



HØST 2006

TFY4700 FORDYPNINGSEMNE I BIOFYSIKK

TFY4705 FORDYPNINGSEMNE I FYSIKK

Dette dokumentet henvender seg til sivilingeniørstudenter som skal starte på 5. året høsten 2006, og inneholder

1	Oversikt over prosjekt-tilbud	2
1.1	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	2
1.2	Seksjon for komplekse materialer	7
1.3	Seksjon for teoretisk fysikk.....	18
1.4	Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi.....	25
1.5	Oppgaver innen biofysikk og medisinsk teknologi i samarbeid med Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, Kreftavdelingen ved St. Olavs Hospital og Avdeling for medisinsk teknologi ved SINTEF Helse.....	30
1.6	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	36
2	Seksjonenes orienteringsmøter	39
3	Hvordan inngås prosjektavtaler?.....	39
4	Temaer i fordypningsemnet	40
5	Skjema for valg av fordypningsemne	40

Revidert 3. mars 2006

Spørsmål kan rettes til Snorre Hansen, rom E3-154, tlf. 93416, snorre.hansen@ntnu.no.

1 Oversikt over prosjekt-tilbud

1.1 Seksjon for kondenserte mediers fysikk

Nanoskala strukturering av komplekse oksider med et scanning tunneling mikroskop (STM)

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

For utvikling av strukturer for nanoteknologi-anvendelser er en innfallsvinkel å lage strukturer i konvensjonelle materialer med nanoskala dimensjoner ved hjelp av ulike eksperimentelle teknikker. En variant er å benytte scanning probe teknikker. Scanning probe teknikker, inklusive STM og atomær kraft mikroskopi (AFM), har i de senere år blitt brukt til å lage strukturer på overflater på nanometer skala og til å manipulere individuelle atomer på overflater. Ved NTNU studerer vi hvordan SrRuO_3 , et ferromagnetisk metall med $T_c \sim 155\text{K}$, kan struktureres med nm-presisjon. Oppgaven er spesielt koblet til studier av hvordan STM-spissens geometri påvirker etse-resultatene. Dette er et viktig utgangspunkt for å oppnå god kontroll ved utvikling av forskjellige nanoskala strukturer. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk og Institutt for elektronikk og telekommunikasjon ved NTNU.

Konstruksjon av STM/AFM

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

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

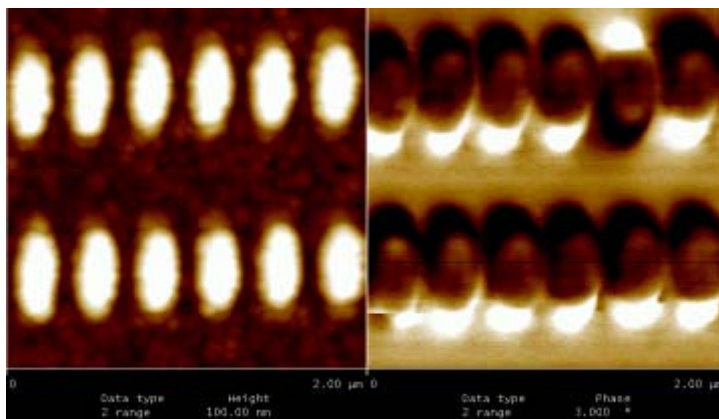
Design och utvärdering av ett AFM för mätningar av elektriska transportegenskaper genom ytstrukturer.

Design av STM för användning i Kryostat.

Optiska studier av magnetiska nanostrukturer

Veiledere: Førsteamanuensis Erik Wahlström(erik.wahlstrom@ntnu.no)
Professor Ola Hunderi (ola.hunderi@ntnu.no)

Magnetoresistiva material är idag viktiga för tekniken bakom IT. Inom projektet ligger huvudvikten på att karakterisera nanostrukturerade magnetiska filmer. De prover som skall studeras har mönstrats med nanolitografiska tekniker så att ca en miljard öar av samma form och storlek har bildats på ett substrat. Studien går ut på använda, ställa upp och modifiera en uppställning för RAS-spektroskopi för att mäta de magneto-optiska egenskaperna och koppla de egenskaperna till de magnetiska och mikromagnetiska egenskaperna hos öarna. Arbetet innebär stimulerande utmaningar både när det gäller experimentellt arbete och teoretisk tolkning och förståelse av observerade fenomen.



Vänster: Ellipser av Ni/Fe och Co avbildade med AFM. Höger: Magnetisk kraftmikroskopibild av samma öar.

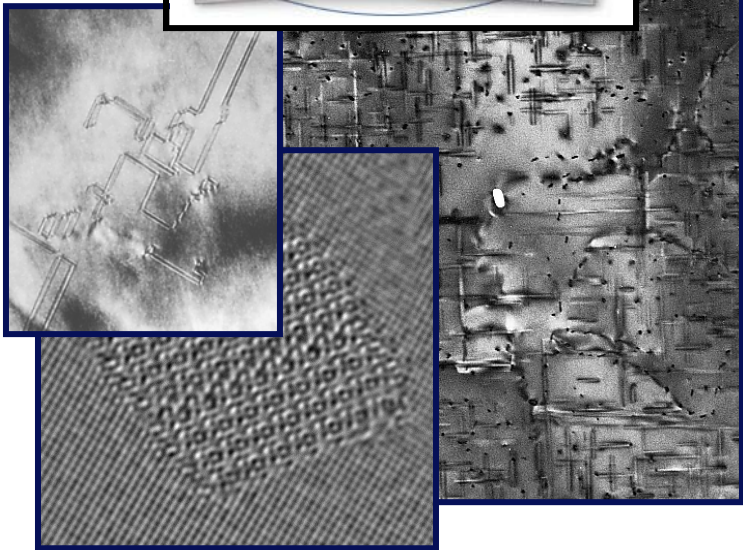
1.1.1 Elektronmikroskopi

Holmestad / Walmsley/ van Helvoort / Vissers / Vullum / Hasting / Nordmark / Tucho i samarbeid med SINTEF Anvendt fysikk (Andersen / Marioara / Tanem / Walmsley)

(e-post: randih@phys.ntnu.no, a.helvoort@phys.ntnu.no, rene.vissers@phys.ntnu.no, per.vullum@phys.ntnu.no, hakon.hasting@phys.ntnu.no, heidi.nordmark@phys.ntnu.no, wakshum.tucho@phys.ntnu.no, sigmund.andersen@sintef.no, calin.d.marioara@sintef.no, bjorn.s.tanem@sintef.no, john.walmsley@sintef.no)



TEM-gruppa arbeider innen materialfysikk med studier av avanserte materialer både eksperimentelt og teoretisk. De makroskopiske egenskapene til et materiale har nære og kompliserte sammenhenger med materialets oppbygging fra atomært til mikrometer nivå. En fellesnevner for forskningen vår er å forstå og etablere slike sammenhenger slik at det blir mulig å skreddersy materialer med ønskede egenskaper. Her bruker vi både eksperimentelle metoder, diverse simuleringsprogrammer, samt beregninger basert på kvantemekanikk. Transmisjons-elektronmikroskopet (TEM) er et instrument der en kan studere nano-skala områder med flere teknikker samtidig: avbildning, diffraksjon, røntgenspektroskopi og energitapsanalyse. Instrumentet er derfor ypperlig for mikrostrukturstudier og materialutvikling.



Vi har en meget velutrustet lab med tre transmisjonselektronmikroskop. 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 materialer og kjemi og norsk industri, samt flere grupper i utlandet. Gruppa kan tilby varierte oppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon.

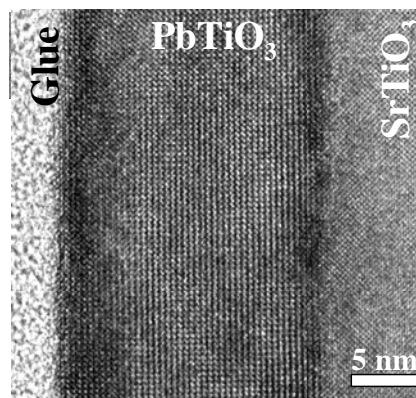
Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Studenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang i gruppa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.-student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme og snakke med oss!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

Utvikling av nye Al-legeringer

Innen lettmetall-legeringer er det store utfordringer når det gjelder å etablere relasjoner mellom mikrostruktur og mekaniske egenskaper som f. eks. styrke, hardhet og duktilitet. Det er metastabile utfellinger av legeringselementer i nanometer størrelse som bestemmer mekaniske egenskaper i Al-legeringer. Vi må forstå utfellingssekvensene for å kunne oppnå de tilsiktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. En modelleringsoppgave innen aluminium kan også bli gitt. Kontaktpersoner: Calin Marioara, René Vissers, Anders Frøseth, Randi Holmestad.

TEM-karakterisering av perovskitt-baserte syntetiske materialer

Ved Institutt for elektronikk og telekom. forskes det på å realisere kunstige materialer med kontrollerbare egenskaper basert på perovskitt-struktur. Innenfor denne materialklassen finner man så forskjellige materialer som høytemperatur superledere, sterkt korrelerte metaller og ferroelektrika. Målet er å skape materialer med nye og forbedrede egenskaper. Dette vil en gjøre gjennom å kontrollere sekvensen av de ulike bestanddeler i de epitaksielle tynnfilmene, dvs vokse hetrostrukturer som inneholder ulike funksjonelle perovskitter i de ulike lagene som bygger opp superstrukturen. Vi studerer her krystallstruktur og koherens i de ulike tynnfilmene med TEM og korrelerer endrede materialeegenskaper med mikrostrukturen. Et viktig aspekt her er å få til å lage gode nok TEM-prøver av tynnfilmene. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for elektronikk og telekom. og Institutt for fysikk. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Ton van Helvoort, Espen Eberg, Thomas Tybell.



TEM-studier av katalysepartikler

I samarbeid med Institutt for prosesskjemi studerer vi forskjellige typer porøse materialer med små partikler som brukes som katalysatorer i et vidt spekter av industrielle prosesser. For å forstå egenskapene til katalysatoren er det meget viktig å vite størrelsen (som kan være ned mot noen få nanometer) og strukturen på partiklene, samt hva slags legering/sammensetning de har. Her er TEM et nødvendig karakteriseringsverktøy. Mikrostrukturstudiene vil foregå i samarbeid med katalysegruppen, og relateres til katalysatorens egenskaper. Kontaktpersoner: John Walmsley, Magnus Rønning, De Chen, Anders Holmen.

