in Karmøy on Glow Discharge Optical Emission Spectroscopy (GD-OES). Contact persons: Bjørn Steinar Tanem, John Walmsley, Randi Holmestad.

TEM-studier av katalysepartikler

I samarbeid med Institutt for prosesskjemi studerer vi forskjellige typer porøse materialer med små partikler som brukes i katalyse innen et vidt spekter av industrielle prosesser. For å forstå egenskapene til katalysatoren er det meget viktig å karakterisere partiklene og substratet på

mikro/nano-nivå. Aktivitet, selektivitet og stabilitet av katalysatoren avhenger av for eksempel partikkelstørrelse (som kan være ned mot noen få nanometer) og sammensetning, og TEM vil være et ideelt instrument til å studere dette. Interessante systemer å studere kan være Pt-Sn partikler i Mg(Al)O eller Co-Re partikler i γ -Al₂O₃. Kontaktpersoner: John Walmsley, Randi Holmestad, Anders Holmen (anders.holmen@chemeng.ntnu.no)

Ferroelastiske keramer

Perovskitter (ABO₃) er en klasse av keramer som det har vært stor forskningsaktivitet rundt i de senere år. Disse keramene har egenskaper som gjør dem velegnet som materiale ved produksjon av oksygen permeable membraner, i brenselceller etc. En del av materialene viser seg å være ferroelastiske i faser med bestemte krystallstrukturer. Dvs. at vi har en hysteresesammenheng mellom spenning og tøyning i materialene. Den ferroelastiske effekten øker blant annet bruddstyrken i materialene, og i denne sammenheng er det mange av mekanismene, både på makroskopisk og mikroskopisk skala, som ennå ikke er forstått. Oppgaven vil gå ut på å studere ferroelastiske materialer i μm - og nm -området for bedre å kunne forstå mekanismene bak ferroelastisitet. Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad

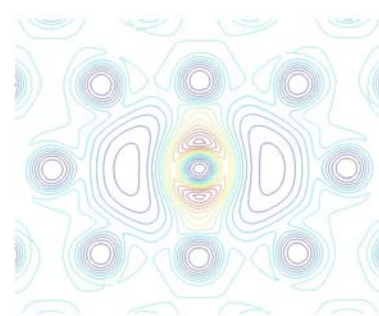
Oxidation during electrostatic bonding

Electrostatic bonding is an important and established technique to bond Silicon and Pyrex. It is used to produce microelectromechanical systems (MEMS) like pressure sensors. The aim of this work is to understand the crucial element in the bonding mechanism: the oxidation of the anode material by which a strong and permanent bond is formed. The oxidation process will be studied using analytical transmission electron microscopy (A-TEM) to visualise small compositional differences in the interfacial region. Silicon, Pyrex bonds and TEM samples made in England are available in this work. The student will get familiar with basic TEM and compositional techniques as energy dispersive spectrometry (EDS) and electron energy loss spectroscopy (EELS). Contact persons: Ton van Helvoort, Randi Holmestad.

Elektronstrukturberegninger på legeringer

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

Kontaktpersoner: Nils Sandberg, Randi Holmestad.



Elektron tetthetsplott for Si under et diffusjonsskritt i Al.

Eksperimentell superledersfysikk

Abrikosov flukskvant i tynnfilm superleder (Ulrik Thisted/ K Fossheim).

Mange lavtemperatur superledere, som Pb og Al, har så lang elektronisk koherenslengde ξ at de kan framstilles i tynnfilm med en tykkelse $d \ll \xi$. Filmene fremstilles ved Institutt for fysikalsk elektronikk. Vi har i den senere tid studert kritisk magnetfelt i slike tynnfilmer når feltet er orientert parallelt med filmen, blant annet i et nylig utført hovedfagsarbeid som nå blir publisert internasjonalt. Det har vist seg mulig å observere inntrenging av enkeltkvanter av magnetisk fluks parallelt med filmplanet (såkalte Abrikosov flukskvant, oppkalt etter årets Nobel-pris vinner i fysikk som først forutsa deres eksistens). Vi er interessert i å observere den magnetiske oppførselen i slike supertynne filmer ned mot 10 nanometers tykkelse, og i stav-liknende filmstrukturer, samt I-V karakteristikk når tverrsnittet av filmen er gjort så lite at den bare kan ta inn ett eneste flukskvant før den drives til normaltstand. Vi venter dermed at sterkt ulineære I-V karakteristikk skal kunne opptre. Slike karakteristikk er ofte basis for interessante anvendelser. Eksperimentene utføres i en spesialbygget eksperimentell plattform fra Quantum Design i USA, et såkalt PPMS system der flere typer målinger kan utføres i samme apparatur.

Kontakter:

Ulrik Thisted- Ulrik.Thisted@phys.ntnu.no

Kristian Fossheim- Kristian.Fossheim@phys.ntnu.no

Polymere halvledermaterialer

Rettlederteam: Emil J. Samuelsen (rom E3-137), Dag W. Breiby (Risø, DK)

e-post: Fornavn.Etternavn@phys.ntnu.no

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

Oppgavene blir formulert innenfor området

Polymere halvleder-materialer som *nano*-sjikt og som *nano*-fibrer

Det vil kunne formuleres flere ulike oppgaver

En skal undersøke grad av preferert orientering som oppstår i materialet når det blir deponert som tynne sjikt, eller framstår som ultra-tynne fibrer. Ultratynne sjikt ned til tjukkelse 10^{-8} m kan en oppnå ved deponering av filmer på overflata av vann. Tråder med diameter ned til $5 * 10^{-8}$ m kan lages ved å la dråper av polymeroppløsninger fordampe i høgspenningsfelt. Andre måte er å plassere polymeren i porene til porøse materialer som cellulose (dvs. spesielt papir) eller aerogel (porøst glass). Materialene kan dopes *in situ* ved tilsetning av dopemiddel, og fargeforandring og ledningsevne-forandringer kan følges *på stedet*. Eksperimentelt arbeid vil bestå av en eller flere av følgende:

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

Modellberegninger og simuleringer vil inngå i oppgavene, slik som lysgjennomgangen i system av tynne filmer.

I samarbeid med Per Nygård, Papirindustriens Forskningsinstitutt:

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

Optiskspektroskopi og scanning probe mikroskopi studier av overflater, samt DFT-beregninger på overflater

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

Vi har også en aktivitet på teoretiske beregninger av adsorpsjon på overflater der vi benytter tetthets funksjonalteori (density functional theory, DFT).

Aktuelle oppgaver er listet opp i det følgende.

Atomær kraft mikroskopi (AFM) studier av adhesjon mellom funksjonelle grupper og aluminiumsoverflater

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

Forsker Bjørn Steinar Tanem (Bjorn.S.Tanem@sintef.no)

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

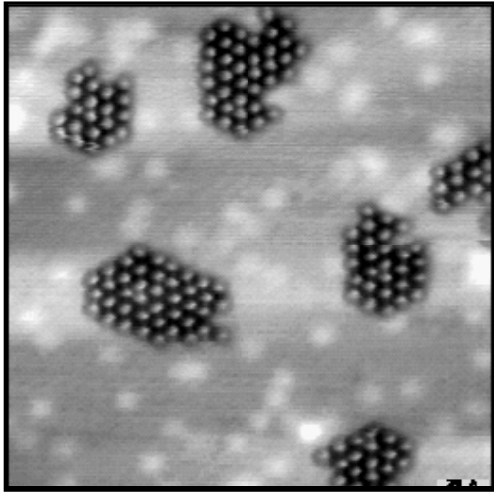
Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier adsorpsjonsprosesser på overflater

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

Stipendiat Ingeborg-Helene Svenum, Inst. for fysikk

(Ingeborg-Helene.Svenum@phys.ntnu.no)

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



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

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

både adsorpsjons- og dissosiasjonsprosessen for disse molekylene i detalj som funksjon av temperatur.

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

DFT undersøkelser av adsorpsjon av molekyl på oksidoverflate

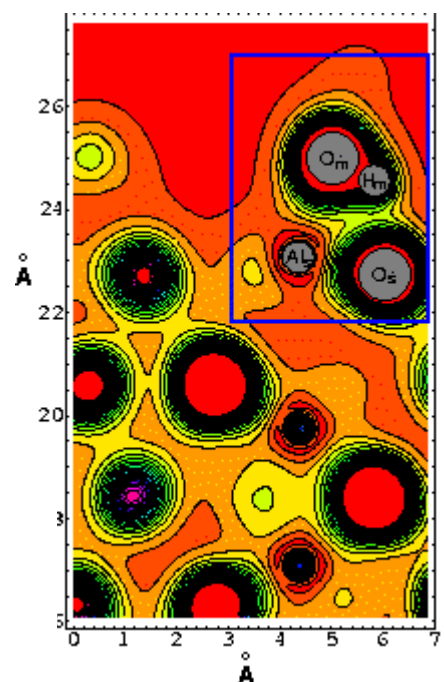
Veiledere: Prof. Anne Borg, Inst. for fysikk (anne.borg@phys.ntnu.no)

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

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

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

Figuren viser et tverrsnitt av elektrontettheten til en Al_2O_3 -overflate med adsorbert metanol.



Fiberbasert optisk reflektometer

(Ola Hunderi, Anne Borg)

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

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

HOVEDOPPGAVER FRA GRUPPE FOR KOMPLEKSE MATERIALER

Disse oppgavene finnes beskrevet også under:

<http://www.phys.ntnu.no/~fossumj/cpx/trondheim/hovedoppgaver2004>

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 (6 faste vitenskapelig ansatte, for tiden 4 post-doc og 10-12 PhD-studenter) som samarbeider om eksperimenter, numerisk modellering og teori.

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

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

Seksjonen er nært knyttet til det nasjonale senteret for

”Komplekse systemer og myke materialer”



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

som 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 Fysikkavdelingen ved Institutt for energiteknikk (IFE). Ved NTNU er Elgsæter, Fossum og Hansen medlemmer. Complex er også et nasjonalt strategisk universitetsprogram (SUP).

Av andre viktige eksterne samarbeid kan nevnes:

Elgsæter, Fossum, Hansen og Raaen er med i en CRT ("Collaborative Research Team") som heter "Nanostrukturerte komplekse og myke materialer" som har en betydelig bevilgning innenfor Norges forskningsråd sitt NANOMAT-program. Seksjonen søker å øke sin NANOMAT-aktivitet innefor en utvidet CRT.

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.

Seksjonen samarbeider også nært med vitenskapelige grupperinger i København (Niels Bohr instituttet og NORDITA), i Frankrike (f.eks. Ecole Normale Supérieure i Paris, Université de Nice,

Université de Rennes 1), i USA (University of Arizona, Brookhaven National Lab, etc) og i flere andre land.

Vi kan derfor tilby hovedoppgaver/diplomer både

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

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

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

- **Nanopartikler: Biologiske partikler (proteiner, DNA/RNA, polysakkarider, lipid/vesikler), geologiske partikler (leire, mineraler), og idealiserte syntetiske partikler.** Eksempler på biologiske nanopartikler: Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipider-vesikler. Proteinene sørger blant annet for høgspesifikk kjemisk katalyse og kommunikasjon i levende celler. DNA er bærer av "minnet" og styrer sammen med RNA det hele, inklusive hvilke proteiner som blir syntetisert. Proteiner, DNA/RNA og polysakkarider er alle biopolymerer som kan anta en rekke ulike konformasjoner. Lipider danner membraner som fysisk omslutter alle celler og mikroorganismer. Vi ønsker å forstå de involverte molekylære mekanismene, og hvorledes de vekselvirker. I de fleste tilfellene fokuseres det på hvordan solid fysikkforståelse kan bidra til en dypere forståelse av biologiske problemstillinger (biologisk fysikk). Dette inkluderer proteinfolding, protein-protein vekselvirkninger, protein-DNA vekselvirkninger og organisering på høyere nivå som f.eks. genetiske "switcher" og molekylære nettverk.
- **Nanostrukturerte og myke materialer, og kollektiv oppførsel:** Myke materialer er som oftest resultat av vekselvirkninger mellom nanopartikler. De fleste materialer av biologisk opphav hører inn under kategorien myke materialer. Det samme gjelder også de fleste materialer bestående av syntetiske polymerer som ikke befinner seg i glassfase eller mikrokrystallinsk fase. Et annet viktig eksempel på et mykt kondensert medium er leire. Leire er mykt, dvs. makroskopisk ikke-krystallinsk, og viser en fascinerende og fantastisk rik oppførsel under forskjellige betingelser. Gitt at verden er full av leire, er det overraskende hvor lite som faktisk er kjent om dens fysiske egenskaper. Hvordan oppfører myke materialer seg når ytre krefter påtrykkes, f.eks. ytre elektrisk felt, magnetfelt, eller påtrykte spenninger eller deformasjoner (rheologi)? Vi har også en pågående aktivitet innen granulære mediers fysikk hvor vi studerer disse både i tørr og våt form. Fundamental forskning på dette er av nyere dato og stadig oppdages det overraskende effekter og sammenhenger. Vi arbeider også med det "inverse" problemet, nemlig porøse mediers fysikk, hvor vi studerer hvordan væsker og gasser beveger seg gjennom disse.

