



## **SIF 4097 FORDYPNINGSEMNE I BIOFYSIKK**

## **SIF 4099 FORDYPNINGSEMNE I FYSIKK**

Dette heftet henvender seg til studenter som skal bli 5. årsstudenter fra høsten 2002, og inneholder

- |                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 1. Oversikt over prosjekt-tilbud    | side 2  |
| 2. Gruppens orienteringsmøter       | side 23 |
| 3. Hvorledes prosjektavtaler inngås | side 23 |
| 4. Skjema for prosjektavtaler       | side 24 |

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

# 1. Prosjekt-tilbud

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

## Seksjon for kondenserte mediers fysikk

### Prosjektoppgaver: Fotoemisjonslabben

Veileder: Prof. Steinar Raaen

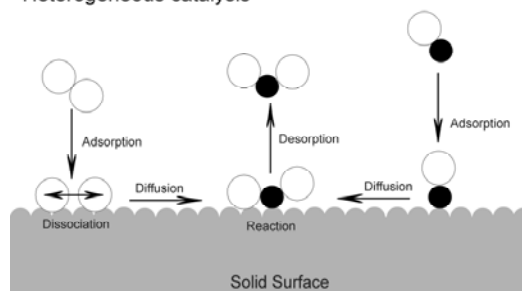
Overflatefysikk er en internasjonalt stor og viktig forskningsdisiplin som bl.a. tar sikte på å oppnå grunnleggende forståelse av teknologisk viktige fenomener som f.eks. katalyse og korrosjon, og som er sentral innen moderne mikro- og nanoteknologi. Ulike eksperimentelle overflateanalyse-teknikker brukes dessuten rutinemessig innen industri til å karakterisere forskjellige overflater i teknologisk sammenheng.

Fotoemisjonslaboratoriet består av forskjellige analyseteknikker som foregår i ultra-høy-vakuüm: XPS (x-ray photoemission spectroscopy), UPS (ultraviolet photoemission spectroscopy), LEED (low energy electron diffraction), TPD (temperature programmed desorption), samt fotoelektron-mikroskopi. I tillegg finnes utstyr for in-situ prøvepreparering.

Virksomheten i fotoemisjonslaboratoriet er konsentrert om grunnleggende studier av metalloverflater, herunder metalloverflaters vekselvirkning med enkle gasser. Studier av tynne metallfilmer som deponeres på ulike substrater av andre metaller har vært sentralt. Av spesiell interesse er å oppnå en grunnleggende forståelse av hvordan elektronisk struktur og dermed overflatens egenskaper påvirkes av endringer på overflaten, som f.eks. adsorbater eller tynne overlager av andre metaller.

Anbefalt fordypningsemne: *SIF40AL "Funksjonelle materialer"*

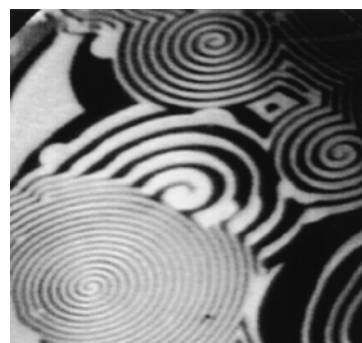
Heterogeneous catalysis



Mulige oppgaver er bl.a.:

### 1. Fotoelektron-mikroskopi av overflatereaksjoner

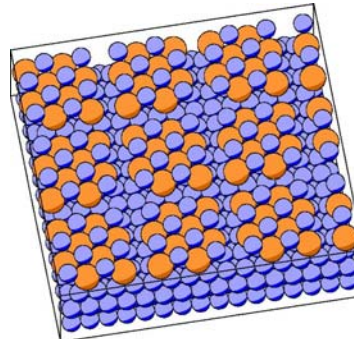
Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av katalysatorer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala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



Reaksjonsmønster ved oksydering av CO på en platinaoverflate

## 2. Elektroniske egenskaper og struktur av modifiserte 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 varme-behandlet for å lage en velordnet overflate-legering. Adsorpsjon av ulike gasser f.eks. O<sub>2</sub>, CO eller CO<sub>2</sub> studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjons-energi undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er bl.a. å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for reelle katalysator-systemer, og som er teknologisk viktig i energi og miljø sammenheng.

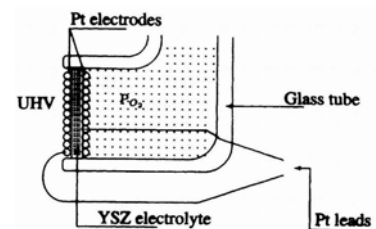


Skjematisk bilde av modifisert La-Rh overflate



## 3. 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-vakuum (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.

## Utvikling av nye Al-legeringer

Innen lettmetall-legeringer er det store utfordringer når det gjelder å etablere relasjoner mellom mikrostruktur og mekaniske egenskaper, som for eksempel styrke, hardhet og duktilitet. Vi må forstå utfellingssekvensene for å kunne oppnå de tilsiktede bruks-egenskapene. Oppgaven vil bestå av eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri.

Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara.

## Lodding av Al-legeringer

Opgaven gjelder mikrostrukturundersøkelser av loddeforbindelser mellom noen Al-legeringer og en Mg- og Mn-holdig Al-legering pålagt et "clad"-materiale. Effekten av forskjellige mengder og typer av fluksmateriale skal studeres både med hensyn på partikkelfordeling og diffusjon. Arbeidet skjer i samarbeid med SINTEF og Hydro Aluminium. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, Calin Marioara, John Walmsley.