TEM-karakterisering av nanostaver av funksjonelle oksider

Gruppen for uorganiske materialer og keramer ved Institutt for materialteknologi syntetiserer 1-dimensionale nanostaver av ferroelektriske materialer som BaTiO₃, PbTiO₃ og enkle oksider som TiO₂ ved hjelp av kjemiske metoder. TEM er et nødvendig karakteriseringsverktøy for å studere disse nanostavene, for å bestemme krystallstruktur, sammensetning, størrelse og morfologi. Arbeidet vil foregå i samarbeid med de som lager materialene og mikrostruktur vil koples opp mot egenskaper. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk, Institutt for materialteknologi og Institutt for elektronikk og telekommunikasjon. Kontaktpersoner: Ton van Helvoort, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud, Guozhong Wang, Tor Grande, Thomas Tybell

Beregninger av EELS spektra

Grenseflata i ferroelektriske tynnfilmene av blytitanat (PbTiO_3) på strontiumtitanat (SrTiO_3) er studert ved hjelp av elektron energitapsspektroskopi (EELS). EELS spektra viser en finstruktur som reflekterer både krystallografisk struktur og båndstruktur i prøva vår. Spektrene er relatert til tettheten av uokkuperte tilstander (density of states (DOS)) over Fermi-nivået. Denne oppgaven er rent teoretisk og går ut på å sette seg inn i programvare (diverse DFT software) for å beregne DOS og sammenlikne med eksperimentelle EELS data. I første omgang vil vi ta for oss de to strukturene, neste steg er å inkludere div. mulige effekter ved grenseflata. Prosjektet er et samarbeid med seksjon for teoretisk fysikk. Kontaktpersoner: Jon Andreas Støvneng, Ton van Helvoort, Anders Frøseth, Randi Holmestad.

TEM-karakterisering av karbon nanokjegler

Karbon nano kjegler er mindre kjent enn karbon nanorør, og består av karbonlag i flate disker og kjegler med forskjellige vinkler. Slike kjegler er foreslått som et egnet medium for hydrogenlagring. TEM-studier av disse kjeglene skal koples opp mot produksjonsparametere og målinger av egenskaper. Interessante parametere som kan finnes ved hjelp av TEM er størrelse, vinkler og morfologi. Prosjektet er et samarbeid med Institutt for Energiteknikk (IFE) og seksjon for komplekse materialer. Kontaktpersoner: Arnljot Elgsæter, Stine Nalum Næss, Randi Holmestad, John Walmsley.

1.2 Seksjon for komplekse materialer

Seksjon for komplekse materialer representerer forskning og vitenskap i fysikk ved instituttet innen grunnleggende materialvitenskap, med spesiell fokus på nanostrukturerte myke og komplekse materialer, komplekse systemer, nanovitenskap og nanoteknologi, og potensielle anvendelser av dette. Seksjonen omfatter vitenskapelig ansatte (7 faste vitenskapelig ansatte, for tiden 6-7 postdocs og et titalls PhD-studenter) som arbeider med eksperimenter, numerisk modellering eller teori.

Følgende faste vitenskapelige ansatte ved Institutt for fysikk er medlemmer av seksjonen (Februar 2006 i alfabetisk rekkefølge):

Arnljot Elgsæter, professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)

Jon Otto Fossum, professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)

Alex Hansen, professor (teoretisk fysikk)

Arne Mikkelsen, professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)

Frode Mo, professor (krystallografi)

Steinar Raaen, professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)

Bo-Sture Skagerstam, professor (teoretisk fysikk)

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

”Komplekse systemer og myke materialer”



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

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

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

Deler av seksjonen har videre en stor aktivitet innen petroleumsrelatert fysikk, med en betydelig bevilgning fra NFR's Petromaks program. COMPLEX nasjonalt er også kjernepartner innenfor EU's Network of Excellence (NoE) for Inside POREs studier, og har en betydelig bevilgning fra dette nettverket.

Fossum og Mo er begge tunge brukere av den sveitsisk-norske strålelinjen SNBL ved ESRF-synkrotronen i Grenoble. Fossum og Hansen har samarbeid med universitetene i Brasilia, Recife og Forta Leza, som også omfatter bruk av den brasilianske synkrotronkilden LNLS i Campinas, Brasil. COMPLEX samarbeider også nært med vitenskapelige grupperinger i København (Niels Bohr instituttet og NORDITA), i Frankrike (f.eks. Ecole Normale Supérieure i Paris, Université de Paris 7, Université de Nice, Université de Rennes 1), i USA (University of Arizona, University of Hawaii, Brookhaven National Lab, etc), i Sør-Korea (Gwangju Institute of Science and Technology) og i flere andre land. NFR støtter flere av disse samarbeidene med dedikerte midler.

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) (Elgsæter/Mikkelsen):

Eksempler på biologiske nanopartikler: Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipider-vesikler. Proteinene sørger blant annet for høgspezifikk 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 myke komplekse materialer (Fossum):

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. Hvordan oppfører myke materialer seg når ytre krefter påtrykkes, f.eks. ytre elektrisk felt, magnetfelt, eller påtrykte spenninger eller deformasjoner (rheologi)? Hovedformålet med denne forskningen er å forstå sammenhengen mellom struktur på nanoskala, og makroskopiske egenskaper til materialer, ved å studere modell materialer, som for eksempel leire ved hjelp av flere eksperimentelle teknikker i parallelle prosjekter.

Sprekkvekst og sprekkmorfologi (Hansen), samt andre utvalgte emner innen teoretisk fysikk:

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

Ferroiske materialer – effekter av temperatur, trykk, elektrisk felt eller størrelse (Mo):

Ferroiske forbindelser omfatter en rekke forskjellige materialer som er i stand til å svitsje mellom to (eller flere) stabile egenskapstilstander under påvirkning av et eksternt felt eller kraft. Vi undersøker ferroiske forbindelser ved røntgendiffraksjon bl.a. for å karakterisere strukturendringer som inntreffer ved en faseovergang. Det har vært antatt at trykk, temperatur og sammensetning er de eneste variablene av betydning for å bestemme en stabil fase. I de seinere år er det blitt klart at også den fysiske størrelsen av prøven (på nanometerskala) er en kritisk parameter både for stabilitet og egenskaper. Vi har startet arbeider for å studere effekter av størrelse, trykk, temperatur og elektrisk felt på forskjellige ferroiske systemer. For arbeidene med elektrisk felt har vi utviklet en gasstrøm termostat prøvecelle med kontroll av relativ fuktighet. Cella inneholder en roterbar kondensator som gjør det mulig å legge et permanent elektrisk DC-felt over krystallprøven. De eksperimentelle arbeidene blir utført med synkrotron røntgenstråling ved Swiss-Norwegian Beam Lines (SNBL), ESRF i Grenoble. Der finnes prøveceller for diffraksjonsstudier under trykk opp til 50 GPa og forskjellige kryostater og ovner for temperaturområdet 5 K – 1100 K.

Nanostrukturerte og komplekse prosesser på overflater (Raaen):

Materialers vekselvirkning med omverdenen foregår via overflaten. Det er derfor viktig å kartlegge og forstå egenskapene til ulike overflater. Hvordan vekselvirker atomer og molekyler med rene overflater, og hvordan resulterer vekselvirkninger mellom atomer på rene overflater i selv organiserte komplekse strukturer? Hvordan kan en overflates elektroniske og strukturelle egenskaper endres ved dannelse av nanostrukturerte overflatelegeringer? Hvordan kan en overflate skreddersys for at en gitt kjemisk reaksjon på overflaten skal være mest mulig effektiv (heterogen katalyse)? Likeledes kan en katalysator brukes til å redusere uønskede miljøskadelige reaksjonsprodukter.

Utvalgte emner inne teoretisk fysikk (Skagerstam):

Se detaljer nedenfor.

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 nylig anskaffet ved instituttet).
- Synkrotron røntgenspredning ved ESRF i Frankrike og ved andre synkrotronkilder for kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nøytronspredningsteknikker ved IFE, Kjeller, for komplementær kart-legging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nanopartikkelkontroll og analyseteknikker, f.eks. fraksjonering og kraftmikroskopi (AFM).
- Elektrondiffraksjon (LEED), og XPS og UPS (røntgen- og UV-fotoemisjon) for overflatestudier.
- Termisk desorpsjon (TPD) av gasser fra faste overflater.
- Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflatereaksjoner.

Seksjonen tilbyr hovedoppgaver/diplomoppgaver innenfor alle punktene ovenfor, og tilbyr både fysikkoppgaver, rene instrumenteringsoppgaver inkludert instrument-programmering, og kombinasjoner av dette. Noen aktuelle oppgaver for 2006 er som følger (organisert alfabetisk etter navn på professor):

Teori, simuleringer og eksperimenter:

Nanopartikler: Biologiske partikler (proteiner, DNA/RNA, polysakkarider, lipid/vesikler).

Professor Arnljot Elgsæter, professor Arne Mikkelsen og post.doc. Stine Nalum Næss.

Kontaktadresser:

Professor Arnljot Elgsæter; Arnljot.Elgsaeter(kralfa)ntnu.no, tlf. 735 93431; rom E3-129 Realfagbygget, NTNU.

Professor Arne Mikkelsen; Arne.Mikkelsen(kralfa)ntnu.no, tlf. 735 93433; rom E3-135 Realfagbygget, NTNU.

Post.doc. Stine Nalum Næss; Stine.Nass(kralfa)ntnu.no, tlf. 735 93435; rom D3-198 Realfagbygget, NTNU.

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

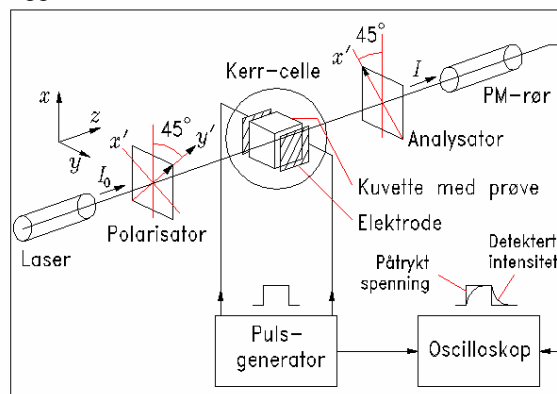
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot det kjedeformede strukturelle proteinet spektrin og dets komponenter og visse spesialiserte lipidvesikkelsystemer. For slike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



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

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.



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

Mikrokalorimetri 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). Vi har et topp moderne instrument til denne bruk (se bildet) og det brukes bl.a. til studier av egenskapene til de ulike formene av spektrin og vekselvirkningene mellom disse.