- **Sprekkevekst og sprekke morfologi:** Et godt eksempel på et fysisk kollektivt fenomen er sprekkevekst: Når et materiale svikter under mekanisk stress (spenning), utvikles sprekker på grunn av spenningsfeltet. Spenningsfeltet utvikles (forsterkes) i sin tur av oppsprekkingen; man får en runddans. Det vil si, "prosessen drar seg selv opp etter håret". Dette gir seg til syne gjennom hvordan sprekker ser ut (deres morfologi): Det viser seg at sprekkeoverflater 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.
- **Nanostrukturerte og komplekse prosesser på overflater:** Materialers vekselvirkning med omverdenen foregår via overflaten. Det er derfor viktig å kartlegge og forstå egenskapene til ulike overflater. Hvordan vekselvirker atomer og molekyler med rene overflater, og hvordan resulterer vekselvirkninger mellom atomer på rene overflater i selv organiserte komplekse strukturer? Hvordan kan en overflates elektroniske og strukturelle egenskaper endres ved dannelse av nanostrukturerte overflatelegeringer? Hvordan kan en overflate skreddersys for at en gitt kjemisk reaksjon på overflaten skal være mest mulig effektiv (heterogen katalyse)? Likeledes kan en katalysator brukes til å redusere uønskede miljøskadelige reaksjonsprodukter.

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

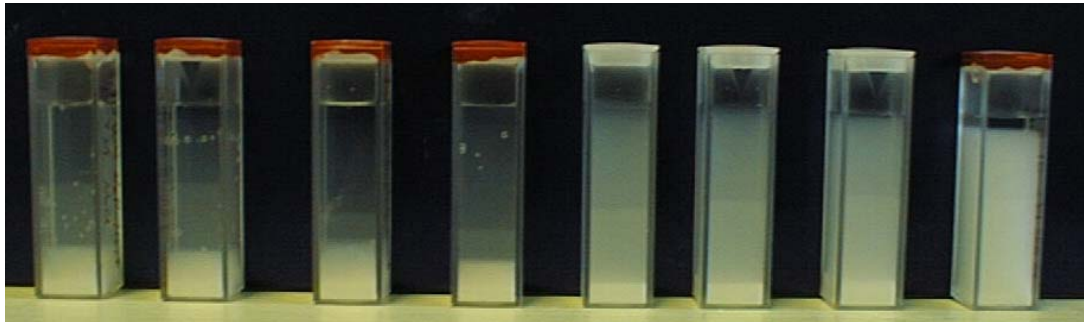
- Teoretiske beregninger stort sett basert på statistisk fysikk
- Numerisk modellering (numerisk fysikk)
- Eksperimentelle teknikker som f.eks.:
 - Rheologiske teknikker for studier av myke materialers makroskopiske oppførsel.
 - Videomikroskopi og annen makroskopisk visualisering og analyse.
 - Mikrokalorimetrisk metode for studier av nanopartikkelvekselvirkning (binding) og strukturelle endringer inne i nanopartikler (f.eks. biopolymerers konformasjon) eller organiseringen av slike partikler relativt hverandre (f.eks. ulike typer væskekrystaller).
 - Statisk og dynamisk lysspredning, og elektro-optiske metoder for kartlegging og analyse av struktur og dynamikk på nano- og mikrometerskala.
 - Røntgendiffraksjon og lavvinkel røntgenspredning (Nytt toppmoderne utstyr under anskaffelse).
 - Synkrotron røntgenspredning ved ESRF i Frankrike og ved andre synkrotronkilder for kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
 - Nøytronspredningsteknikker ved IFE, Kjeller, for komplementær kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
 - Nanopartikkelkontroll og analyseteknikker, f.eks. fraksjonering og kraftmikroskopi (AFM).
 - Elektronendiffraksjon (LEED), og XPS og UPS (røntgen- og UV-fotoemisjon) for overflatestudier.
 - Termisk desorpsjon (TPD) av gasser fra faste overflater.
 - Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflatereaksjoner.

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

I. Fysikkoppgaver.

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

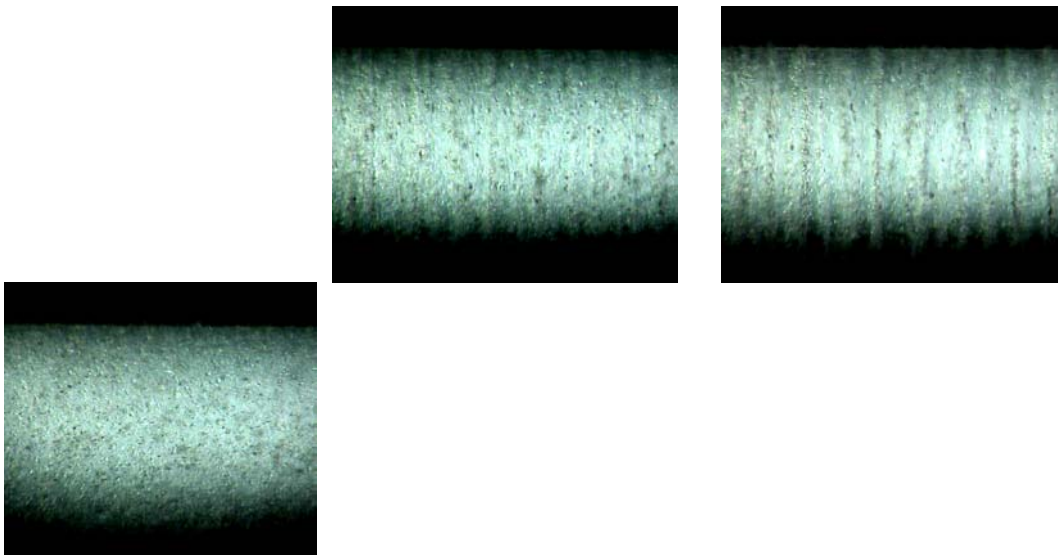
Dette prosjekter som er et PhD-prosjekt for stipendiat Davi de Miranda Fonseca, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i vann i strukturer tilsvarende dem som danner grunnlaget for moderne LCD flatskjermer.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



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

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

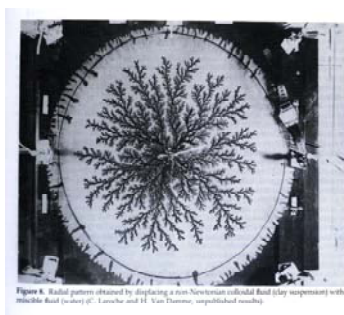
Dette prosjektet som er et PhD-prosjekt for stipendiat Kanak Parmar, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i olje i strukturer når elektriske felt påtrykkes. Dette er et eksempel på et såkalt smart materiale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



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

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

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

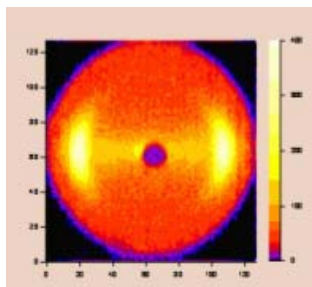


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere er professorene Knut Jørgen Måløy (k.j.maloy@fys.ntnu.no) og Eirik Grude Flekkøy (e.g.flekkoy@fys.uio.no) (ved UiO Fysisk Institutt), Post-doc Reanud Toussaint (renaud.toussaint@phys.ntnu.no) (Realfagbygget NTNU) samt professor Alex Hansen (alex.hansen@phys.ntnu.no) tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

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

Dette prosjektet er i samarbeid med COMPLEX-gruppen ved fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller og er en fortsettelse av to diplomprosjekter som har gått over de to siste årene (2001 og 2002). Prosjektet omhandler studier av nanoporøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon av vann i slike systemer. Forståelse av slik

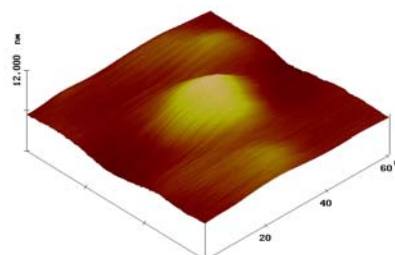
problematikk har anvendelser innen materialteknologi og er også av interesse for oljeindustri. Post-doc Yves Meheust er knyttet til dette prosjektet lokalt ved NTNU. Det følgende bildet viser et eksempel et 2-dimensjonalt SANS diffraksjonsopptak fra nylige studier ved IFE. Slike diffraksjonsmønstre gir informasjon om vanninnhold i nano-porer i materialer, i dette tilfellet syntetisk leire.



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

5. Kraftmikroskopi (AFM)

Seksjonen for komplekse materialer er i ferd med å anskaffe et kraftmikroskop (AFM: Bildet til venstre nedenfor). Vi har flere prosjekter som ”venter” på dette instrumentet, men ”ankomsttid” for denne AFM’n er uklar når dette skrives i oktober 2003, slik at ingen av disse prosjektene konkretiseres her. Bildet til høyre nedenfor viser en nanopartikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet av oss tidligere vha en innleid AFM:



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

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

6. Røntgendiffraksjonsstudier av materialer

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

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

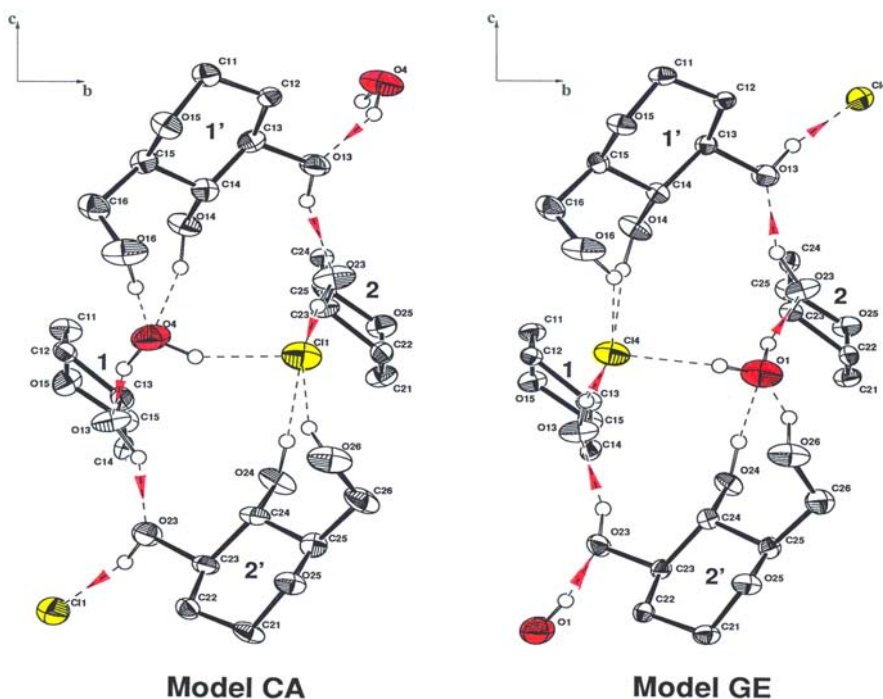
nødvendige verktøy for dynamiske studier til høg oppløsning både i tid og rom, ved diffraksjon, fluorescens eller avbildning. Ved å bruke energirik røntgenstråling med stor gjennomtrengingsevne kan en følge prosesser både på overflater og i bulk av en massiv prøve (3-D røntgen-mikroskopi). Vi ønsker å undersøke hva som skjer i et metall eller en legering under ekstrudering. Ved ekstrudering presses oppvarmet materiale (eks. Al-legering) med stor kraft gjennom en dyse som kan ha et sylindrisk (stang) eller et rektangulært (belte) tverrsnitt. Prosessene som foregår i det avkjølnende materialet under og etter ekstrudering har avgjørende betydning for flere viktige materialegenskaper. Slike prosesser er ikke blitt studert tidligere *in situ*.

Første trinn i arbeidet er å konstruere en ekstruder modellert etter eksisterende teknisk utstyr. Planleggingen av arbeidet og vurdering av komponentene er i gang. Bygging av utstyret kan starte våren 2004. En prosjektoppgave vil kunne bestå i: beregninger for dimensjonering av prøvekommer, deltakelse i bygging og skriving av programmer for styring av ekstruder.

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

Strukturstudier av ferroelastisk organisk forbindelse

Vi undersøker ferroske forbindelser ved en-krystall røntgendiffraksjon for å karakterisere forandringer i molekylstruktur som inntreffer ved en faseovergang. For disse arbeidene har vi utviklet en gasstrøm termostat prøvecelle med kontroll av relativ fuktighet og utstyr for å legge et elektrisk DC-felt over krystallprøven. En 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-/diplomoppgave er et organisk hydrat som vi antar er ferroelastisk. Ved faseovergangen skjer en reversering av polariteten som trolig er knyttet til et ombytte i posisjon av relativt store atomgrupper. Det skjer uten forandring av krystallsymmetri. Dette er en sjelden og interessant strukturell faseovergang. Figuren viser ombytte av Cl og vann, med reversering av polaritet langs den polare c-aksen som følge:

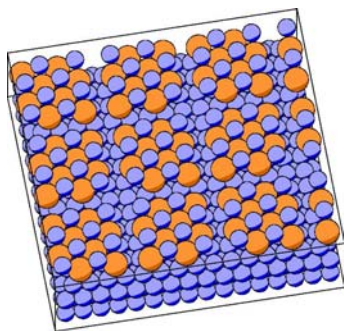


En prosjektoppgave vil bestå i å sette seg inn i noe krystallografi og røntgen-diffraksjon, som er hovedmetoden for å studere struktur på atomnivå, videre f.eks. delta i innledende diffraksjonsarbeider på krystaller som vi har, arbeide med datasett og raffinere strukturene fra disse settene for å beskrive i detalj hva som skjer ved faseovergangen. Programmer for analyser av data, raffinering av struktur og diverse grafikk finnes.

7. Elektroniske egenskaper av nanostrukturerte metalloverflater

Prosjektet gjelder blant annet studier av gassadsorpsjon på overflatelegeringer med struktur på nanometerskala. Et interessant system er f.eks. La/Rh(100). Først blir ca. 1 monolag med La deponert på overflaten til en Rh(100) en-krystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike gasser f.eks. O₂, CO eller CO₂ studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsenergi undersøkes

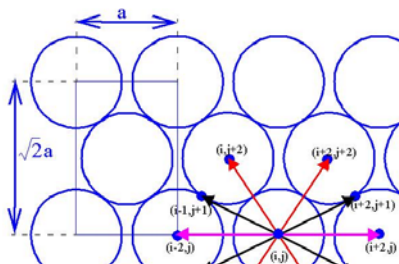
ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er bl.a. å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for reelle katalysatorsystemer, og som er teknologisk viktig i energi- og miljøsammenheng.



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

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

Tolkning av termisk desorpsjonsdata for adsorberte molekyler på en overflate er komplisert av flere grunner. Et adsorbent molekyl kan sitte på ulike steder på en flate (f.eks. rett over et substrat-atom eller mellom to atomer) som har ulik adsorpsjonsenergi. Likeledes vil vekselvirkning mellom adsorberte molekyler ha stor betydning. Slike prosesser kan simuleres på et overflategitter hvor det kan tas hensyn til nabovekkelvirkninger og forskjellig desorpsjonsenergi for ulike gitterposisjoner. Et mål for prosjektet er å reprodusere eksperimentelt observerte overflatestrukturer for CO adsorbent på Pt(111) overflaten, samt reprodusere termisk desorpsjonsspektra for dette systemet. En statistisk tilnærming ved bruk av Monte Carlo simuleringer er vel egnet for slike studier.



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

9. Fotelektronmikroskopi av overflateraksjoner

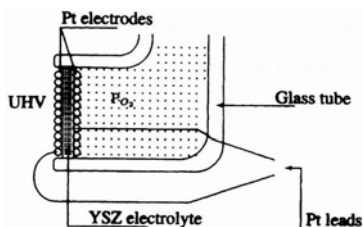
Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av katalysatorer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala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



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

10. Overflate-egenskaper av oksygenledende faststoffelektrolytter

Studier av faststoff-elektrolytt-celler ved bruk av overflate-analysemetoder har relevans for katalytiske prosesser så vel som for brenselcelle-teknologi, og har derfor relevans for miljøvennlig energiutnyttelse. Dette prosjektet legger vekt på studier av innflytelsen av elektroniske egenskaper på katalytisk aktivitet og selektivitet, ved å undersøke elektroden på cellen under ulike operasjonsbetingelser. Figuren til høyre viser en skisse av cellen hvor den aktive elektroden er på ultra-høy-vakuüm (UHV) siden. Oksygen (eller luft) tilføres på baksiden av cellen, og oksygenstrømmen og overflate-egenskapene til den aktive elektroden kan varieres ved å påtrykke en elektrisk spenning over cellen.



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

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

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

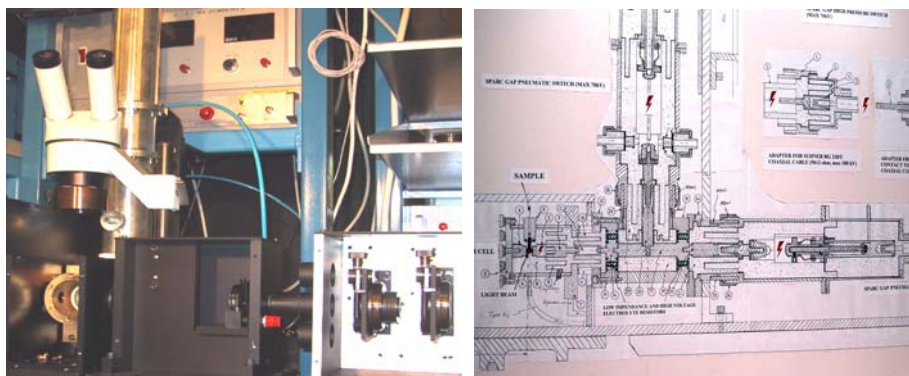
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot A) Det kjedeformede strukturelle proteinet spektrin og dets komponenter, B) laponitt og C) visse spesialiserte lipidvesikelsystemer.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



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

12. Elektro-optiske egenskaper til nanopartikkelsystemer

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



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

13. Mikrokolorimetri av nanopartikkelsystemer

Den atomære 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 slike instrumenter er under anskaffelse og første prosjekt blir studier av egenskapene til de ulike formene av spektrin og vekselvirkningene mellom disse.



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

14. Fryse-ets elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

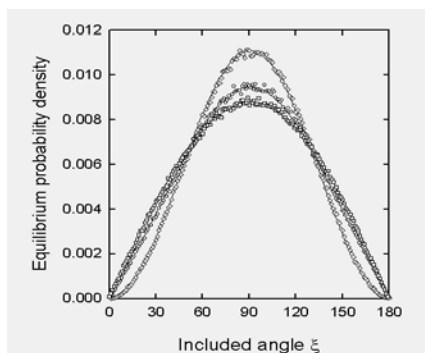
Karotenfosfolipider (antioxidant mot mutagen kreft) og astaxanthin-derivat (mulig hjertemedisin) danner vesikulære nanopartikler. Kartlegging av i hvilken grad disse vesiklene består av multilag eller singellag vesikler er viktig for forståelsen av de funksjonelle mekanismene til disse stoffene. Fryse-ets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



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere: Post-doc Roar Meland (Epost: roar@meland.as) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU) og Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU

15. Numerisk modellering av nanopartikkelsystemers dynamikk

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



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

16. Den generaliserte mobilitetstensoren til ikke-sfæriske nanopartikler

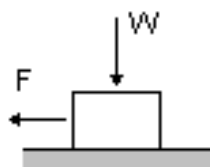
En av de aller viktigste parameterne innen Brownsk dynamikk er den generaliserte mobilitetstensoren til nanopartikler hvor både partikkelens translasjon og rotasjon er inkludert. Etablering av effektive algoritmer for detaljert beregning av denne tensoren for ikke-sfæriske nanopartikler er derfor viktig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

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Arnljot Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU), Post-doc Roar

Meland (Epost: roar@meland.as) og stipendiat Stine Nalum Næss (Epost: Stine.Nass@phys.ntnu.no, tel. 73593435, rom D3-198 Realfagbygget, NTNU).

17. Nanofriksjon

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



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

18. Sprekkruhet

I løpet av 2002 har vi konstruert en teori for skaleringsegenskapene man observerer eksperimentelt i sprekkoverflater. Kort sagt går disse ut på at den typiske lengdeskalaen normalt på sprekkoverflaten går som lengdeskalaen man ser på langs sprekkoverflaten opphøyet i 0,8. Denne teorien har åpnet for en mengde nye ideer som må undersøkes. Dette prosjektet vil gå ut på teste ut disse ideene numerisk og teoretisk.



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

19. Aksjemarkedets dynamikk

I samarbeid med Johan Hauknes (SINTEF Teknologiledelse), Ingve Simonsen (Electromagnetic Geoservices) og Stipendiat Henning Frydenlund Hansen vil vi studere modeller for økonomiske systemer basert på statistisk mekanikk.



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

20. Monte-Carlo algoritme for XY-modellen

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

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

21. Selv-regulerende Monte-Carlo for spinn-systemer

I samarbeid med Professor G. George Batrouni (INLN, Univ. Nice), årets Onsagerprofessor ved NTNU, vil vi utvikle en algoritme basert på Kasteleyn-Fortuin-transformasjonen som automatisk innstiller seg på kritiske punkt for Potts spinnmodeller.

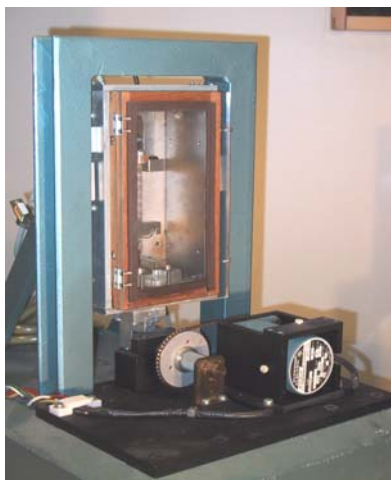
Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Alex Hansen, (Epost: Alex.Hansen@phys.ntnu.no, tel. 73593649, rom E3-137, Realfagbygget NTNU).