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

Fryse-etse elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

Karotenfolipider (antioxidant mot mutagen kreft) og astaxanthin-derivat (mulig hjertemedisin) danner vesikulære nanopartikler. Kartlegging av i hvilken grad disse vesiklene består av multilag eller singellag vesikler er viktig for forståelsen av de funksjonelle mekanismene til disse stoffene. Fryse-etse elektronmikroskopi er eksepsjonelt vel egnet for slike studier. Seksjon for komplekse materialer 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: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss og Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU

Numerisk modellering av nanopartikkelsystemers dynamikk

De karakteristiske relaksasjonstidene for middels store nanopartikler ligger i tidsområdet 1 – 1000 μ s. Dette innebærer at det i praksis kun er mulig å modellere dynamikken til slike systemer numerisk ved hjelp av Brownsk dynamikk simuleringer. Detaljerte studier av de fleste nanopartikler krever at partiklene modelleres som ikke-sfæriske. Det er her av stor interesse å finne fram de mest effektive algoritmene for studier av nanopartikler med og uten holonomiske (stive) føringer. Store deler av den nødvendige 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: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

TEM-karakterisering av karbon-nanokjegler

Karbon-nanokjegler er mindre kjent enn karbon-nanorør, og består av karbonlag i flate diskler og kjegler med forskjellige vinkler. Slike kjegler er foreslått som et egnet medium for hydrogenlagring. TEM-studier (transmisjonselektroskopi) av disse kjeglene skal koples opp mot produksjonsparametere og målinger av egenskaper. Interessante parametere som kan finnes ved hjelp av TEM er størrelse, vinkler og morfologi. Prosjektet er et samarbeid med Institutt for Energiteknikk (IFE) og Seksjon for kondenserte mediers fysikk, Institutt for fysikk.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Stine Nalum Næss, Randi Holmestad, John Walmsley.

Eksperimenter:

Professor Jon Otto Fossum

Nanostrukturerte myke og komplekse materialer

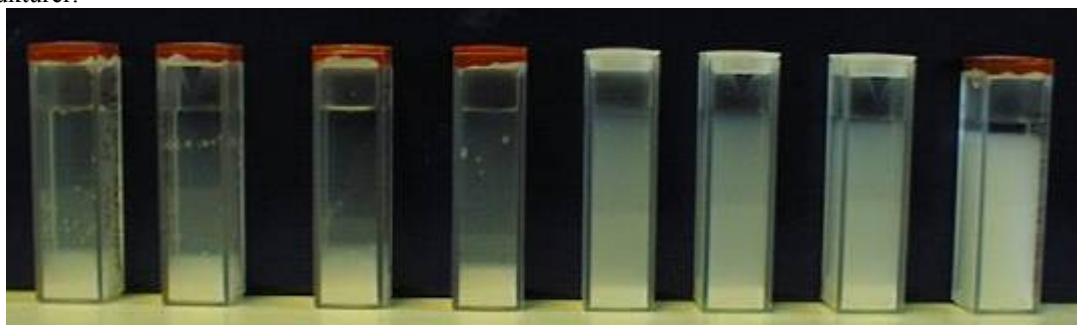
(Gruppe ved NTNU, IFY: Prof. Jon Otto Fossum, forskere Yves Meheust og Ahmed Gmira, stip. Davi Fonseca og Kanak Parmar)

Kontaktadresser:

Professor Jon Otto Fossum, epost: jon.fossum(kralfa)ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160
Realfagbygget NTNU.
Forsker Yves Meheust, epost: yves.meheust(kralfa)ntnu.no.
Forsker Ahmed Gmira, epost: ahmed.gmira(kralfa)ntnu.no.

Nanovitenskap: Delprosjekt innen studier av væskekrystallfaser i systemer av anisotrope nanopartikler

Dette prosjektet omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatartikler, eller leire) i vann i strukturer tilsvarende dem som danner grunnlaget for moderne LCD flatskjermer. Det følgende bildet viser hvordan slike væskekrystallfaser manifesterer seg makroskopisk, som et resultat av hvordan vekselvirkningen mellom ladete plateformede nanopartikler i vann kan "tunes" ved hjelp av ioneinnhold i vannet. Prosjektet har relevans for nanoteknologi og selvorganiserte nanostrukturer.



KONKRET OPPGAVE FOR HØSTEN 2006:

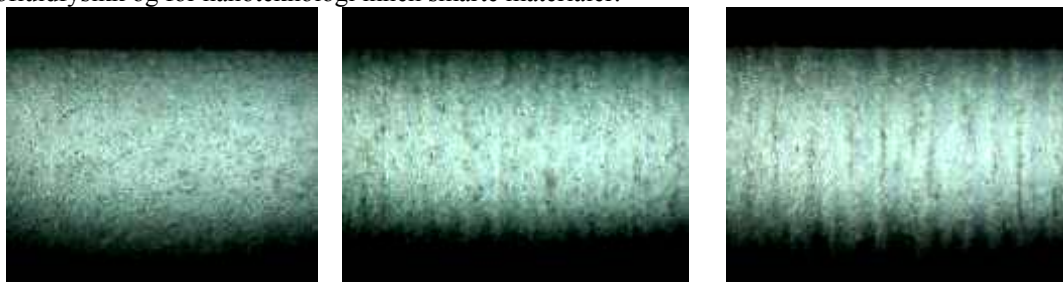
Forskningsgruppen har nylig anskaffet en nytt småvinkel røntgenspredningsapparat (SAXS). SAXS måler strukturer på lengdeskala fra ca 1 nanometer til ca 500 nm. Gruppen har også nylig bygget et oppsett for småvinkel lysspredning (SALS). SALS er prinsipielt helt tilsvarende SAXS mht. prinsipp, men SALS opererer med lysbølgelengde i det synlige området, dvs. med SALS kan en se på strukturer på lengdeskalaer fra ca 500 nm til ca 20 mikrometer. Ved å kombinere SAXS of SALS kan en dermed studere strukturer på lengdeskalaer fra ca 1 nanometer til ca 20 mikrometer. Slik kan man studere både translasjonsorden og orienteringsorden av vekselvirkende anisotrope nanopartikler innefor disse lengdeskalaene, og en kan studere ordnede fraktalstrukturer med porestørrelser innefor det eksperimentelt tilgjengelige vinduet (1nm-20 mikrometer). Konkret går prosjektet ut på å studere slike strukturer for de forskjellige fasene som er vist i bildet ovenfor ved hjelp av SAXS og SALS.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. Medveileder Forsker Yves Meheust.

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

Dette prosjektet omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i olje i strukturer når elektriske felt påtrykkes. Dette er et eksempel på et såkalt smart materiale basert på design av nanopartikler, med mange mulige anvendelser i moderne materialteknologi. Bildene nedenfor viser videomikroskopi av strukturell kjededannelse for et slikt system: Påtrykt elektrisk felt var ca 1kV og "prøvehøyden" var 1 mm. Fra venstre til høyre var tiden henholdsvis 0 sek, 40 sek og 80 sek. Utvikling av kjededannelse med tiden kan ses tydelig.

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



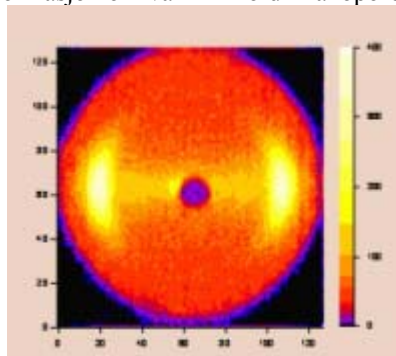
KONKRETE OPPGAVER FOR HØSTEN 2006:

- 1) En oppgave for studier av slike fenomener som vist i figuren ovenfor ved hjelp av rheometri, dvs. studere flyteegenskaper (viskositet) og elastisitet til slike kjedestrukturer som funksjon av påtrykte mekaniske krefter og påtrykt ytre elektrisk felt. Gruppen har forholdsvis nylig anskaffet et state-of-the-art rheometer til dette formålet.
- 2) En oppgave for studier av magnetorheologiske systemer i samarbeid med Universitetet i Brasilia i Brasil. Denne oppgaven vil hovedsakelig skje ved NTNU, men også delvis i Brasilia, og også et kortere opphold for småvinkel nøytron sprednings (SANS) studier ved nøytronreaktoren ved IFE, Kjeller.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. Medveileder: Forsker Yves Meheust.

Miljøfysikk/ Nanovitenskap: Småvinkel røntgen spredning (SAXS) studier av porestrukturer og vanntransport i nano-lagdelte silikatpartikler

Dette prosjektet er i samarbeid med COMPLEX-gruppen ved fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller, og ved UiO, samt med Universitetene i Brasilia og Recife i Brasil, og er en fortsettelse av prosjekter som har gått over de siste årene. Prosjektet omhandler studier av nanoporøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon/transport av vann i slike systemer. Forståelse av slik problematikk har anvendelser innen membranteknologi og ikke minst innefor kontroll av transport av forurensninger i leirebaserte bakkeformasjoner. Dette siste er viktig både i forbindelse med oljeresservoarer i til havs, og i forbindelse med lagring av radioaktivt avfall.. Det følgende bildet viser et eksempel et 2-dimensjonalt SANS diffraksjonsopptak fra nylige studier ved IFE. Slike diffraksjonsmønstre som likner på dem man får fra SAXS, gir informasjon om vanninnhold i nanoporer i materialer.



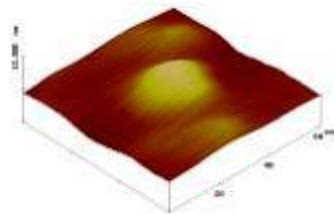
KONKRETE OPPGAVER FOR HØSTEN 2006:

SAXS, SANS studier av vanntransport i nanoporøst materiale kombinert med makroskopiske målinger på de samme prøvene studert vha SAXS og SANS. Makroskopiske målinger vil i hovedsak være TGA (Thermal Gravitational Analysis) som er en metode for måling av totalt vannopptak/frigjøring i prøver. Gruppen har en state-of-the-art TGA for dette formålet. Vi vil også bruke og DSC (Differential Scanning Calorimetry), dvs. varmekapasitetsmålinger for å se på de samme prøvene. Poenget med oppgaven (det er plass til to studenter her), er å se på sammenhenger mellom målinger på nanoskala (SANS og SAXS) og på makroskala (DSC of TGA).

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. Medveiledere: Forsker Yves Meheust, forsker Ahmed Gmira, professor II, seniorforsker Kenneth Knudsen <[knudsen\(kralfa\)ife.no](mailto:knudsen(kralfa)ife.no)> ved IFE, Kjeller og professor Knut Jørgen Måløy ved UiO.