II. Instrumenteringsoppgaver

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

22. Pendel-viskoelastometer

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

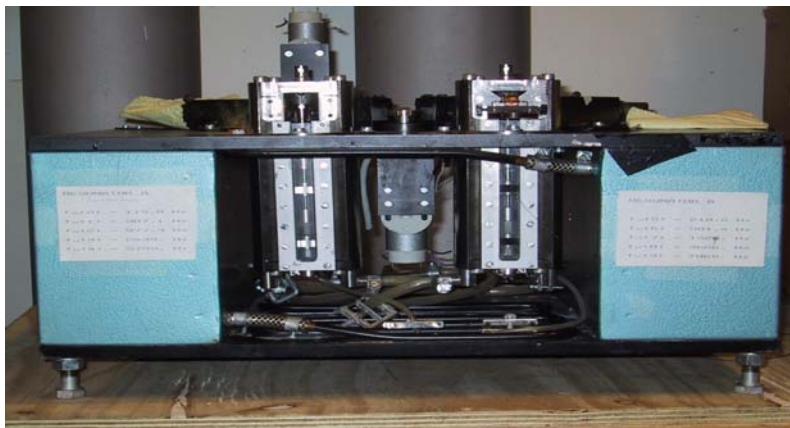


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: professor Arne Mikkelsen (Epost: Arne.Mikkelsen@phys.ntnu.no, tel. 73593433, rom E3-135 Realfagbygget, NTNU). Medveiledere: Professor Arnljot

Elgsæter. (Epost: Arnljot.Elgsaeter@phys.ntnu.no, tel. 73593431, rom E3-129 Realfagbygget, NTNU), og professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

23. Høgfrequens (100 – 10 000 Hz) viskoelastometer

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



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

24. Ultrahøgfrequens (10 -200 kHz) viskoelastometer

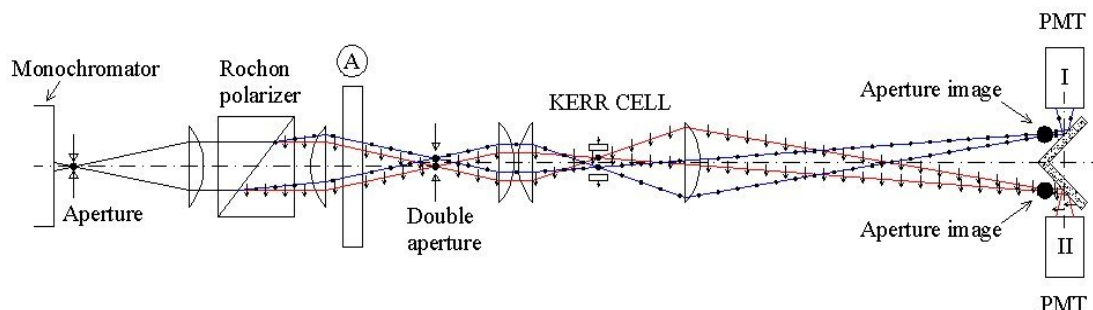
Dette er et unikt ikke-kommersielt rheometer for måling av viskoelastisitet til nanopartikkelsystemer for resonansfrekvenser (høy-Q) i frekvensområdet 10-200 kHz. Det eksisterende datautstyret for instrumentkontroll og datainnsamling er etter hvert blitt foreldet. Oppgaven omfatter oppbygging av et topp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



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

25. Videreutvikling og utprøving av elektro-optisk instrumentering for studier av nanopartikelstruktur og -dynamikk

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



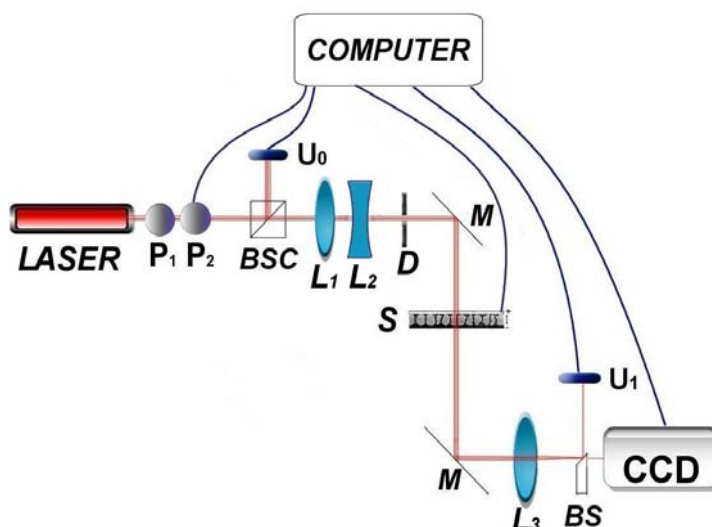
Fotoelastisk modulator. PMT= Photo Multiplier Tube. Bølgelengdeområde: 190-700nm.

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

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

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

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

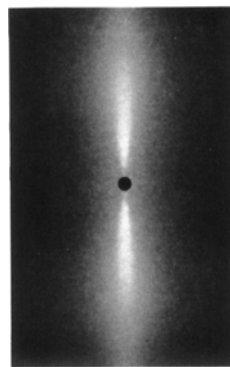
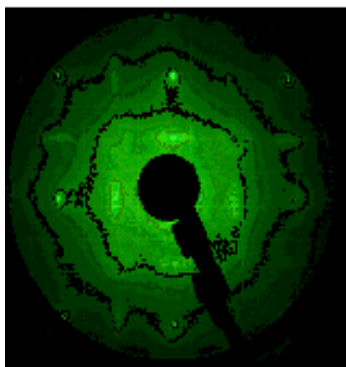


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

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

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

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



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

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

Dette prosjektet omhandler videreutvikling av og en kombinasjon av deler av prosjektene 23 og 24 umiddelbart ovenfor. Prosjektet er motivert ut fra interessen for studier av dynamikk av systemer av nanopartikler i løsning: Tradisjonelle dynamisk lysspredningsteknikker (DLS-teknikker) takler ikke langsom dynamikk slik som man finner i systemer av nanopartikler ved store partikkelkonsentrasjoner (f.eks. geler). I slike tilfeller må spesielle CCD digitale videokameraer, slik som beskrevet under SALS-prosjektet ovenfor, benyttes som detektor, og man kan utføre tids- og prøvemidling ved å matche avbildet dynamisk specklestørrelse til CCD-kameraets pixelstørrelse. Dette prosjektet vil i hovedsak omfatte programmering for datainnsamling fra CCD-pixler for automatisk midling og kalibrering mot kjente nanopartikkel systemer. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk kan være en fordel.

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

III. Kjemi/bio oppgaver:

29. Fraksjonering av nanopartikler

Fysisk karakterisering av nanopartikkelsystemer er generelt desto enklere dess mere homogen partikkelegenskapene er, dvs. dess smalere størrelsesfordelingen er. De fleste naturlig forekommende typer leire består av laponittpartikler med størrelser som spenner over et relativt vidt område, dvs. størrelsesfordelingen er polydispers. Det er derfor viktig å utarbeide fraksjoneringsmetoder som gjør det mulig å framstille størrelsesfraksjoner hvor nanopartiklene med god tilnærming har samme størrelse. Denne oppgaven består i å prøve ut forskjellige gelfiltreringer (size exclusion) med tanke på få framstilt prøver (fraksjoner) inneholdende laponitt nanopartikler som er mest mulig like. Vi benytter også metoden til karakterisering og fraksjonering av proteiner. Nytt utstyr for prosjektet (se bildet) innkjøpes høsten 2003.



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

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

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

Selvkonsistente tilstandslikninger.

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

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

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

Astrofysikk.

Veileder: Prof. Jan Myrheim (Jan.Myrheim@phys.ntnu.no)

Følgende oppgaver kan tilbys:

1. Å se på kollaps av en nøytronstjerne.
2. Å studere forholdene nær en nøytronstjerne, med sterk gravitasjonsfelt og elektromagnetiske felt.

Statistisk fysikk, kvantemekanikk eller kvantefeltteori

Veileder: Prof. Kåre Olaussen (Kare.Olaussen@phys.ntnu.no)

1. Elektromagnetiske egenskaper til nøytrinoer.

Vår viten om jorda, sola (og universet forøvrig) kunne utvides dramatisk hvis det hadde vært like lett å detektere nøytrinoer som fotoner. Dette er ikke tilfellet i dag (jfr. Nobelprisen i fysikk for 2002, <http://www.nobel.se/>).

I denne oppgaven skal vi fantasere over muligheten for mer effektiv og kontrollerbar deteksjon, ved å utnytte koherent vekselvirkning mellom nøytrinoer og det elektromagnetiske felt. Denne vekselvirkningen er i utgangspunktet uhyre svak, men kan i prinsippet forsterkes gjennom koherens.

Oppgaven vil gå ut på å studere nøytrinoets dynamikk i et veldig sterkt elektromagnetisk felt. Det vil være en videreføring av det arbeidet som dr.student Kjetil Børkje gjorde i sin hovedoppgave i 2003.

2. 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 $\frac{1}{r}$, og Boltzmann-faktoren som $\frac{1}{\beta}$. 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. I løpet av år 2000 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 standard tilnæringsmetoder som også kan anvendes på tredimensjonale systemer. Oppgaven vil involvere både analytisk og numerisk arbeid. Det er også av interesse, og fysisk relevans, å studere systemer med logaritmisk vekselvirkning i tre dimensjoner.

3. Spontan produksjon av materie i et ekspanderende univers

På fundamentalt nivå beskrives verden best ved en kvantefeltteori (standardmodellen for partikkelfysikk) som avhenger av et lite antall numeriske parametre. Hvis man tar hensyn til at universet ekspanderer vil disse parametrene være tidsavhengige. Dette fører til at begrepet "ingenting" (det tomme rom, vakuum) også ender seg med tiden. Likså hva som "egentlig" er en partikkel. Fysisk betyr dette at det vil kunne foregå en spontan produksjon av materie i et ekspanderende univers. Oppgaven går ut på å studere dette i en enkel kvantefelt modell. Den forutsetter bakgrunn tilsvarende temaet Relativistisk kvantemekanikk fra høstens fordypningsemne.

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK

Ekspimentel optikk

1. Characterization of liquid crystal optical phase modulator

(Veiledere: *Kay Gastinger, M. Lindgren, --*)

In recent years there has been a substantial progress in the development of relatively cheap and compact spatial light modulators (SLMs). Phase modulating SLMs and related components can be used to electronically alter the phase distribution of an optical wave-front and thus change the direction or shape of the beam. Physical constraints set limitations to the SLM and an ideal phase distributions can usually not be realized. In order to understand how such components can be used for non-mechanical beam control the SLMs have to be thoroughly characterized and modeled. In the project optical interferometric techniques will be developed and used to characterize the polarization dependent phase response of a commercial SLM. Its capability to perform digital holography and laser beam steering will be examined and tested.

The subject is suitable for students interested in programming and controlling measurements systems with computer. Some knowledge in Fourier optics and holography will be useful.

2. Construction of an optical wavefront sensor

(Veiledere: *Trude Støren, M. Lindgren, --*)

The traditional adaptive optical system used in image enhancing systems can detect phase imperfections in the optical path (wavefront sensing) and correct for it with a piezo-controlled membrane mirror. Recently, relatively cheap and compact spatial light modulators (SLMs) have been introduced on the market (see forslag: "Characterization of liquid crystal optical phase modulator"). One may therefore foresee more use of adaptive optics and related wavefront sensing techniques in future optical sensor systems. The wavefront sensor is crucial in adaptive optical systems. Wavefront sensing can be made using interferometry or using microlens arrays. In the project a Shack-Hartmann wavefront sensor shall be developed and compared with wavefront sensing using interferometric techniques.

The subject is suitable for students interested in programming and controlling measurements systems with computer. Some knowledge in optics will be useful.

3. One-shot spectroscopy

(Veiledere: *M. Lindgren, --*)

Photon detector arrays and fiber technology makes it easy to design and use compact spectrometers for a variety of applications. The detector arrays of these cheap, light weight measurement systems are usually based on CCD (charged coupled device) and CMOS technology. Such mini-spectrometers work very well in cases when there is plenty of light available. Novel PMTs (photo-multiplication-tube) arrays amplifies also very weak signals and hereby is it possible to detect also very few photon events. In the project an array detector will be tested and interfaced to a computerized measurement system. A whole spectrum should be recorded after a trigger of a laser giving a single-pulse excitation. The system will be used to measure a fluorescence spectrum and/or a transient excited state absorption.

The project is suitable for a physics student with interests in electronics and computer programming. Only very basic skills of optics knowledge is needed.

4. Time-resolved fluorescence spectroscopy

(depends on delivery of spectrometer – will be known in December)

(Veiledere: *M. Lindgren*, --)

Modern photonic technology provides means to detect single photon events. High repetition rate lasers in conjunction with single photon counting techniques and polarization control can be used to directly measure a variety of dynamic molecular properties from fluorescence emission of molecular systems. For example, rotational diffusion processes can be measured directly from the polarization anisotropy; fluorescent resonance energy transfer can be used to measure the distance between donor-acceptor fluorophore pairs from changes of the life-time of the donor. In the proposed project a new spectrometer based on single photon counting will be used. Detection and analysis of the polarization sensitive emission decay will aid to determine the ‘physical state’ of fluorescent molecules in proteins and/or similar biopolymers. The goal is to understand the molecular dynamics giving rise to depolarization anisotropy.

The project is suitable for a physics student with interests in life-sciences and biophysics, or a chemist/biochemist student with interest in spectroscopy and analysis techniques. Expect some “wet-chemistry” sample preparation.