Nanovitenskap: Kraftmikroskopi (AFM)

Gruppen har nylig anskaffet state-of-the-art et kraftmikroskop (AFM: Bildet til venstre nedenfor). Vi har flere prosjekter på dette instrumentet. Bildet til høyre nedenfor viser en nanopartikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet av oss:



KONKRET OPPGAVE FOR HØSTEN 2006:

Videreføring av et prosjekt vi har påbegynt for å se på korrelasjoner mellom 3-dimensjonale strukturer og ruheten til overflater laget ved å la 3-d strukturer kollapse, for eksempel ved å tørke ut geler med fraktalstruktur. Noen uordnede 3-d strukturer er fraktale. Når ru overflater dannes ved å tørke ut slike fraktalnettverk, hvor mye informasjon overføres da til overflateruheten om den opprinnelige fraktalstrukturen? Det er mange uløste spørsmål innenfor denne problemstillingen.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum.og forsker Ahmed Gmira.

Teori og simuleringer:

Professor Alex Hansen:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

(prof Hansen, med flere postdocs og stipendiater)

Jeg har ledige prosjektoppgaver innen ikke-lineære vekstprosesser, sammenbrudd, granulære mediers dynamikk eller strøm i porøse medier studert ved numeriske og teoretiske metoder.

Ta kontakt for detaljer:

Professor Alex Hansen, [alex.hansen\(kralfa\)ntnu.no](mailto:alex.hansen(kralfa)ntnu.no), tel. 73 593649, rom E3-137, Realfagbygget, NTNU.

Eksperimenter:

Professor Frode Mo

Ferroidske materialer

(prof. F. Mo, forsker J.A. Beukes)

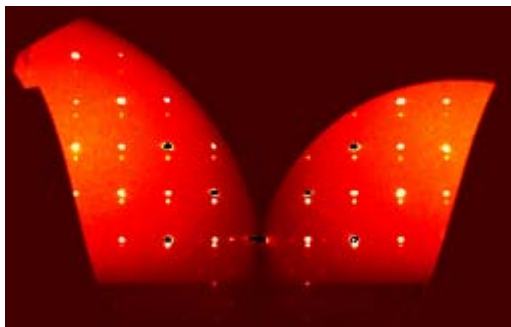
Kontaktadresse:

Professor Frode Mo, [fmo\(kralfa\)ntnu.no](mailto:fmo(kralfa)ntnu.no), tel. 73 593585, rom E3-164 Realfagbygget, NTNU.

Perovskittmaterialer

Perovskittene utgjør en svært viktig gruppe av ferroidske materialer med en ekstrem variasjon i elektroniske egenskaper som omfatter f. eks. ferroelektrisitet, dielektrisitet, høg- T_c superledning og kolossal magnetoresistivitet. Interessen for disse materialene er knyttet både til fundamentale problemstillinger og teknologiske anvendelser. I de seinere år er det blitt klart at de fysiske egenskapene av perovskittmaterialer også kan påvirkes sterkt av størrelsen. Størrelse i nanoområdet kan derfor få stor betydning for bruken av slike materialer i

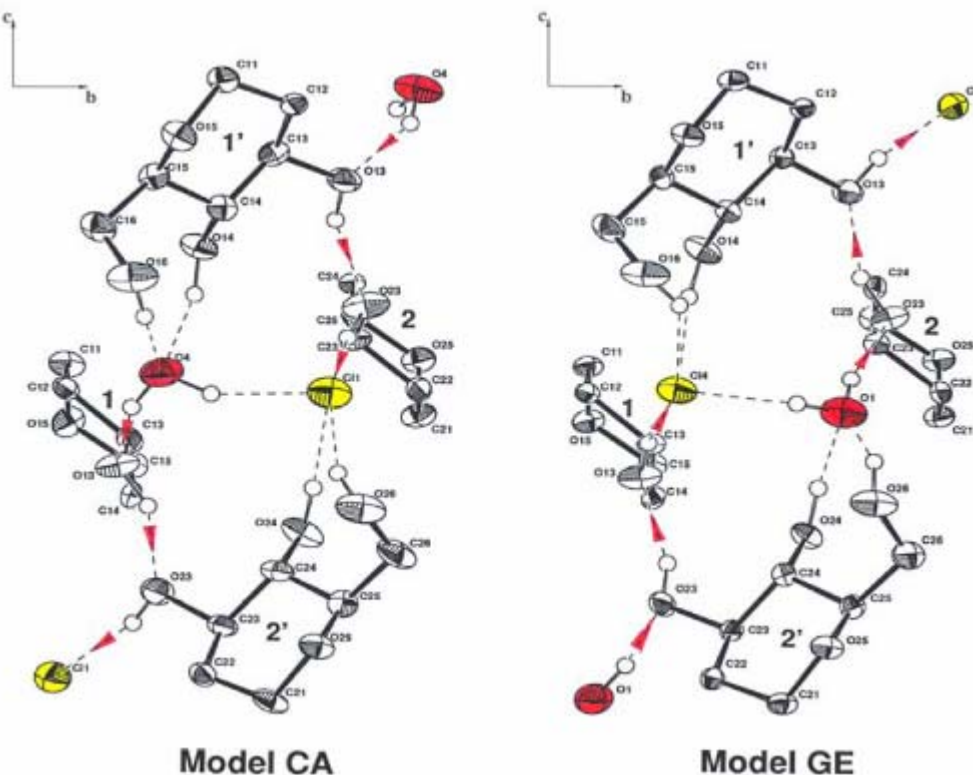
mikromekanikk/mikroelektronikk. En type materialer for røntgenstudier er epitaksiale filmer av ferroelektriske materialer med tykkelse i området typisk 2 – 20 nm. Her ønsker vi å undersøke effekter både av tykkelse og et påsatt elektrisk felt, og av tilpasning til det underliggende substratet. En annen type aktuelle materialer er partikler av et tungmetalloxid med størrelse 2 – 60 nm. Oxidpartiklene er av stor interesse både som materiale i gass-sensorer, i optiske regulatorer og som katalysatormateriale. For disse prøvene vil vi undersøke effekter av størrelse, trykk og temperatur på stabilitet og egenskaper. De to prosjektene er samarbeider med prof. T. Tybell, NTNU og prof. V. Dmitriev, SNBL, ESRF.



Rekonstruksjon av $0\ k\ l$ – planet som viser reflekser for substrat av SrTiO_3 (sterke) og av en 42 nm tykk epitaksial film av PbTiO_3 (svakere). Aksen c^* i substrat og i film er sammenfallende, men er $0.015\ \text{\AA}^{-1}$ kortere i PbTiO_3 .

Organiske hydrater

Den mest aktuelle forbindelsen for en prosjekt- eller hovedoppgave er et organisk hydrat som vi antar er ferroelastisk. Ved faseovergangen skjer en reversering av polariteten som kan forklares ved et ombytte i posisjon av relativt store atomgrupper. Det skjer uten forandring av krystalsymmetrien. Dette er en sjelden og interessant strukturell faseovergang som vi ønsker å beskrive fra nøyaktige diffraksjonsdata. Figuren viser ombytte av Cl og vann i komplekset som medfører en reversering av polaritet langs den polare c-aksen.



For begge prosjektene må en sette seg inn i noe krystallografi og røntgendiffraksjon som er

hovedmetoden for å studere struktur på atomnivå, videre å delta i diffraksjonsarbeider på prøver som vi har. For det organiske hydratet vil prosjektet by på arbeider med datasett for enkrystaller og raffinering av strukturene fra disse settene for å beskrive i detalj hva som skjer ved faseovergangen. Programmer for analyser av data, raffinering av struktur og diverse grafikk finnes.

Eksperimenter og simuleringer:

Professor Steinar Raaen

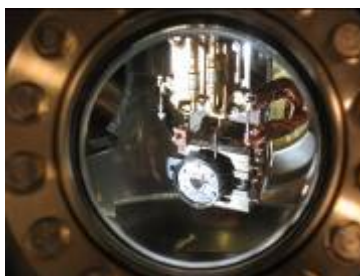
Overflatefysikk

(prof. Steinar Raaen, sip. Henrik Tollefsen, stip. Mari Juel)

Kontaktadresse:

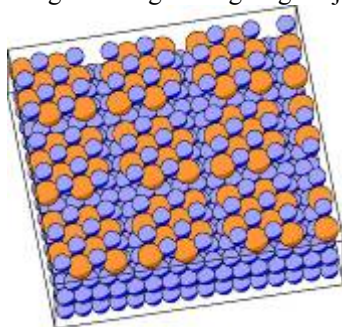
Professor Steinar Raaen. steinar.raaen(kralfa)ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174, Realfagbygget NTNU.

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



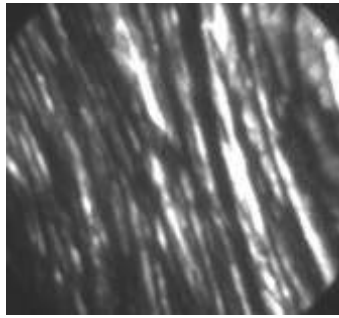
Elektroniske egenskaper av nano-strukturerte metalloverflater

De elektroniske egenskapene til overflaten til et materiale kan modifiseres ved innlegering av andre elementer. Dette kan gjøres ved pådampning av monolag-tykke skikt som deretter varmes. På grunn av lavt frigjøringsarbeid og lav overflate-energi er sjeldne jordart overlag av spesiell interesse. Dette er systemer med ufylte 4f-skall med interessante fysiske egenskaper. Først blir ca. ett monolag med f.eks. samarium deponert på overflaten til en krystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike enkle gasser som f.eks. O₂, CO, C₂H₂, C₂H₄, N₂O studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsparametre undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for katalysatorsystemer som er teknologisk viktig i energi- og miljøsammenheng.



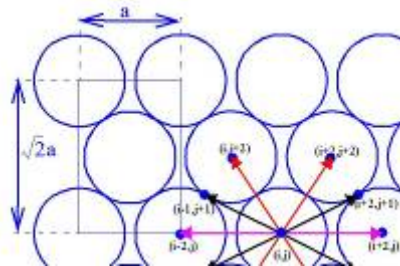
Fotoelektronmikroskopi av overflateprosesser

Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av faste materialer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala må tas i betraktning. Dette gjelder for eksempel transport av atomer og molekyler langs overflaten. Et fotoemisjon elektronmikroskop (PEEM) kan brukes til å studere topografiske variasjoner såvel som variasjoner i overflatepotensial (frigjøringsarbeid) på overflater. Tidsvariasjoner av overflateprosesser kan observeres i "real time". Andre metoder som XPS, UPS og LEED vil brukes sammen med PEEM instrumentet.



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

Tolkning av termisk desorpsjonsdata for adsorberte molekyler på en overflate er komplisert av flere grunner. Et adsorbent molekyl kan sitte på ulike steder på en flate (f.eks. rett over et substrat-atom eller mellom to atomer) som har ulik adsorpsjonsenergi. Likeledes vil vekselvirkning mellom adsorberte molekyler ha stor betydning. Slike prosesser kan simuleres på et overflategitter hvor det kan tas hensyn til 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.