5. Videreutvikling og testing av fullfelt lavkoherent mikroskop

(Veiledere: Trude Støren, Kay Gastinger, Mikael Lindgren)

Høsten 2003 ble det gjennom en diplomoppgave bygget et fullfelt lavkoherent mikroskop ved optikkgruppen. I et slikt mikroskop brukes en bredbåndet lyskilde sammen med interferometrisk deteksjon til å avbilde strukturer inne i spredende materiale med høy dybdeoppløsning. Oppgaven vil bestå i videreutvikling og/eller karakterisering av instrumentet og vil gi meget god innsikt i (lavkoherent) interferometri, bruk av CCD kamera og instrumentstyring/datainnsamling ved hjelp av *LabView*. Arbeidsoppgavene spesifiseres nærmere i samarbeid med en eventuell kandidat.

Lysspredning på fluid og på fluid/fluid grenseflater

Veiledere: Knut Arne Strand (epost: Knut.Strand@phys.ntnu.no)

Bård Bjørkvik (epost: Bard.Bjorkvik@iku.sintef.no)

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

Måling av ultraviolet stråling (1-2 studenter)

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

Oppgaven er eksperimentell innenfor området miljøfysikk med vekt på klimatologi og ultrafiolett stråling. Kan utføres av en student eller to studenter sammen.

Problemområdet for oppgaven ligger innenfor området hvordan ultrafiolett stråling vekselvirker med atmosfæren. Atmosfæriske komponenter av spesiell interesse er aerosoler og skyer. Oppgaven består i å måle strålingsfordeling fra himmelen (radians målinger) spektral i det ultrafiolette området ved ulike solhøyder og sammenligne dette med modellerte verdier, i samarbeid med Institutt for luftforskning (NILU). Det er og ønskelig å måle radians fra ulike skyer for å se på variabiliteten i strålingstransmisjon i skyer. Dette kan passe for en student. Den andre problemstillingen går på å måle direkte stråling fra solen og finne mengde aerosoler (også gasser som ozon) som er tilstede. Dette kan gjøres av den andre studenten.

I begge oppgavene vil arbeidet innebærer kalibrering og utprøving av instrumentet i første omgang. Deretter foreta sol målinger når solen står tilstrekkelig høyt på himmelen. Det praktiske arbeidet med utstyr e.t.c. kan med fordel gjøres sammen.

Vindenergi

Veileder: Jørgen Løvseth, email: Jorgen.Lovseth@phys.ntnu.no

Norge har store områder egnet for utbygging av vindkraft. Vindkraft er nå på gunstige steder i samme prisområde som ny vannkraft eller gasskraft, og potensialet er betydelig, av samme størrelsesorden som vannkraftpotensialet. Vind- og vannkraft har årstidsvariasjoner i motfase, og samkjøring er spesielt gunstig. Ved større utbygging er lagring ved pumpekraftverk aktuelt.

Ved Titran på Frøya har gruppen en avansert, datastyrt målestasjon for studium av vindfeltet. Den har 3 master på 100, 100 og 45 m. høyde. På en øy vest for Titran finnes ytterligere en mast på 45m. Kontinuerlige tidsserier av vindens hastighet og retning registreres i mange målepunkter. Temperaturprofil og stråling blir også registrert. Målefrekvenser er 0.85, 4 og 20 Hz. En har også utstyr for å etablere flyttbare målestasjoner. Formålet er å samle data av relevans for utbygging av vindkraft, og generelt for beregninger av vindlast på konstruksjoner. Spesielt studeres turbulens i vinden, deri inkludert korrelasjoner i vindfeltet som funksjon av retning og avstand. Videre er det viktig å konstruere og prøve ut statistiske modeller som kan forutsi ekstreme utslag i vindbildet.

NTNU skal starte et tverrfaglig program i vindenergi. Formålet er utvikling av bedre vindkraftteknologi, og tilpasning av teknologien til norske forhold. I samarbeid med andre NTNU-institutter, SINTEF, Institutt for energiteknikk og industrirepresentanter en prøvestasjon for vindkraftverk under opprettelse på Valsneset i Bjugn.

Oppgaver:

1. Eksperimentell og/eller teoretisk undersøkelse av generell tids- og romstruktur i det maritime vindfelt.
2. Studium av ekstreme vindbyger basert på direkte observasjoner og beregninger fra spektralfunksjoner.

Andre oppgaver kan også formuleres

HOVEDOPPGAVER FRA SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Biopolymerer

1. Kompaktering av karboksylert scleroglukan

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

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

Aktuelle problemstillinger:

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

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

2. Kompleksring av DNA med kitosan studert på enkelt-molekylnivå.

Kompaktering av DNA ved hjelp av kitosan, et polykation avledet av polysakkaridet kitin, er av interesse for design av effektive genleveringssystemer. Karakterisering av DNA-kitosan komplekser ved hjelp av AFM har vist at kitosan effektivt kompakterer DNA til typiske strukturer som ringer, staver og kuler. Fordelingen av de ulike strukturene og dimensjonene til disse avhenger av både kjedelengde og ladningstetthet til kitosanene. I denne oppgaven er målet å studere vekselvirkningen mellom DNA og kitosan på enkelt-molekylnivå og se hvordan parametre som pH og ionestyrke i løsningen påvirker styrken på vekselvirkningen. Krefte som er involvert er i pN-området og kan måles ved å benytte AFM. DNA festes kovalent til AFM-spissen og senkes ned mot en overflate med kovalent bundet kitosan. Kraft-profilen som registreres når spissen heves igjen gir informasjon om vekselvirkningen.

Veiledere: Signe Danielsen, Bjørn T. Stokke

3. 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.

Tilleggsinformasjonen er følgende:

Noen karakteristika ved selve målesituasjonen:

- små sensorelementer (eks. 100x100x100 (micron)³)
- svellingeffekter måles interferometrisk som dimensjonsendring (~promille)
- konkurrerende effekter ved flere parametre til stede samtidig (eks. i kjemisk miljø)
- tidsrespons og transienter (flere tidskonstanter finnes)
- hystereseeffekter
- løsningsmiddeleffekter (pH, ionestyrke, etc.)

Kombinasjon av litteraturstudium og eksperimentelle målinger.

I samarbeid med OPTOMED

Veiledere: N.N.; Bjørn T. Stokke

4. Tools for molecular modeling of biopolymers

The aim of the project is to develop a set of tools for molecular modeling of biopolymers, with the special attention on polysaccharides. Large variety of free and open-source molecular modeling tools are currently being developed and are available to the academic community. The main focus of these project is however concentrated around the proteins/DNA systems and as a consequence they cannot be in a straightforward way applied for example to polysaccharides. Development of the modeling tools will allow simulation of the polysaccharides in the crystalline and noncrystalline (solutions/gels) forms. Data on molecular conformations, chain packing, chain stiffness, etc. will be compared with a large amount of experimental results available. In the long run developed modeling tools should allow property/structure prediction based on the chemical composition.

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

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

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

Veiledere: Pawel Sikorski, Bjørn T. Stokke

Biosystemer

1. Studier av vann og vanntransport i jord ved NMR.

Veiledere: Anders Johnsson, dr.scient Frank Antonsen.

Jord er et komplekst medium, og kunstige partikkelmedier blir ofte brukt som jord-erstatningmedium. Av stor interesse er dette bl.a. i forbindelse med dyrking av planter under forskjellige forhold. Fordelingen av vann og partikler (samt luft) er viktig i denne forbindelse.

Vi har utviklet et utstyr for bruk i den Internasjonale Romstasjon ISS, hvor planter skal dyrkes i vektløshet (samt på sentrifuger). Forskjellige jorderstatning medier diskuteres imidlertid og ved NTNU har man kommet fram til flere alternativer.

Det er av stor interesse å studere vannfordeling i de forskjellige alternativene samt også vanddiffusjonen i disse mediene. Vi har her sammenfallende interesse med forskergrupper på Statoil, og ønsker i samarbeid med Statoil ta i bruk lavfrekvent NMR-metoder for å studere vannets egenskaper m.v. i jorderstatningsmediene. Parallelt med disse undersøkelsene skal enkelte vekstforsøk bli gjennomført.

Utvelgelse av student for dette prosjektet vil skje sammen med Statoil (dr. Frank Antonsen)

2. Studier av lysindusert celledød.

Veiledere: Anders Johnsson, Thor Bernt Melø, Aksel Straume

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

Vi har studert slike nedbrytingsprosesser i kreftcelle-linjer og i en type bakterie. De lysfølsomme stoffer som benyttes i forsøkene er porfyriner og bakteriene er *Propionibacterium acnes*, kjent for å ta del i sykdommer akne.

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

Oppgaven er å studere de stoffopptak og lysinduserte reaksjoner i bakteriene (med og uten pålagte felt) for å se om de rapporterte funnene er generelle.

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

3. Studier av elektromagnetiske felts påvirkning av celler og organismer.

Veiledere: Anders Johnsson, Gunnhild Oftedal, Aksel Straume

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

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

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

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

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

4. Måling av fasefølsom fluorescens fra planter.

Veileder: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson

Måling av fluorescens fra planter kan brukes til å bestemme fotosyntesekapasiteten, som er et mål for hvor mye av den absorberte lysenergien som omsettes til kjemisk energi i planten.

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

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

5. Måling av singlett oksygen emission fra biosystemer.

Veileder: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson

Grunntilstanden til molekylært oksygen er en triplett. Denne egenskapen gjør at oksygen, som finnes overalt, er en foretrukket akseptor av triplettenergi fra omgivende molekyler. Molekyler kan komme i tripletttilstand ved absorpsjon av lys, og oksygen som har mottatt triplett energi fra omgivelsene kalles singlett oksygen. Singlett oksygen kan enten reagere med nabomolekyler, eller returnere til grunntilstanden ved å emitte infrarødt lys.

Oppgaven tar sikte på å måle singlett emisjon fra eksempelvis klorofyll a som funksjon av en antioksidant, eksempelvis karoten, som kan akseptere og dermed ufarliggjøre singlett oksygen. Oppgaven vil omfatte litteraturlesning, opplæring og bruk av eksisterende utstyr, samt datainnsamling, bearbeiding og fortolkning.

Synsbiofysikk

Veiledere: Arne Valberg og Inger Rudvin

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

Ekspérimentell oppgave:

Måling av multifokale elektrorretinogramer (ERG) ved hjelp av VERIS

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

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

Ekspérimentell oppgave:

Måling av Visual Evoked Potential (VEP) for farge og luminans

Målinger av kortikale synspotensialer hos mennesket har vist en overraskende luminans-assymmetri for røde og grønne farger. Prosjektet går ut på å gjøre slike målinger på en rekke forsøkspersoner for å få informasjon om mulige individuelle forskjeller, og knytte resultatene til den enkeltes farge- og lysfølsomhet.

Medisinsk teknologi

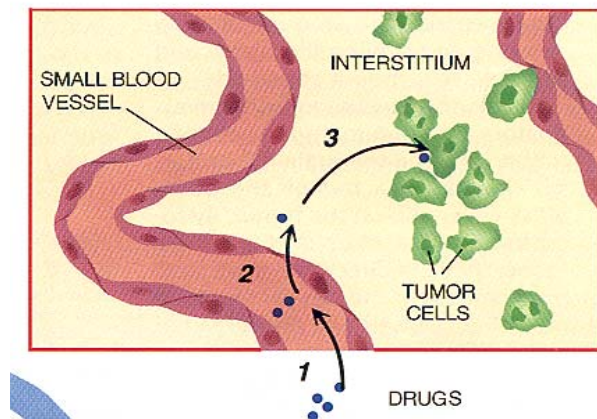
Transport av terapeutiske makromolekyler i kreftvev

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 cellgiften 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:

1. Blodgjennomstrømning i svulster behandlet med extracellulær matrix nedbrytende enzymer (hyaluronidase og collagenase)

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

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

Metoder: Fluorescerende fargestoffer som binder seg til endotelcellene som danner blodåreveggen injiseres intravenøst i forsøksmusen før og etter injeksjon av enzymet. Ved bruk av laser scanning fluorescens mikroskopi studeres farging av endotelcellene og eventuell endring i fargingen før og etter behandling påvises. Dette studeres enten på frysesnitt eller in vivo ved å dyrke svulstene i transparente vinduskammer på ryggen av forsøksmus.