Teori:

Professor Bo-Sture Skagerstam:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

Ta kontakt for detaljer:

Professor Bo-Sture Skagerstam, bo-sture.skagerstam(kralfa)ntnu.no, tel. 73 591866, rom E3-120, Realfagbygget, NTNU.

Man kan få göra vad man vill inom teoretisk fysik och jag kan hjälpa dem så gott jag kan.

Om nu någon vill veta vad jag gör just nu och om det finns något intressant där så kan man ju alltid nämna: granulära medier och modeller för trafikköer; kollektiva effekter i mikroskopiska kvantsystem; dekoherenseffekter i Josephson junctions; superstarka magnetfält och kvantelektrodynamik; termodynamik för icke-abelska gaser och så allt möjligt inom modern kvantoptik (kvantmekaniska fotonpulser; modeller för detektion av impulsmoment för fotonpulser; koherenseffekter i kavitetselektrodynamik;...).

1.3 Seksjon for teoretisk fysikk

1.3.1 Statistisk fysikk, kvantemekanikk eller kvantefeltteori

Kvarkstjerner

Kvarkstjerner er kompakte (hypotetiske) astrofysiske objekter med en masse på størrelse med solmassen og en radius på ca 10 km. Stjernen er en degenerert gass av kvarker, der Fermi trykket motvirker gravitasjonell kollaps. I dette prosjektet skal en studere egenskapene til kvarkstjerner (tetthet, radius, og total masse) ved å bruke tilstandslikningen for kvarkmaterie og løse Tolman-Oppenheimer-Volkov-likningene for stjerner. Dette er likninger som må løses numerisk. Oppgaven kombinerer kvantemekanikk og generell relativitetsteori. Professor Jens Oluf Andersen (jens.andersen@ntnu.no) vil være faglig veileder på denne oppgaven.

Bose-Einstein kondensat

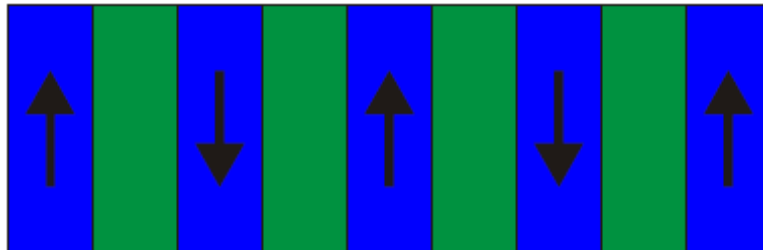
Bose-Einstein kondensater oppstår når temperaturen i en Bose gas blir så lav at avstanden mellom partiklene er like stor som den termiske bølgelengden. Da vil bosonene kondensere i énpartikkel grunntilstanden. Vi skal se på Bose kondensater i harmonisk-oscillator potensialer i to og tre dimensjoner, der en varierer oscillatorfrekvensene som generelt er forskjellige (anisotrop oscillator). Oppgaven er en kombinasjon av analytisk og numerisk arbeid. Professor Jens Oluf Andersen (jens.andersen@ntnu.no) vil være faglig veileder på denne oppgaven.

1.3.2 Kvantetransport i nanostrukturer

Professor Arne Brataas

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

Et elektron har et indre magnetisk moment, et “spinn”. Spinn angir en retning og er ikke bare en tallverdi som elektronets elektriske ladning. I normale metaller er det like mange elektroner med spinn i en bestemt retning som i den motsatte. Elektronets spinn har i disse systemene derfor liten betydning. I en ferromagnet er det et overskudd av elektroner med et spinn i en retning og systemet har et netto spinn, eller et total magnetisk moment. Målinger av transport-egenskapene mellom ferromagneter og vanlige metaller har vist at elektronene som beveger seg også til en viss grad er spinn-polarisert. Det betyr at de bærer med seg et netto magnetisk moment. Det fører til at ikke-magnetiske metaller kan få spesielle magnetiske egenskaper når de er i kontakt med ferromagneter og systemet ikke er i likevekt. Dette fenomenet kalles spinn-innjisering.



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

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

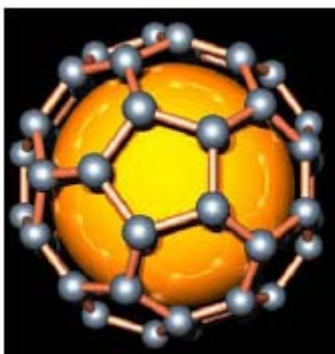
Denne prosjekt-oppgaven er en teoretisk studie av spinnets rolle i kondenserte medier og dets innvirkning på fundamentale transport-prosesser. Dette er en del av min forskningsaktivitet hvor tre post-doc forskere og fire stipendiater arbeider med transport-teori i nanostrukturer:

- 1) Anh Kiet Nguyen: Transport i ferromagnetiske halvledere
- 2) Daniel Huertas-Hernando: Spinn dynamikk i grafen.
- 3) Egor Babaev: Spinn-dynamikk og virvelløkker i ferromagneter
- 4) Jan Petter Morten: Spinn-transport i superledere.
- 5) Roman Shchelushkin: Transport i ferromagnetiske halvledere.
- 6) Jørn Foros: Spinn-dynamikk og transport i ferromagnet-normal metaller.
- 7) Hans Joakim Skadsem: Demping av magnetiserings-dynamikk i ferromagneter.

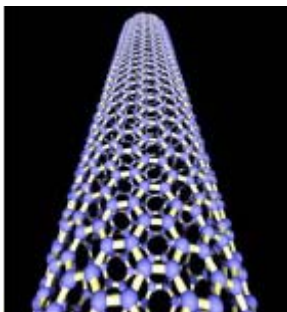
6 av 7 av disse forskningsprosjektene er finansiert eksternt ved bevilgninger fra Norges Forskningsråd gjennom NANOMAT, STORFORS og YFF programmene. Ett prosjekt er støttet av interne midler ved NTNU. Tre aktuelle problemstillinger for prosjekt-oppgaver er beskrevet i mer detalj nedenfor.

1) Dirac-fermioner i to dimensjoner

De fleste kjenner til at karbon kan forekomme som diamant eller grafitt. Undersøker man karbon nærmere helt ned på nano-skala kan man se at det også kan forekomme som karbon nanorør eller som nano-skala fotballer, se figurene nedenfor.

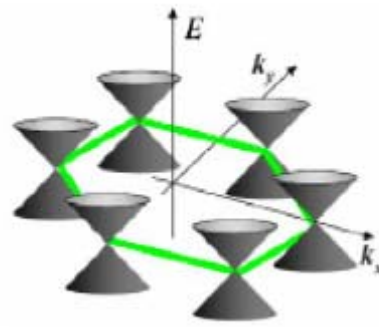
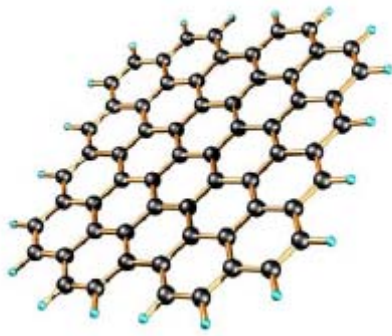


Figur 2: nano-skala fotball



Figur 3: Karbon nanorør

Begge strukturene kan lett lages og integreres i kretser med metaller og halvledere, der strøm og spenning kan kontrolleres helt ned på molekyl nivå. Et enkelt todimensjonalt (2D) lag av karbon i et heksagonalt gitter, grafen, har nylig dukket opp som en ny lovende kandidat i forskningsfeltet, se figuren nedenfor



Ladnings-partiklene (elektroner og hull) i grafen er ikke beskrevet med den vanlige Schrödinger-ligningen men med Dirac-ligningen for relativistiske fermioner. Transport i grafen er derfor identisk med transporten av Dirac fermioner i to dimensjoner. I tillegg til disse eksotiske elektronkegenskapene er grafen veldig rent slik at en strøm flyter lett og kan kontrolleres over lange avstander (~ 1 mikron) uten spredning.

Hittil har det vært mest fokus på ladningstransport i grafen. Lite er kjent om hvordan spinn beveger seg i grafen. Forståelsen av dette er hovedmålet i dette prosjektet. Transporten av spinn er i hovedsak påvirket av spinn-bane-koplingen. Dette betyr partiklenes dreieimpuls også påvirker dynamikken til deres spinnet gjennom koplingen. Noen eksempler på viktige størrelser som skal studeres er: 1) Styrken av spinnbanekopling på grunn av topologiske defekter eller vekselvirkningen med urenheter og dislokasjoner. 2) avstanden som elektroner/hull kan bevege seg gjennom systemet med deres spinn bevart. Daniel Huertas-Hernando forsker innen dette feltet. En til to studenter kan arbeide på dette prosjektet.

2) Magnetisk domenevegg og Berry fasen

Et kvantemekanisk partikkel kan tilegne seg en gaugeinvariant fase, den såkalte Berry fasen eller den geometriske fasen. Dette er en fundamental egenskap med kvantesystemer oppdaget beskrevet relativt nylig av Sir Michael Berry i 1984! Eksempler på fysiske realisasjoner av Berry fasen er Aharonov-Bohm effekten og kvantisering av magnetisk fluks i superledere. Berry fasen avhenger ikke av dynamikken til kvantesystemet men av den geometriske banen systemet har tilbakelagt.

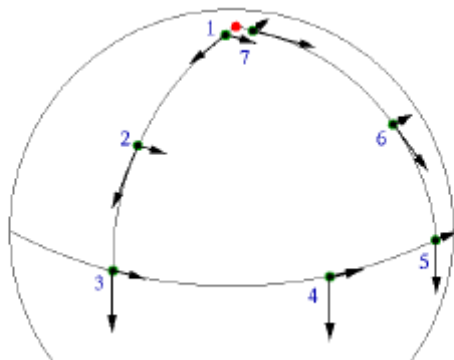


Figure 4: Eksempel på en klassisk Berry fase. Endringen på den horisontale vinkelen på vektoren avhenger kun av banen vektoren har tilbakelagt.

Oppgaven: Partikler som går i gjennom en magnetisk domenevegg får en Berry fase. Det er nylig oppdaget i vår gruppe at magnetiske domenevegger har en indre motstand mot adiabatisk transport av partikler med spinnbane kopling. Oppgaven består i å relatere den indre domenevegg motstanden med Berry fasen.

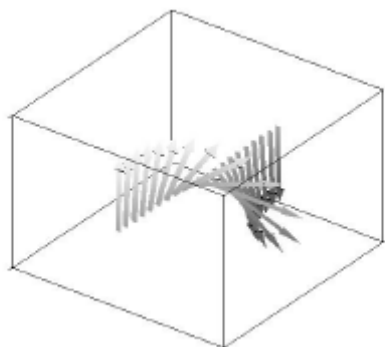
Anh Kiet Nguyen forsker på dette temaet. Antall studenter (1-2).

3) Hull transport i magnetiske halvledere

Ladningsbærere i moderne halvledere kan være hull med positiv ladning og $3/2$ spinn. Transportegenskaper for disse hullene i ferromagnetiske halvledere er av stor interesse siden ferromagnetiske halvledere har potensialet til å både lagre informasjon (magnetisering opp og ned) og endre på informasjonen, dvs forandre magnetiseringsretningen og de kan integreres med mer konvensjonelle halvledere.

Oppgaven består i å studere kvantetransporten av hull gjennom en domenevegg i ferromagnetiske halvledere. Domenevegger er topologiske defekter som skiller regioner med forskjellige magnetisering, se figuren nedenfor. Hull-transporten skal studeres i forskjellige transportområder: diffusjon, ballistikk og adiabatisk.

Anh Kiet Nguyen forsker innen dette feltet. Antall studenter: 1-4.



Figur: Domenevegg i ferromagnetisk halvleder

Kontaktpersoner:

Professor Arne Brataas
Email: Arne.Brataas@ntnu.no
Telefon: 73 59 36 47
Kontor: Realfagbygg*E5-116

Postdoktor Anh Kiet Nguyen
Email: kiet.nguyen@ntnu.no
Telefon: 73551093
Kontor: Realfagbygg*D5-180

Postdoktor Daniel Huertas-Hernando
Email: danielhh@ntnu.no
Telefon: 73591870
Kontor: Realfagbygg*E5-147

1.3.3 I samarbeid med Institutt for energi- og prosessteknikk

Forslag til prosjektoppgaver høsten 2006:

1. Elektromagnetisk strålingsteori: Tidsavhengige deformasjon av væskeoverflater når de belyses av en laserpuls.
2. Feigel-effekt: Dette er også klassisk elektromagnetisk teori; en teoretisk mulighet til å ekstrahere mekanisk impuls fra kryssede elektriske og magnetiske felter i det ytre rom. Oppgaven er tidliger blitt lyst ut igjennom ESA, og et par rapporter fra universiteter i Europa er kommet ut i februar i år. Oppgaven består i å sette seg inn i det hele, og se om idéen har noe for seg.
3. Casimireffekten; analyse av mulige målbare effekter ved å benytte realistiske data for materialeegenskapene som input i Lifshitz-formelen.
4. Kosmologi. Her er det flere muligheter, helst innen viskøs kosmologi i 4-dimensjonalt eller 5-dimensjonalt rom.

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

1.4 Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi

1.4.1 Medisinsk teknologi

Transport av terapeutiske makromolekyler i kreftvev

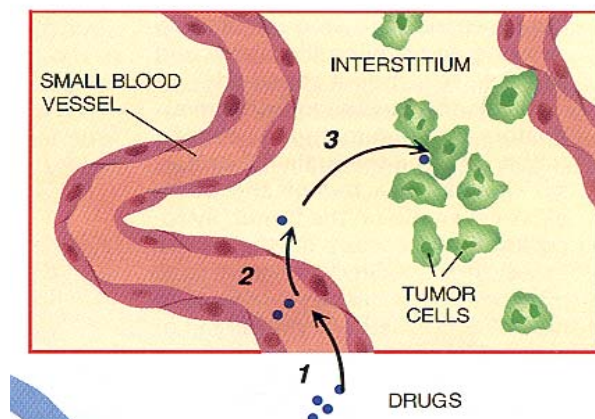
Det blir tilbudt 4 oppgaver med denne problemstillingen

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

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

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

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



Cellegiftens 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**

Oppgave 1: Diffusjon av ladete makromolekyler i geler.

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

Oppgave 2: Struktur av ekstracellulær matrix

Formål: Strukturen av ekstracellulær matrix er av stor betydning for makromolekylers evne til å penetrere gjennom vevet. Vi ønsker å sammenlikne strukturen av collagen i ulike typer normalt vev og kreftvev å se om vi kan bestemme en karakteristisk parameter (2. ordens susceptibilitet) for vevet som reflekterer collagenstrukturen. Videre vil vi undersøke i hvilken grad en eventuell slik parameter kan korreleres med opptaket av makromolekyler i vevet.

Metode: Generering av andre harmoniske signal er vist å gi god avbildning av collagen. Med andre harmonisk signal menes her at to fotoner med en gitt frekvens eksiteres samtidig og emitterer til et foton med den dobbelte frekvensen (eller halve bølgelengden). Dette skjer uten absorpsjon eller andre former for emisjon slik at energien er bevart. Kun spesielle molekylære strukturer, såkalte ikke-sentrosymmetriske strukturer er i stand til å generere andre harmoniske signal. Collagen er et av få proteiner som kan generere det 2. harmoniske signalet. Ved å benytte to-foton mikroskopi og måle emittert lys ved den halve bølgelengden skal strukturen av collagen avbildes og 2.ordens susceptibilitet bestemmes.

Oppgave 3: Effekten av enzymene collagenase og hyaluronidase på cellesyklusfordeling

Formål: Det er rapportert om forsøk som tyder på at enzymene collagenase og hyaluronidase som bryter ned ekstracellulær matrix også har celleulære effekter. Vi ønsker å kartlegge om enzymene påvirker cellesyklusfordelingen og induserer apoptose i celler som gror som monolag og som sfæroider.

Metode: Cellesyklusfordeling og apoptose vil bli målt med flow cytometri.

Oppgave 4: Transfeksjon av cellelinjen OHS med "green fluorescent protein" (GFP)

Formål og metode: Vi ønsker å transfektere osteosarcom cellelinjen OHS med et plasmid slik at cellene uttrykker GFP. Transfektete kreftceller celler som er fluorescerende vil lett kunne skilles fra normalt vev. Dette ønsker vi å benytte i tumorer som gror i transparente vinduskammer i mus

1.4.2 Oppgaver innen biofysikk

Studier av lysindusert celledød

Veiledere: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson, Ståle Ramstad

Vi er interessert i mekanismene for *lysindusert inaktivering av kreftceller og bakterier*. Ved å tilføre et stoff populært kalt ALA (amino levulinic acid) kan man i kreftceller og bakterier øke konsentrasjonen av fotopigmenter. Etter lyseksitasjon av disse starter en rekke reaksjoner som fører til celledød. Metoden blir nå brukt klinisk, bl.a. for å lysbehandle enkelte former av tumor på hud, og prøves også på andre tumor-former ved bruk av lysledere. Behandlingen blir kalt PDT (Photo Dynamic Therapy).

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

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

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

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

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

Måling av fasefølsom fluorescens fra planter

Veileder: Thor Bernt Melø

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

Photophysical studies of systems containing carotenoids and/or vitamin E

Veileder: Thor B. Melø and Razi Naqvi

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

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

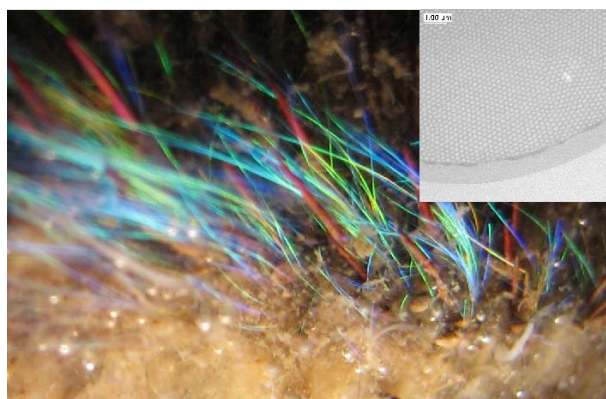
1.4.3 Nanostructured biomaterials and bio-nanotechnology

Project supervisors: Pawel Sikorski, Department of Physics & NTNU NanoLab.

For living organisms, fabrication of complex 3D structures on the nm-length scale is a common and what appears to be a remarkable easy task. Complex structures can be manufactured from variety of materials, e.g. proteins, polysaccharides, and through controlled biomineralisation, from inorganic materials. Nanostructures can have a whole range of properties, tailored for a specific function they play within a living organism. Some natural nanomaterials are very stable and have exceptional mechanical properties, some have unique optical properties.

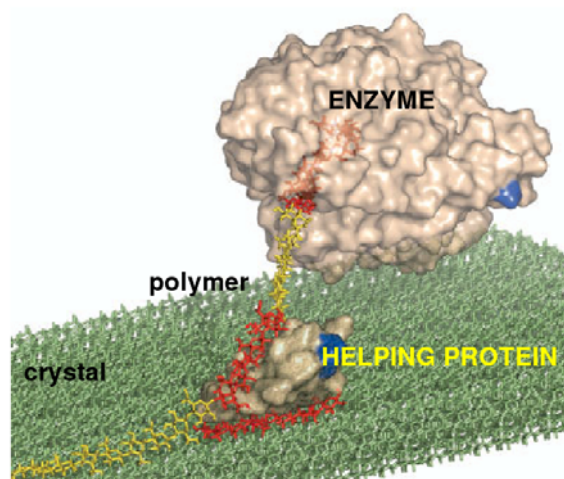
NANOSTRUCTURED BIOMATERIALS FROM SEA WORM *APHRODITA ACULEATA*.

One of the projects will focus on using various characterization techniques to study the size distribution, geometrical arrangement and properties of hollow nanochannels located inside chitin threads produced by marine worm *Aphrodita Aculeata* (diameter ~100 nm, >30000 channels within single thread with the external diameter of 0.1 mm). Due to the internal structure these threads have unique optical properties (see picture). Applications of these biological nanostructures in various areas of nanoscience will be explored.



INFLUENCE OF SUBSTRATE NANOSTRUCTURE ON ENZYMNATIC HYDROLYSIS OF CHITIN.

In the second possible project, you will use Atomic Force Microscopy (AFM) and Electron Microscopy (EM) to study degradation of chitin biopolymer by bacterial enzymes. In nature chitin exist in form of crystalline fibres and whiskers ~10 nm in diameter. These fibres are part of composite material (which also including proteins and calcium carbonate) from which for example shrimp shell is built. Chitin nanostructure has a dramatic effect on the efficiency of the degradation as enzymes need to disrupt chitin crystals before polymer chains can be cut. Full understanding of the degradation is important in converting chitin waste



(form for example seafood industry) into valuable products or a source of renewable energy. The project is in collaboration with the Protein Engineering and Proteomics group at Norwegian University of Life Sciences.

Interested? Need more information? Please send me an email (pawel.sikorski@phys.ntnu.no) or visit my office (B4-154).