2. Effekten av enzymene collagenase og hyaluronidase på diffusjon av makromolekyler i multicellulære sfæroider

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), Libe Eikenes (tel 93664)

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

3. Diffusjon av ladete makromolekyler i geler

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), Live Eikenes (tel 93664)

Formål og metoder: Diffusjon er den primære transportmekanismen dersom de høye interstitielle væsketrykket umuliggjør transport av molekyler basert på trykkgradienten. Diffusjon måles ved ” fluorescence recovery after photobleaching” (FRAP). I denne oppgaven blir geler benyttes som en modell for en extracellulær matrix i en svulst. Betydningen av ladning på makromolekylene skal studeres. Gelene inkuberes med fluorescensmerkede IgG som anioniseres og kationiseres. De fluorescens merkede gelene belyses med en laser med høy intensitet som bleker fluorescensen. Omkringliggende fluorescensmerkede molekyler vil diffundere til det blekede området slik at fluorescens igjen kan detekteres. Et konfokalt laser scanning og multifoton eksitasjonmikroskop vil bli benyttet.

4. Struktur av ekstracellulær matrix

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), Tore Lindmo (tel 93432), Arne Erikson (tel 93634)

Formål: Strukturen av ekstracellulær matrix er av stor betydning for makromolekylers evne til å penetrere gjennom vevet. Vi har vist at sammensetningen av ulike bestanddeler av ekstracellulær matrix som collagen og glycosaminoglykaner er avhengig av hvor i et forsøksdyr tumoren vokser. Vi ønsker nå å sammenlikne strukturen av ekstracellulær matrix i svulster som gror på ulike steder i forsøksdyret.

Metode: Generering av andre harmoniske signal er vist å gi informasjon om strukturen av collagen. Med andre harmonisk signal menes her at to fotoner med en gitt frekvens omformes til et foton med den dobbelte frekvensen uten absorpsjon eller emisjon, dvs energien er konstant. Kun spesielle polare strukturer som collagen er i stand til å genere andre harmoniske signal. Ved å benytte to-foton mikroskopi og måle reflektert lye ved den doble frekvensen kan strukturen av collagen avbildes.

Oppgaver tilbudt av Seksjon for Komplekse materialer

For diplomoppgaver tilbudt fra Arnljot Elgsæter og Arne Mikkelsen, se under Seksjon for komplekse materialer, side ??-??(fyll inn!). Teksten finnes også i html-utgave:

<http://www.phys.ntnu.no/~fossumj/cpx/trondheim/hovedoppgaver2004/>

De aktuelle oppgavetitlene er:

11. Dynamiske egenskaper til biologiske nanopartikler studert vha. statisk og dynamisk lysspredning
12. Elektro-optiske egenskaper til nanopartikkelsystemer
13. Mikrokolorimetri av nanopartikkelsystemer
14. Fryse-ette elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler
15. Numerisk modellering av nanopartikkelsystemers dynamikk
22. Pendel-viskoelastometer
23. Høgfrequens (100 -10 000 Hz) viskoelastometer
24. Ultrahøgfrequens (10 -200 kHz) viskoelastometer
25. Videreutvikling og utprøving av elektro-optisk instrumentering for studier av nanopartikkelstruktur og -dynamikk
29. Fraksjonering av nanopartikler

OPPGAVER FRA ANDRE INSTITUSJONER

Oppgaver fra St. Olavs Hospital, Kreftavdelingen:

1. Kreftavdelingen kan tilby ulike oppgaver knyttet til stråleterapi. Aktuelle områder er:

- geldosimetri
- bruk av potal imaging
- IMRT
- Brachyterapi

Vi kan ta imot 3-5 studenter

Kontaktpersoner:

Sjef fysiker Trond Strickert	tel: 73 86 78 23	email: Trond.Strickert@stolav.no
Medisinsk fysiker Jomar Frengen	tel: 73 86 78 25	email: Jomar.Frengen@stolav.no
Medisinsk fysiker Nina Levin	tel: 73 86 95 39	email: Nina.Levin@stolav.no
Medisinsk fysiker Anne Beate Langeland Marthinsen	Tel: 73 86 78 24	email: Anne.Marthinsen@stolav.no

2. HR MAS MR spektroskopi av brystkreftvev

MR metoder er utviklet for å undersøke vevsprøver fra brystkreftpasienter. En av disse metodene kalles HR MAS MR spektroskopi (high resolution (HR) magic angle spinning (MAS) magnetic resonance (MR) spektroskopi). Fordelen med denne metoden er at biopsier kan undersøkes uten forbehandling. Resultatene gir en meget detaljert informasjon om metabolitter i vevet. Denne metoden er utviklet og tilpasset undersøkelser av brystkreftbiopsier i et dr. grads arbeid som nå er under avslutning. Arbeidet skal fortsette i et post doc prosjekt som diplomkandidatene blir tilknyttet.

Oppgave 1: Heterogeniteten i brystkreftsvulster kan være stor. Derfor ønsker vi å gjennomføre en HR MAS studie av en pasientgruppe (n=20) hvor vi undersøker to biopsier fra svulsten og to biopsier fra omkringliggende ikke-infiltrert vev. Studenten må lære bruk av BRUKER 600 MHz instrument med fokus på HR MAS teknikken. Alle prøvene analyseres med 1H HR MAS spektroskopi. Dataene analyseres vha multivariate analysemetoder (hovedvekt PCA).

Oppgave 2: Analyse av MAS spekter har så langt ikke inkludert kvantitativ analyse av metabolittene i noen særlig grad. Vi ønsker å etablere dette som metode hvor vi tar hensyn til opptaksbetingelser i HR MAS eksperimentet og korrigerer for disse. Studenten må lære bruk av Bruker 600 MHz instrument med fokus på HR MAS teknikken. Alle prøvene (n=30) analyseres med 1H HR MAS, med vanlig puls opptak, spinn-ekko og evt. 2D opptak. Relaksasjonstidene bestemmes og korrigeres for. Studenten må også sette seg inn i bruk av kurvertilpasningsprogram og sammenligne megdebetømmelse ut fra de ulike metodene som er brukt.

Prosjektgruppe:

Beathe Sitter (post doc)

Steinar Lundgreen (overlege)

Ingrid S. Gribbestad (seniorforsker)

Oppgaver i samarbeid med Statoil forskningscenter, Trondheim

Oppgaver i seismikk/geofysikk

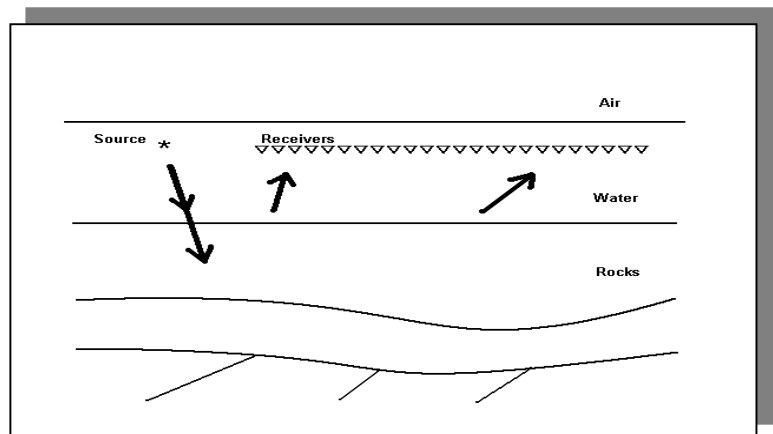
Flere oppgaver kan defineres innen teoretisk geofysikk, spesielt inn mot seismisk metodeutvikling. En stor del av arbeidet innen dette fagfeltet utføres i Statoil av forskere med bakgrunn fra NTNU, spesielt teoretisk fysikk og matematikk. Det vil også kunne være muligheter for sommerjobb ved Statoil Forskningscenter.

Temaene er her presentert i en generell form, og mer konkrete oppgaver kan defineres både som Prosjekt- og Diplomoppgaver. Ytterligere detaljer og forklaringer kan fåes ved direkte henvendelse. Kontaktpersoner for oppgavene er prof. Il Roger Sollie (rsol@statoil.com) og Ketil Hokstad (kehok@statoil.com).

Innledning

I et standard seismisk "eksperiment" vil man måle det skalare feltet $P(\vec{x}_r, \vec{x}_s, t)$ (trykket i vann) med et sett med mottakere lokalisert i \vec{x}_r (jfr. Figur). Dette feltet er et resultat av en kilde $s(t) \delta(\vec{x} - \vec{x}_s)$. En kan også tenke seg mottakere i undergrunnen (borehull) eller på havbunnen, og da måles de tre komponentene av et vektorfelt (f.eks. partikkelhastigheten).

De målte data er et resultat av direkte refleksjoner grunnet kontraster i mediet, samt både overflaterelaterte (vann/luft) og interne refleksjoner (multipler). Seismisk prosessering har som formål å bearbeide den enorme mengden av data som samles inn for å avbilde og trekke ut informasjon (elastiske egenskaper) om undergrunnen.



Oppgave 1: Multippelfjerning

Et klassisk problem innen seismisk prosessering er å fjerne den energi i det målte signalet som stammer fra refleksjoner flere ganger opp og ned i vannlaget (multipler). Slik energi vil interferere med primære refleksjoner, og maskere informasjonen om undergrunnen.

Multipler kan i Fourierdomenet estimeres fra de målte data som en romlig konvolusjon

$$M(\vec{x}_r, \vec{x}_s, \omega) = \sum_{y_i} \sum_{x_i} P(\vec{x}_r, \vec{x}_i, \omega) P(\vec{x}_i, \vec{x}_s, \omega).$$

Når multiplene er estimert fra dataene kan de subtraheres ved hjelp av et romlig adaptivt filter. Oppgaven vil gå ut på å studere hvilken effekt dette har for multippelfjerningen

Oppgave 2: Brønnseismikk

Serviceselskapene (Schlumberger, CGG osv.) har nå lansert mottakere som i et borehull måler 4 komponenter av bølgefeltet (3 komponent geofon+hydrofon). Dette kan benyttes til å separere bølgefeltet i forskjellige moder (for eksempel a. oppgående/nedgående bølger, eller b. skjær-/kompresjonsmoder), noe som bl.a. er nyttig for fjerning av multipler i dataene. Vi ønsker en teoretisk

studie av hvilke forbedringer et slikt verktøy gir. Et fundamentalt spørsmål er også hva som egentlig måles av en hydrofon i et elastisk medium (skalart trykk versus stress tensor).

Oppgave 3: Anisotropi

I seismiske data kan en ofte observere at den vertikale hastigheten til bølgefeltet er forskjellig fra den horisontale. Dette kan være en effekt av tynne lag (sedimentering), oppsprekking av mediet, eller det kan skyldes intrinsiske egenskaper ved bergartene (skifer). En enkel, men realistisk form for anisotropi er en polar symmetri med vertikal symmetriakse, der hastigheten tilnærmet variere som

$$V(\theta) = V(0) \left[1 + \delta \sin^2 \theta \cos^2 \theta + \varepsilon \sin^4 \theta \right],$$

der θ er vinkelen mellom propageringsretning og vertikal akse, og (ε, δ) er kombinasjoner av elementer i Hooke's tensoren som uttrykker avvik fra isotropi.

Når man behandler seismiske data gjør man derimot ofte antagelsen at mediet er isotropt. Vi ønsker å studere hvor god denne antagelsen er for forskjellige typer anisotropi, både med hensyn til strukturell avbildning (kinematikk) og amplituder (dynamikk). Hvis anisotropi tas hensyn til gjør man ofte forenklinger angående retningen på symmetriaksen. Vi ønsker også å studere effekten av dette, sammenlignet med eksakt behandling av anisotropien.

Oppgaver fra SINTEF Materialteknologi, Oslo

Måling av mekaniske egenskaper under størkning av aluminiumslegeringer

SINTEF Materialteknologi leverer kunnskap og løsninger knyttet til materialer. Vi dekker hele verdikjeden fra materialutvikling og råvareproduksjon, via prosessering og videreforedling, til avansert bruk. For å betjene fremtidig, nyskapende industri utvikler og utprøver vi nye materialer med ulike funksjonelle egenskaper.

I tilknytning til et forskningsprosjekt hvor mekaniske egenskaper under størkning av aluminiumslegeringer måles og modelleres, ønsker vi å få gjennomført en NTNU-diplomoppgave ved SINTEF Materialteknologi i Oslo i vårsemesteret 2004.

Et delmål i SINTEFs forskningsprosjekt er å utvikle ligninger som beskriver fenomener knyttet til størkning av legeringer. Diplomoppgaven vil omfatte eksperimentell bestemmelse av deformasjon under størkning av forskjellige legeringer, og vil bli utført i nært samarbeid med en pågående doktoroppgave på samme tema.

Diplomoppgaven er en del av et større forskningsprogram ved SINTEF hvor en rekke norske bedrifter innen aluminiumproduksjon deltar. Forskningsprogrammet inkluderer også samarbeid med *The Netherlands Institute for Metals Research* som finansierer ovenfor nevnte doktorgradsprosjekt.

Relevant bakgrunn for oppgaven er en fagkrets som omfatter fordyping i et eller flere av fagfeltene materialteknologi, mekanikk eller fysikk. I tillegg ønskes en kandidat med interesse for praktisk laboratoriearbeid. Arbeidet gjennomføres ved SINTEF i Oslo.

Interesserte kandidater bes ta kontakt med doktorgradsstudent Aage Stangeland (tlf 22 06 76 34, e-post aage.stangeland@sintef.no) eller professor Asbjørn Mo (tlf 22 06 79 21, e-post asbjorn.mo@sintef.no).

Oppgaver fra Det Norske Radiumshospital

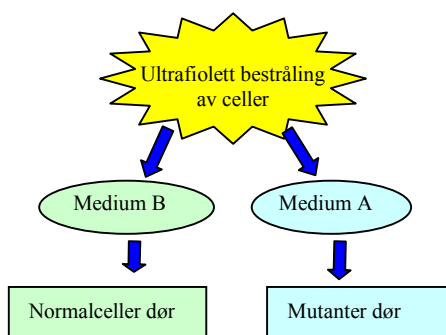
Oppgaver i Strålingsbiofysikk:

1. Hvilken rolle spiller DNA-reparasjon ved dannelse av forsinkede mutasjoner etter bestråling med ultrafiolett A?

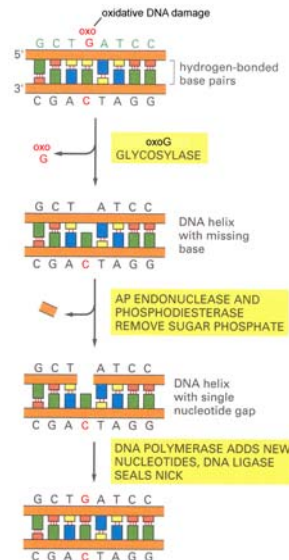
De fleste mutasjoner oppstår kort tid etter bestråling og er en direkte følge av at DNA-skader ikke blir reparert før de neste celledelingene. Vi har imidlertid utført eksperimenter som viser at mutasjoner kan oppstå mange celledelinger etter bestråling med ultrafiolett A. Denne oppgaven går ut på å undersøke rollen til DNA-reparasjon ved dannelse av slike forsinkede mutasjoner. Dannelse av forsinkede mutasjoner eller såkalt genomisk ustabilitet er en nøkkelmekanisme ved kreftutvikling. Men mekanismene for dannelse av forsinkede mutasjoner er ukjent. Vi tror at DNA-reparasjon spiller en viktig rolle, og denne oppgaven vil gi svar på det. Oppgaven gir innsikt i måling av mutasjoner, måling av DNA-reparasjon, molekylær analyse av mutanter og celledyrking.



Malignt melanom. Omtrent 900 personer per år får føflekk-kreft i Norge. Ultrafiolett stråling gir føflekk-kreft, men det er ukjent hvordan. Forsinkede mutasjoner induisert av ultrafiolett stråling kan ha en viktig rolle.



Mutasjonsassay. Forsinkede mutasjoner måles ved å drepe de cellene som får mutasjon kort tid etter bestråling og deretter bestemme andelen celler med forsinket mutasjon. Cellene drepes ved å bruke ulike typer medium.



Base Excision Repair.

Ultrafiolett A stråling gir opphav til oksidative DNA skader (oxoG) som repareres av Base Excision Repair systemet. Vi har celler som overuttrykker Oxo G glycosylase og kan skaffe celler helt uten Oxo G glycosylase. Disse cellene kan brukes for å bestemme rollen til Base Excision Repair i ultrafiolett induserte genomisk ustabilitet.

Metoder

- Mutasjonsassay
- Genmanipulerte celler
- Måling av DNA reparasjon med High Pressure Liquid Chromatography
- Celledyrkning
- Molekylær analyse av mutanter vha multiplex PCR og sekvensering

Kontakt: Egil Kvam og Jostein Dahle, Avdeling for Biofysikk, Det Norske Radiumshospital, email: egil.kvam@labmed.uio.no, tlf.: 22 93 51 07, email: jostein.dahle@labmed.uio.no, tlf.: 22 93 42 77.

2. The effect of differentiating agents on the efficiency and tumour selectivity of PDT

Introduction

Recent work indicates that cellular differentiation may improve the efficiency of ALA-PDT. This was shown for primary mouse keratinocytes and for human LNgP prostate cancer cells. Differentiation resulted in an increase in the overall PpIX production and also reduced the fraction of cells with low PpIX levels. Thus, one might hope that differentiation results, not only in increased sensitivity to PDT, but also in a better tumour selectivity. A reason for the increase in ALA-induction of PpIX in differentiated cells may be that erythroid differentiated cells need more heme containing proteins. A convenient model for further investigations of this surprising and interesting phenomenon is the leukemia K562 cell line. After differentiation these cells have an extraordinary large need for heme. Several agents possess a differentiating activity on these cells: hemin, butyrate, hematoporphyrin, PpIX etc.). Retinoids have a similar effect.

The aims of our project:

1. Investigate the possibility that porphyrins, in particular ALA-induced PpIX, are capable of inducing differentiation of cancer cells.
2. Investigate the changes of porphyrin accumulation and PDT efficiency after differentiation. Our idea is that non mitochondrial porphyrins in cells can induce differentiation by means of influence on the expression of specific gene(s).

Experiments:

1. Initiate differentiation of K562 cells by hematoporphyrin and PpIX and check the influence of this process on the sensitivity of the cells to PDT.
2. Investigate the possibility of achieving differentiation of tumour cells by butyrate and porphyrins.
3. Investigate if the sensitivity induced by differentiation of the tumour cells to ALA-PDT *in vitro*.
4. Investigate if it is possible to induce differentiation of tumour cells *in vivo* by ALA-induced PpIX, and investigate if this increases the efficiency of PDT on tumours *in vivo* (experimental tumours in mice).
5. Investigate the influence of retinoic acid on the differentiating effects of porphyrins including ALA-induced PpIX, on the efficiency of PDT *in vitro* and *in vivo*.

Methods

- *In vitro* experiments: cell differentiation, photodynamic therapy, protein synthesis, cell death and viability assays.
- *In vivo* experiments (mouse model): tumour implantation, cell differentiation, photodynamic therapy, tumour growth measurement.
- Spectroscopy (absorption, fluorescence, reflectance).

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D. PDT group leader,

3. Evaluation of the antiphotocarcinogenic action of ALA derivatives

Skin cancer is an increasing problem in countries with Caucasian population. The incidence rate is doubling about every 15 years. In Norway there are about 10.000 new cases each year. The reason for this development is known to be increasing exposure to solar radiation. The introduction of

sunscreens with UVB and UVA filters has not improved the situation significantly. A pertinent question is whether these sunscreens offer adequate protection or not, or if their main effect is to tempt people to stay longer in the sun.

From photodynamic therapy with 5-aminolevulinic acid (ALA-PDT) it is known that pigmentation is produced. The exposure to visible light performed after application of ALA-derivatives produces pigmentation in the skin.

Our idea is to construct a suncream that

- **offers a real protection against skin cancer induction;**
- **promotes pigmentation at the same time.**

This suncream, contrary to UV radiation alone, will produce tanning in a fundamentally different way through photobiological processes not involving DNA damage.

Experiments:

a. Pigment formation

UV induces melanogenesis via DNA damage/alterations. This most likely will not be the case for UVA exposure of skin containing PpIX to visible light. We will use mice that are easily pigmented by UV exposure (the project leader has earlier supervised the PhD work of Judith Kinley on pigment induction in CH3/Tif hr/hr hairless pigmented mice exposed to UVB or UVA and psoralens). The same methods and procedures will be applied in the present work as in that of Judith Kinley. We will be in close contact with melanogenesis and dermatology experts (Prof. T.Sarna, Jagiellonian University in Krakow, Poland; T.G.Truscott, Keele University, Keele, UK; and A.R.Young, J.Kinley's other supervisor, St.Thomas' Hospital, London, UK).

b. Mutagenicity of PDT with ALA and ALA-derivatives

In our group we have earlier studied the mutagenicity of traditional PDT as well as of UV radiation (J. Moan, H. Bånrud, B. Noodt and others). We have also measured DNA damage (SS breaks and chromosome aberrations). These methods will be applied in the present project to look for genetic instability of cells exposed to sublethal doses of ALA-derivatives and light, and to determine the mutagenicity of treatment with ALA derivatives and light.

Methods

- Tissue characterisation by spectroscopy with a fibre-optic probe and imaging
- Spectroscopy (absorption, fluorescence, reflectance)
- Melanin quantification
- In vitro experiments (mutation assay, DNA strand break assay, cell death and viability assays).

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,

4. Photodegradation of folate

Introduction

Folate is an essential molecule for proper biological function in vitro and in vivo. Lack of folate results in immune dysfunctions, reduced fertility, and is the major cause of neural tube defects. Therefore, a proper amount of folate in the food is strongly recommended. In some versions of cancer therapy one wants to reduce the rate of cell division and apply medicines that counteract the action of folate (methotrexate, etc.).

Folate in serum is photosensitive, at least in the test tube. It has been proposed that this is the reason why Africans are black and we are white: under high fluence rates of solar radiation they need to

protect folate, which, indeed, skin pigmentation can do, while we need ultraviolet radiation (UV) for our vitamin D production. Should one then recommend UV exposure as a component of cancer therapy? A further study of the UV sensitivity of folate is indeed warranted.

Experiment

Expose folate in buffer to UV and study its degradation by spectroscopic methods.

Some experiments in serum.

In cooperation with Prof. Gunnar Volden (dermatologist) study the folate level before and after UV treatment of psoriasis patients.

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,

5. Oksygentensjon i tumorvev

Bakgrunn: Tumorvev kan ha store og små områder hvor oksygentensjonen fluktuerer over tid. Slike områder representerer et betydelig problem for kreftpasienter da cellene i slike områder kan være stråleresistente og gi opphav til fjernmetastaser etter stråleterapi. Omfanget av problemet avhenger sannsynligvis av antallet områder med fluktuerende oksygentensjon, størrelsen på områdene, samt amplituden og frekvensen på fluktuasjonene. Svært lite er kjent på dette området, da fluktuasjoner i oksygentensjonen kun er blitt studert i et mindre antall ubehandlede tumorer. Det fins ingen informasjon om hvordan strålebehandling innvirker på fluktuasjonene.

Problemstilling: Stråleterapi gis vanligvis som fraksjonert behandling. Målsettingen med oppgaven er å kartlegge fluktuasjoner i oksygentensjonen i tumorvev før, under og etter fraksjonert bestråling, med henblikk på å tilveiebringe informasjon om hvordan oksygentensjonen og fluktuasjoner i oksygentensjonen endres under et fraksjonert behandlingsopplegg. Oppgaven kan bidra til økt kunnskap om de biologiske årsakene til stråleresistens og fjernmetastasering etter stråleterapi.

Metoder: Human føflekk-kreft implanteres intradermalt i immundefekte mus og benyttes som modellsystem for kreft hos mennesker. Dette arbeidet utføres av forskningsassistenter tilknyttet forskningsgruppen. Oksygenelektroder benyttes til å måle fluktuasjoner i oksygentensjonen i tumorvevet. Matematiske analyser, inkludert Fourier-transformasjon, benyttes til å tolke oksygeneringsdataene. Strålebehandling gis ved å benytte ^{60}Co γ -stråling.