1.5 Oppgaver innen biofysikk og medisinsk teknologi i samarbeid med Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, Kreftavdelingen ved St. Olavs Hospital og Avdeling for medisinsk teknologi ved SINTEF Helse.

1.5.1 Nukleærmedisin

Den medisinske anvendelsen av radioaktive forbindelser til bildediagnostisk vevskarakterisering, funksjonsundersøkelser og målsøkende terapi, kalles nukleærmedisin.

På St. Olavs Hospital ligger Nukleærmedisinsk seksjon i Avdeling for bildediagnostikk, sammen med røntgen, mammografi og MR. 2 leger, 5 bioingeniører og en fysiker er ansatt ved seksjonen, og vi utfører ca 3200 undersøkelser i året.

Hjerneperfusjon (^{99m}Tc -HMPAO)

Hjerneperfusjon er en undersøkelse man utfører ved mistanke om demens, utredning av cerebrovaskulær sykdom, lokalisere epileptisk fokus, oppfølging ved normaltrykkshydrocephalus. Ved injeksjon gies ^{99m}Tc -HMPAO, som passerer blod/hjernebarrieren og fordeler seg i sentralnervesystemet noenlunde proporsjonalt med regional blodgjennomstrømning.

Oppgaven vil gå ut på å optimalisere opptaksbetingelser for å få best mulig bildekvalitet, eventuelt også se på prosesseringsparametere som kan påvirke bildekvalitet. Til arbeidet vil vi benytte et hodefantom, og bildetaking med gammakamera. Pga daglige pasientundersøkelser og lav kapasitet, vil man bli nødt til å gjøre forsøk på ettermiddag, dvs fra ca 14.30 og litt utover ettermiddagen.

Ved spørsmål om oppgaven ta kontakt med fysiker Bente Konst, bente.konst@stolav.no.

1.5.2 Oppgaver ved Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, DMF

En oversikt over prosjekt/diplomoppgaver finnes på siden

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

Kontaktpersoner: Professor Hans Torp (hans.torp@ntnu.no), Post doc. Svein-Erik Måsøy (svein-erik.masoy@ntnu.no)

Magnetisk resonans avbildning (MRI): T₁-, T₂- og T₂*-mapping i fantomer

Parametrisk mapping er et begrep som brer om seg i medisinsk bildediagnostikk. Formålet er å avbilde parametre som gir nyttig informasjon ved diagnose og behandling av pasienter. Ved parametrisk mapping med MRI kreves det ofte kjennskap til de basale relaksasjonstider: T₁ (longitudinell), T₂ (transversal) og T₂* (effektiv transversal) på singelvoxel nivå for å kunne produsere medisinsk relevante bilder.

Oppgaven vil bestå i å bygge et hensiktsmessig fantom for kvalitetssikring av parametrisk mapping i et MR-system. Fantomet må bestå av ulike 'sub-compartments' som har ulike MR relaksasjonstider. Relaksasjonstidene i fantomets ulike 'compartments' bestemmes uavhengig med MR singelvolum relaksometri.

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

1.5.3 Studentoppgaver fra Avd for Medisinsk Teknologi ved SINTEF Helse

Kontaktperson: (Toril.N.Hernes@sintef.no)

For alle oppgaver fra Avd for Medisinsk Teknologi gjelder:

Oppgaven er i tråd med avdelingens strategi.

Oppgaven har en klar forankring i (ha direkte nytteverdi for) nåværende eller planlagt prosjekt.

Oppgaven har en klar målsetting og plan.

Diplomoppgaver skal som hovedregel gi grunnlag for publisering.

Oppgaven er relevant for evt senere PhD studium.

Veileder skal ha forskerkompetanse.

Veileder har overordnet ansvar for studenten og for veiledningens kvalitet.

Veileder har ansvar for at studenten får oppfølging av veileder og/eller andre i henhold til plan.

Besvarelsen skrives på engelsk.

Oppgavene fordeles utifra en totalvurdering av avdelingens prioriteringer, oppgavenes innhold og studentenes forutsetninger:

Studentene leverer en kort søknad, som skal omfatte:

vitnemål som viser fag/karakterer

hvorfor interesse for denne oppgaven

eventuelle planer/ønsker for videre arbeid/karriere, PhD?.

Studenter som vil utføre både prosjekt- og diplom-oppgave blir foretrukket, og som evt. planlegger PhD-studium innen fagområdet.

Det er ønskelig at studenten har egen (bærbar) PC eller Mac.

OPPGAVER:

1) Multimodal visualization of preoperative MRI/CT and intraoperative 3D ultrasound

We have a lot of data from surgical procedures (and images taken prior to surgery), such as 2D and 3D MRI, CT, ultrasound, fMRI, video endoscope images, etc. In this project we want to investigate different methods of visualizing these data in one display.

The project is suited for students in radiology (applying methods) and computer sciences (implementing new methods/algorithms).

Contacts for more information: Thomas.Lango@sintef.no, Frank.Lindseth@sintef.no

2) Using micro positioning devices to track flexible ultrasound probes in laparoscopic surgery: 3D ultrasound acquisition and accuracy evaluation

In laparoscopic surgery, there is often a need for imaging during and after a surgical operation has been performed to look for the pathology and for blood vessels and to check the result after resections. X-ray imaging is sometimes performed and also 2D ultrasound. We wish to develop and integrate a micro position tracker (Aurora, NDI, Canada) with a laparoscopic ultrasound probe with a flexible array on the tip for freehand 3D imaging. The project involves integration of the sensor onto the probe and testing in the lab of the accuracy of the 3D acquisitions. Phantoms are available for performing such tests. Some software is also already available for performing this project, such as 3D ultrasound reconstruction, visualization, etc.

The project is suited for students with some knowledge in programming and an interest in working with a more practical project; instrumentation and lab testing (measurements).

Contacts for more information: Thomas.Lango@sintef.no

3) Volume to volume registration between preoperative and intraoperative images

Preoperative data is used in diagnosis and planning of surgical procedures. These images help the surgeon get an overview of the anatomy / pathology during surgery. However, as the surgical procedure progresses, these images become outdated and no longer correspond with the changing anatomy. Ultrasound imaging is used to get an updated view during the procedure. It is of interest to increase the value of the preoperative images in surgery by registering these to the ultrasound images.

The project will attempt to find algorithms for registering MR images to ultrasound images in a robust manner. The project is suited for students with knowledge and an interest of programming in C++, typically from computer science. Furthermore, a knowledge of the open source libraries ITK is also an advantage for working with this project.

Contact for more information: Frank.Lindseth@sintef.no, Jon.H.Kaspersen@sintef.no, Erik.Harg@sintef.no

4) Segmentation of medical images (MRI, CT, ultrasound, etc.)

The project involves developing methods / algorithms for segmentation of medical images from MR / CT / ultrasound data and testing these on real patient data.

Examples of subtasks and clinical applications for this project:

- Brain tumor segmentation and volume estimation and comparison of volumes as measured from ultrasound and MRI images. An important issue is to investigate what segmentation methods and parameters work for the various types of data (MR, CT, ultrasound) and also for the various organs.
- Abdominal aortic aneurysm (AAA) segmentations from MRI / CT images.
- Segmentation of blood vessels from abdominal CT images
- Extraction of other abdominal organs from CT/MRI prior to image guided laparoscopic surgery: e.g. liver, tumors, kidneys, adrenal gland, venes, etc.

The project is suited for students with knowledge and an interest of programming in C++, typically from computer science. Furthermore, a knowledge of the open source libraries VTK /ITK is also an advantage for working with this project. An important aspect is to obtain knowledge of the segmentation methods available in the ITK (www.itk.org) framework.

Contact for more information: Frank.Lindseth@sintef.no, Jon.H.Kaspersen@sintef.no, Thomas.Lango@sintef.no

5) Evaluation of a new method for predicting rupture of abdominal aortic aneurysm

Patients with enlarged abdominal aorta (abdominal aortic aneurysm, AAA) are at risk of experiencing that the aorta bursts (rupture). When an intact AAA is detected, it is possible to prevent rupture by placing a stent-graft inside the aorta to relieve load from the aortic wall. Before initiating a treatment (operation or endovascular intervention), the clinician must evaluate the risk associated with the treatment versus the risk for rupture. At present, treatment is recommended when the maximum AAA diameter exceeds 55 mm, shows a rapid expansion or the aneurysm becomes symptomatic. Studies have, however, shown that the diameter measure gives an inaccurate prediction of rupture. A new ultrasound-based method for assessing rupture risk has therefore been developed by SINTEF in collaboration with St. Olav's Hospital. The method calculates strain, which is a quantitative measure of elongation and contraction of the wall tissue due to the passing blood pulse.

The objective of the exercise suggested here, is to evaluate and improve the method. Evaluation may include accuracy testing on simulated ultrasound data and/or a reproducibility study with real clinical data.

Contacts for more information: Reidar.Brekken@sintef.no

6) Image assisted surgical navigation based on open source toolkits.

The aim of a surgical navigation system is to help the surgeon to steer surgical instruments within the body in a safe manner by means of image data and tracking technology, much the same way as a car can be navigated in a terrain using electronic maps and GPS. Within 'Center of competence for 3D ultrasound in surgery', both a commercial navigation system (SonoWand, www.mison.no) and a research system (CustusX, http://www.sintef.no/content/page1_594.aspx) have been developed. Recently, also a public domain toolkit for image guided surgery was released (www.igstk.org). The proposed project aims at investigating the functionality offered by this toolkit, build a prototype navigation system on top of the toolkit and if possible test the usefulness of the prototype in a neuro-surgical operation (e.g. the removal of a brain tumor). Programming will be a key component of the project (i.e. suited for a computer science student). It is desirable that the work starts as a "in depth project" and is continued as a diploma-thesis. The project is suited for two students that wish to work together, but this is not a requirement.

Contact for more information: Frank.Lindseth@sintef.no

7) Probe calibration for 3D freehand ultrasound

a) Generally developing new and more automatic methods for probe calibration. Especially it is of interest to compare existing methods and develop automatic methods for validation of new methods and closer integration of these methods with a navigation system for surgery (CustusX, see project 6)

b) In 3D freehand ultrasound acquisitions it is important to make sure that position data is tagged to each image correctly in space and time. In this project we want to perform measurements of the synchronization difference between ultrasound image (2D) acquisition and position data reading (4x4 matrix of rotation and position). The temporal offset between the positions and images can be

calculated by comparing the location of the position sensor, as the probe is moved in a certain manner in a water bath, with the change in position of the detected line in each ultrasound image. More information on this can be found here: http://mi.eng.cam.ac.uk/~rwp/stradx/temporal_calib.html

These projects are suited for students with knowledge in image processing, programming and an interest for some lab work.