Kontaktperson: Einar K. Rofstad

(Tlf: 22934279; Fax: 22934270; E-mail: e.k.rofstad@labmed.uio.no)

6. Impact of structure and function of endocytic vesicles for the outcome of photochemical internalization

Photochemical internalisation (PCI) is a unique novel technology (invented at the Norwegian Radium Hospital) that has emerged from photodynamic therapy (PDT). In PCI photochemical reactions are used in a special way to realise or potentiate the therapeutic effect of a lot of different molecules. These are molecules that are taken into the target cell by endocytosis and that have to be released from the endocytic vesicles to be able to exert a therapeutic effect. Examples of such molecules are: many proteins (e.g. several protein toxins), different types of oligonucleotides, and genes and viruses for gene therapy. Many of these molecules

have a large therapeutic potential that it has so far not been possible to fully exploit. In the PCI technology light is used to relocate the therapeutic molecules from endocytic vesicles into the cell cytosol. In this way the molecules can reach their correct intracellular target, e.g. in the cell cytosol or nucleus, and exert a therapeutic effect that would otherwise been precluded by lysosomal degradation. It is well documented that a number of photosensitizers, including di- and tetrasulfonated aluminium phthalocyanine (AlPcSn) and sulfonated tetraphenylporphines (TPPSn), are located in endosomes and lysosomes. The introduction of molecules into the cytosol is achieved by first exposing the cells or tissue to a photosensitizing dye and the molecule which one wants to deliver, both of which should preferentially localize in endosomes and/or lysosomes. Secondly, the cells or tissues are exposed to light of wavelengths inducing a photochemical reaction. This photochemical reaction will lead to disruption of lysosomal and/or endosomal membranes and the contents of these vesicles will be released into the cytosol. The principle is illustrated in the figure.

Figure

The most efficient photosensitizers (AlPcS2a and TPPS2a) for use in PCI have amphiphilic properties and are expected to be located mainly in the membranes of the endocytic vesicles. The more hydrophilic compounds (such as TPPS4, TmPyP and AlPcS4) are expected to be located mainly in the matrix and are less efficient sensitizers for use in PCI. These compounds have also been shown to damage the lysosomal enzymes to a higher extent than the amphiphilic compounds. However, the lysosomal enzymes are also clearly damaged by photoactivation of AlPcS2a and TPPS2a, indicating that photochemical damage to the macromolecules to be internalized limits the outcome of PCI. The damage to the lysosomal contents may be due to photosensitizer located in the matrix of the lysosomes or to singlet oxygen formed in the membranes and diffusing into the matrix where it attacks the matrix-located macromolecules. AlPcS2a incorporates into vesicles with a high affinity constant (2.7×10^6 /M), indicating that diffusion of singlet oxygen into the matrix may be of major importance. However, the affinity constant of the sensitizers for membranes is pH-dependent, and thus the low pH of some of the endocytic vesicles may also influence on the photochemical damage to the matrix contents of these vesicles.

Another factor which influences the outcome of PCI is the rate of degradation of the macromolecules in late endosomes and particularly in lysosomes. Therefore, the transport into lysosomes and the hydrolytic activity of the lysosomal enzymes are important limiting factors for the outcome of PCI.

As pointed out above the structure and function of the endocytic vesicles are expected to influence on the outcome of PCI. We have, however, only limited quantitative knowledge about the importance of these factors and therefore the following experimental approaches are suggested:

- 1) Study the effect of intravesicular pH and vesicle size on photochemical inactivation of β -AGA (a lysosomally located enzyme). The pH of lysosomes and late endosomes are relatively low (4.5-6), but can be increased by NH_4Cl , chloroquine and bafilomycin A. This may influence on the distribution of the sensitizers within the vesicles. Furthermore, agents such as E64, sucrose and wortmannin may increase the size of the endocytic vesicles. All these compounds have different mechanisms of action which may influence on the results, e.g. E64 is a cathepsin inhibitor and increases the size of endocytic vesicles after long term incubation (such as 18 h) since endocytosed material will not be degraded, sucrose is non-degradable and will accumulate in the vesicles and increase their size and wortmannin is a phosphatidyl inositide 3-kinase inhibitor which causes dramatic morphological changes to late endosomes. Long term incubation with the

compounds used for increasing pH will also increase the size of the endocytic vesicles. (The fluorescence of ALPcS2a in Baf treated cells increases dramatically (6-10 times) as measured by flow cytometry long time after PCI. We have not investigated this effect with other sensitizers, or done thorough microscopy studies of this effect.)

- 2) The compounds described in 1) will most likely influence on the efficacy of the photosensitizers in photodynamic cell killing and should be measured.
- 3) Fluorescence microscopic studies on cells treated as described under 1) should also be performed to evaluate the morphological structures of the endocytic vesicles using first of all ALPcS2a as a marker. This is to evaluate the size of the vesicles, but also to see if the sensitizer is only located in large vesicles and how the different agents affects the localisation and relocalisation of the sensitizer. This part can be elaborated much more on the way.
- 4) Cells treated with sucrose for a long time (i.e. several weeks) contains much higher amounts of LAMP-1/2 (e.g. 25x) than untreated cells. These proteins are located on the inside of the lysosomal membranes and protects the lysosomal membranes from degradation. By increasing the amount of LAMP-proteins the distance between the sensitizer and matrix molecules increases and damage to matrix proteins may be reduced, also because LAMP-1/2 may act as a singlet oxygen scavenger. Treatment of the cells with invertase (splitting of sucrose) will reduce the size of the vesicles down towards normal size more rapidly than reduction of the amounts of LAMP-proteins and we may in this way have vesicles with approx. normal size but with a much thicker layer of LAMP-proteins. Photochemical inactivation of β -AGA should be measured.
- 5) The influence of the parameters as described above on PCI of plasmids and gelonin should be measured. These experiments will be designed depending on the outcome of the other experiments.
- 6) It is not sufficiently documented that only singlet oxygen is involved in the photochemical effect and this might also be studied, depending on time and interest of the student.

Kontaktperson: Einar K. Rofstad (email: e.k.rofstad@labmed.uio.no)

Oppgaver fra Avdeling for medisinsk fysikk og teknikk

1. Optimalisering av volumbestemmelse ved SPECT/PET.

Problemstilling: Når man utfører PET eller SPECT vil den relativt dårlige oppløsningsevnen føre til at bildet av et område (en svulst) som har tatt opp radioaktivitet får en relativt bred overgangssone mot områder som representerer normal bakgrunn. Det å bestemme volum (areal i et snitt) av et slikt område blir derfor en komplisert oppgave, hvor en konvensjonell terskling (alt over terskelen tilhører svulsten, alt under er utenfor) ikke fører fram.

Oppgaven går ut på:

- Litteraturstudier
- Konstruksjon av realistiske fantomer med inhomogeniteter
- Innlagring og rekonstruksjon av billedata (her eksisterer det rutiner)
- Utvikling av programvare

2. Studier av effekten av respirasjon på avbildning av strukturer i lungene med PET og SPECT.

Problemstilling: Strukturer nederst i lungene flytter seg mange centimeter under respirasjonsbevegelsen. Dette har stor betydning for mulighetene til å oppdage slike strukturer dersom de har tatt opp radioaktivitet og man ønsker å avbilde dem med SPECT. I framtida regner man også med at slike bilder vil kunne bli brukt som grunnlag for planlegging av stråleterapi, og det er derfor viktig å kunne forutsi hvor store feil slike bevegelser forårsaker i de endelige bildene – også der hvor en svulst er synlig tross disse bevegelsene.

Oppgaven går ut på:

- Litteraturstudier
- Opptak av CT-bilder med pasient i ulike respirasjonsfaser
- Modelling av bevegelse av gjenkjennbare strukturer
- Simulering av effekter av disse bevegelsene på SPECT/PET - bilder.

3. Optimalisering av kollimatorer for gamma-mammografi

Problemstilling: Gamma-mammografi er en teknikk hvor man injiserer en radioaktiv forbindelse som relativt selektivt tas opp i svulster i brystet. Ved DNR har vi et digitalt halvleder-basert gammakamera som er skreddersydd for slike undersøkelser. Kameraet kan monteres på en røntgenmammograf slik at man kan komprimere brystet og derved oppnå at svulstene ligger relativt nær kameraet. Ved annen nukleærmedisinsk diagnostikk legges det vekt på at oppløsningsevnene skal være god også på større dyp. Ved gamma-mammografi tror vi at det er viktigere med god sensitivitet (telling/MBq s) og at det er mindre viktig med fullgod oppløsningsevne i dybden. Det er derfor mulig å tenke seg helt nye former for kollimatorer.

Oppgaven går ut på:

- Litteraturstudier
- Modelling av ulike typer kollimatorer
- Utforming av realistiske produksjonsmåter for en optimal kollimator.

4. Bildebehandling knyttet til etterundersøkelser av pasienter som har fått bestråling mot lungene.

Problemstilling: Ved bestråling av større deler av lungene vil man kunne få bivirkninger i form av fibrose og fortetning av lungevevet. Det er interesse for å etterundersøke slike pasienter for å finne ut mer om disse bivirkningene. Som hjelpemidler har man både gjentatte CT-undersøkelser og nukleærmedisinske undersøkelser (SPECT) av lungenes blodgjennomstrømning og ventilasjon (bruk av radioaktiv gass (^{133}Xe) eller aerosol).

Vi har foreløpig ikke programvare for å gjøre slik sammenligning i et felles geometrisk referansesystem, og det er viktig å utvikle metoder og programvare som verktøy for nevnte etterundersøkelser.

Oppgaven går ut på:

- Litteraturstudier
- Medvirkning ved bildeinnlagring
- Utvikling av metoder og realisering av disse i programvare

5. Samregistrering av lunge-området i pasienter som undersøkes gjentatte ganger på CT

Problemstilling: Ved oppfølging av pasienter etter stråleterapi er det viktig å kunne studere regionale forandringer. For å få til dette er det avgjørende å kunne foreta en meget nøyaktig samregistrering av lungestrukturane i CT-serier som er tatt av samme pasient på ulike tidspunkter.

Oppgaven går ut på:

- Litteraturstudier
- Medvirkning ved bildeinnlagring
- Utvikling av metoder og realisering av disse i programvare

(merk at det er sterke fellestrekk i oppgave d) og e). Disse oppgavene kan muligens utformes slik at de egner seg for to studenter som jobber sammen (tandem).

6. Karakterisering av høyre hjertekammers pumpefunksjon ved analyse av bildeserier som er rekonstruert etter EKG-styrte tomografiske studier med radioaktiv merking av blodlegemer (Gated blood pool SPECT)

Problemstilling: I dag gjør man regelmessig analyse av venstre hjertekammer ut fra gated SPECT-serier. For å vurdere eventuelle skader på hjertet f. eks. forårsaket av hjertetoksisk kjemoterapi, er det av interesse å kunne vurdere også høyre hjertekammers pumpefunksjon. Avdelingen har tidligere arbeidet med denne typen analyse, og noe programvare foreligger allerede. Vi trenger imidlertid å forbedre metodene for å skille ut høyre hjertekammers volum i bildene, på en slik måte at det kan gjøres halvautomatisk.

Oppgaven består i:

- Litteraturstudier
- Utvikling av metoder og programvare
- Evt. opptak av studier med realistiske fantomer og analyse av disse

Ved avdeling for medisinsk fysikk og teknikk benytter vi fjerdegenerasjonsspråket IDL, som gjør det relativt enkelt å lage de programmene som skal til for å løse oppgaver av bildebehandlingsmessig eller geometrisk karakter. Vi har også god tilgang på bildeserier av ulike typer.

Veileder: Arne Skretting, tlf 22 93 49 42, evt E-mail: arne.skretting@labmed.uio.no

Medveiledere (avhengig av hvilken oppgave som velges): Turid Danielsen, Dag Rune Olsen, Trond Bogsrud m. fl.



STANDARDAVTALE

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

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

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

.....(bedrift/institusjon).

Opgavens tittel er:

.....

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

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

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

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

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

.....
.....

for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

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



TILLEGGSAVTALE / BÅNDLEGGELSESAVTALE

(Med hjemmel i standardavtalens punkt 5)

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

faglærer ved NTNU.....,

bedrift/institusjon.....og

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

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

1. Med hjemmel i punkt 5 i inngått standardavtale mellom de ovennevnte parter er partene blitt enige om at hovedoppgaven skal båndlegges (hemmeligholdes) i år fra og med tidspunktet for avtaleinngåelsen.
2. Årsaken til båndleggelsen er hensynet til bedriftens/institusjonens konkurranseforhold.
3. Besvarelsen skal - etter utført sensur - innleveres til fakultetet som forestår oppbevaring i hvelv i båndleggingsperioden. Etter båndleggingsperiodens utløp returneres besvarelsen til instituttet.
4. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

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

Avtalen godkjennes:

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



TILLEGGSAVTALE / ØKONOMISK UTNYTTELSE

(Med hjemmel i standardavtalens punkt 4)

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

faglærer ved NTNU.....

bedrift/institusjonog

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

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

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

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

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

Avtalen godkjennes:

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