Contacts for more information: Frank.Lindseth@sintef.no, Thomas.Lango@sintef.no

1.5.4 Prosjektoppgaver ved Kreftavdelingen St. Olavs Hospital.

Ved Kreftavdelingen kan det til høsten tilbys 3-4 prosjektoppgaver innenfor følgende aktuelle temaer:

Eksperimentelle oppgaver innen strålingsbiologi på cellenivå.

Modellering av strålingsrespons på pasientpopulasjoner ved ulike behandlingsteknikker.

Utvikling av dosimetrimetoder for 2D/3D verifikasjon av avanserte behandlingsmodaliteter.

Etablering av intensitetsmodulert stråleterapi (IMRT).

Opgavene vil så langt som mulig rettes inn imot det til enhver tid klinisk relevante utviklingsarbeidet ved avdelingen og nærmere presisering av oppgavene vil avklares sammen med kandidatene utover våren.

Veiledere:

Jomar Frengen

e-post: jomar.frengen@stolav.no tlf: 73867825

Trond Strickert

e-post: trond.strickert@stolav.no tlf: 73867823

Anne Beate Langeland Marthinsen

Anne Dybdahl Wanderås

Nina Levin

1.6 Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk

1.6.1 Prosjektoppgaver innen fysikk fagdidaktikk

Fagdidaktikk dreier seg om fagets egenart som undervisningsfag; dets historie, innhold, metoder og begrunnelser. En fagdidaktisk prosjektoppgave kan innebære innsamling og analyse av data i form av for eksempel spørreskjema eller intervjuer, utvikling og evaluering av undervisningsopplegg eller dokumentanalyser. En fagdidaktisk prosjektoppgave egner seg for studenter med interesse for fagets formidling, enten i skolen eller i en videre sammenheng. Det kan være mulig å bygge prosjektoppgaven på studentens egne ideer.

1. Hvem er fysikkstudenten?

Vi ser en tendens til at dagens elever og studenter velger bort realfag til fordel for andre fag og studier. Noen hevder at dette fenomenet skyldes at realfagene er ”i utakt” med unges identitetsbygging og ideologier. Det er gjort en rekke studier av elevers oppfatning av naturfag / fysikk i skolen og deres holdning til naturvitenskap generelt, som peker i denne retningen. For å utfylle dette bildet er det av interesse å undersøke hva som har motivert studenter som starter på et studium i fysikk, hvilke framtidplaner de har og hvordan faget inngår i deres identitet.

Oppgaven vil innebære innsamling og analyse av spørreskjemaer til nye studenter ved fakultetet, og å sammenholde resultatene med aktuell litteratur. Prosjektoppgaven gir mulighet for utvidelse ved at respondenter kan følges opp med intervjuer, eller ved at også studenter på andre fag kan inngå i undersøkelsen.

Oppgaven kan alternativt ha ”ingeniørstudenten” som fokus.

Veileder: Berit Bungum

Aktuell litteratur:

Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2005). Et meningsfylt naturfag for dagens ungdom? *NorDiNa* 2, 18 - 35.

Angell, C. Henriksen, E. K & Isnes, A. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!

Fysikkfaget i norsk utdanning: innhold – oppfatninger – valg. I D. Jorde & B. Bungum (red):

Naturfagdidaktikk – perspektiver, forskning, utvikling. Oslo: Gyldendal Akademisk

FUN-undersøkelsen: Se Skolelaboratoriet for Fysikk ved UiO: <http://www.fys.uio.no/skolelab/fun/>

2. Tolkninger av teknologi i lærebøker

I de nye læreplanene som innføres høsten 2006 i forbindelse med ’Kunnskapsløftet’ i grunnskolen er *Teknologi og design* definert som et emne som skal inngå i fagene matematikk, kunst- og håndverk og naturfag. Spesielt i naturfag er emnet synlig i læreplanene ved at Teknologi og Design er et eget hovedområde.

Lærebøker og andre læremidler er av stor betydning for hvordan et emne i læreplanen tolkes og realiseres av lærere, spesielt vil dette gjelde for et emne som mangler tradisjon i skolen.

Oppgaven går ut på å analysere hvordan Teknologi og design framstår i lærebøker som utgis i forbindelse med de nye læreplanene. Hvordan følges emnets intensjoner opp, innenfor fag og på tvers av fag? Hvilke tolkninger av teknologi er framtredeende?

Oppgaven kan fokuseres på enkelte fag eller sees tverrfaglig, den kan avgrensnes til enkelte trinn og også gis et komparativt element ved å sammenlikne med læremidler fra andre land.

Veileder: Berit Bungum.

Aktuell litteratur:

Læreplanene:

http://www.utdanningsdirektoratet.no/upload/larerplaner/Fastsatte_lareplaner_for_Kunnskapsloeftet/IM1037-Kunnskapsloeftet.pdf

Om læreplaner og læremidler:

Imsen, G. (1997): Lærerens verden. Innføring i generell didaktikk. Oslo: Universitetsforlaget.

Kapittel 7, 8 og 9.

Om teknologi og teknologiundervisning:

Bungum, B. (2003): Perceptions of Technology Education. A cross-case study of teachers realising technology as a new subject of teaching. Dr. scient. Avhandling, NTNU.

http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_no_ntnu_diva-8-1_fulltext.pdf

Kapittel 2 og 3.

Bungum, B. (2004): Teknologi og Design i norsk skole: Faget som ”ikke ble”. Norsk pedagogisk tidsskrift 88, 382-394.

1.6.2 Oppgaver i samarbeid med SINTEF energiforskning

Kontaktperson: Professor Tore Løvaas (tore.lovaas@phys.ntnu.no)

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

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

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

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

Anvendelse av ikke-termisk plasma i forbrenningsprosesser og reduksjon av utslippsgasser.

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

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

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

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

2 Seksjonenes orienteringsmøter

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

Mandag 13.03.2006 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for biofysikk og medisinsk tekn.	rom D4-132
Tirsdag 14.03.2006 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom D4-144
Onsdag 15.03.2006 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for teoretisk fysikk	rom E5-103
Torsdag 16.03.2006 kl. 10.15 - 12.00	Seksjon for komplekse materialer	rom E3-128
Torsdag 16.03.2006 kl. 12.15 - 14.00	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	rom D4-132

3 Hvordan inngås prosjektavtaler?

Avtale om prosjekt kan ikke inngås før **27. april 2006 kl.14.15**. På dette tidspunkt holder seksjonene hver for seg møter med studenter som har sitt primærønske om prosjekt ved seksjonen. På møtet er seksjonen representert ved seksjonslederen og flest mulig av veilederne. Avtale om prosjekt inngås for de studenter hvis ønske kan imøtekommes uten problemer. I de tilfellene der det er for mange studenter med samme ønske forsøkes minnelige ordninger. Hvis dette mislykkes, utvelges studentene til konkurranseutsatte prosjekter ut fra veilederens skjønn av hva som er den beste løsningen, eller ved loddtrekning.

Prosjektavtalemøter torsdag 27. april 2006, kl.14.15:

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

For prosjektvalg etter 27.april gjelder først til mølla-prinsippet. Eksterne prosjekter forutsetter at en av det faste vitenskapelige personalet ved instituttet er villig til å være instituttansvarlig. Prosjektavtaleskjemaet som finnes på siste side fylles ut og leveres studentekspedisjonen ved Institutt for fysikk senest **12.mai**.

4 Temaer i fordypningsemnet

Vi lister her opp fordypningstema slik de er planlagt for høstsemesteret 2006. Faglærerne vil kunne gi nærmere opplysninger.

Foruten fordypningstema skal det også velges et prosjekt og et valgbart emne / ingeniør emne evt. et ikke-teknisk emne (se studieplan i studiehåndboken, program F1). Det er laget et skjema for disse valgene som skal leveres Institutt for fysikk innen 12. mai. Se Skjema for valg av fordypningsemne.

Tema i TFY4700 Biofysikk, fordypningsemne:

- TFY1 Avbildning ved magnetisk resonans (3.75stp)
- TFY2 Biofysiske mikroteknikker (7.5stp)
- TFY3 Energi- og miljøfysikk (7.5stp)
- TFY4 Fotobiofysikk (3.75stp)
- TFY5 Fysiologi (3.75stp)
- TFY6 Klinisk fysikk for stråleterapi (3.75stp)
- TFY7 Målesensorer og transdusere (7.5stp)
- TFY8 Nanopartikkel og polymerfysikk (7.5stp)
- TFY9 Lys, syn, farge (7.5stp)
- TFY10 Romteknologi I (7.5 stp)

Tema i TFY4705 Fysikk, fordypningsemne:

- TFY3 Energi- og miljøfysikk (7.5stp)
- TFY7 Målesensorer og transdusere (7.5stp)
- TFY8 Nanopartikkel og polymerfysikk (7.5stp)
- TFY9 Lys, syn, farge(7.5stp)
- TFY10 Romteknologi I (7.5 stp)
- TFY12 Biofysikk (7.5stp)
- TFY13 Fysikk, fagdidaktikk (7.5stp)
- TFY14 Funksjonelle materialer (7.5stp)
- TFY16 Ikkelineær dynamikk (7.5stp)
- TFY17 Kvanteteorien for faste stoffer (7.5stp)
- TFY18 Relativistisk kvantemekanikk (7.5stp)
- TFY22 Molekylær biofysikk (7.5stp)

5 Skjema for valg av fordypningsemne

Se neste side.

Institutt for fysikk

VALG AV FORDYPNINGSEMNE OG
IKKE-TEKNISK EMNE EVT. INGENIØREMNE
FOR STUDENTER I 5. ÅRSKURS, HØSTSEMESTER 2006

Navn:

e-post-adr:

(Fyll ut begge poster ovenfor tydelig!)

FORDYPNINGSEMNE (kryss av ett):

TFY 4700, Biofysikk fordypning

eller

TFY 4705, Fysikk fordypning

Tema

(Velg enten to tema på 3,75 stp hver eller *ett* på 7,5 stp. NB! Bruk *korrekte betegnelser*, dvs emnekode og navn fra Studiehåndbok 2006-2007. Denne ventes å foreligge ca. 1. mai.

1) Tema **stp**

2) Tema **stp**

Prosjekt

15,0 stp

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

.....

Eventuell ekstern veileder:

..... Institutt.....

Tittel på prosjektet:

.....

SUM FORDYPNINGSEMNE: **22,5 stp**

VALGBART EMNE / INGENIØREMNE (Biofysikk og medisinsk teknologi):

eller

IKKE-TEKNISK EMNE (Teknisk fysikk):

Emnenr + navn

7,5 stp

SUM TOTALT: **30,0 stp**

DATO: _____ UNDERSKRIFT _____

(Fyll ut to eksemplarer av skjemaet, behold det ene og lever det andre til INSTITUTTET innen 12. mai 2006.

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