## Sammenføyning av sensorer

Avanserte mikroelektronikk- og MEMS-brikker (mikro-elektro-mekaniske-systemer) består gjerne av ulikt dopede silisiumstrukturer (halvledere) etset til ønsket geometri. Ledningsmønstre og funksjonelle områder i metall pådampes før brikkene innkapsles i glass og/eller plast. Dette gir

mange materialtekniske utfordringer, spesielt under sammenføyningen og ved bruk i høye temperaturer. Oppgaven vil ta for seg en eller flere problemstillinger knyttet til fremstilling av MEMS-brikker, og innebærer bruk av avanserte mikroskopiteknikker som SEM, TEM og AFM. Kontaktpersoner: Gunnar Pettersen, Ragnvald Høier.

### **Studier av aluminiumoverflater**

I to store forskningsprogrammer i regi av NTNU/UiO/SINTEF blir aluminiumoverflater studert mht overflatebehandling, korrosjon, overtrekking og adhesjon. Det er mulig å definere mange interessante prosjekter innenfor rammen av disse programmene. De kan velges slik at de passer bakgrunnen og interessene til den enkelte student, og vil omfatte karakterisering (TEM, AFM etc) og elektrokjemiske egenskaper. Kontaktpersoner: Jostein Mårdalen (D4-121, tlf 90231), John Walmsley, Yingda Yu.

### **Mikrostruktur av hydrider**

Hydrogen antas å bli en viktig fremtidig forurensningsfri energibærer. Oppgaven går ut på ved hjelp av TEM å studere mikro- og nano-struktur av metallhydrider, som er potensielle kandidater for lagring av hydrogen. Studier av mikrostrukturen vil kunne øke forståelsen av materialets oppførsel slik at hydrogenlagringsegenskapene til disse hydridene kan bli bedret. Arbeidet vil skje i samarbeid med IFE, Kjeller. Kontaktpersoner: Carmen Andrei, John Walmsley, Randi Holmestad.

### **Kvantitativ elektrondiffraksjon**

Konvergentstråleelektrondiffraksjon (CBED) er en teknikk som kan brukes for å studere bindinger i materialer. Den detaljerte intensiteten i et CBED-bilde kan sammenlignes med teoretiske beregninger, og viktige strukturparametre kan på denne måten raffinere og bestemmes med stor nøyaktighet. Vi har gjennom flere år utviklet programmer for simulering av CBED-bilder og for sammenligning av eksperimentelle og simulerte bilder. Oppgaven går ut på å sette seg inn i teorien for elektrondiffraksjon, evt utføre eksperimenter, og bruke tilgjengelig programvare for å studere bindingsforhold i materialer som GaAs og CaF<sub>2</sub>. Kontaktpersoner: Jesper Friis og Randi Holmestad.

### **Ferroelastiske keramer**

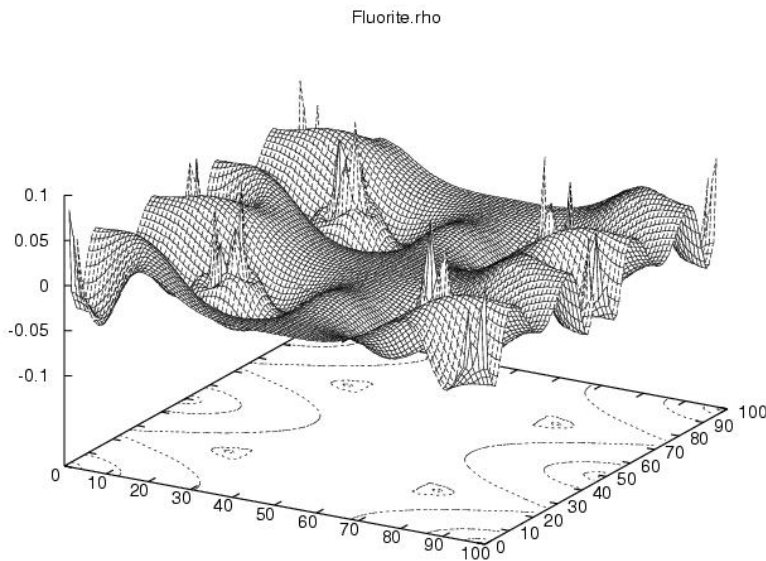
Perovskitter (ABO<sub>3</sub>) er en klasse keramer som det har vært stor forskningsaktivitet rundt i de senere år. Disse keramene har egenskaper som gjør dem velegnet som materiale ved produksjon av oksygenpermeable membraner, i brenselceller etc. En del av materialene viser seg å være ferroelastiske i faser med bestemte krystallstrukturer, dvs at det er 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, på både makroskopisk og mikroskopisk skala, som ennå ikke er forstått. Oppgaven vil gå ut på å studere ferroelastiske materialer i mikro- og nanometerområdet for bedre å kunne forstå mekanismene bak ferroelastisitet. Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad.

### **Atomistisk/elektronisk modellering**

De siste 10-20 årene har det vært en eksplosiv vekst i bruken av simulering av struktur/dynamikk på elektronisk/atomisk skala. Utviklingen av metoder har i stor grad fulgt utviklingen av regnekraft. Omfanget av mulige anvendelser er stort - fra simulering av kjernefysiske "prøvesprengninger" til simulering av sprekkdannelse i materialer.

I gruppe for elektronmikroskopi bruker vi kvantemekanisk simulering for å undersøke problemer som: Hvorfor har de herdende partiklene i enkelte aluminiumslegeringer nåleform? Hva er

elektronstrukturen og egenskapene til "struktur x" som er undersøkt i elektronmikroskopet (se fig).



Figur 1: Elektrontetthet i Mg<sub>2</sub>Si

Aktuelle prosjektoppgaver vil dreie seg om bruk av "state of the art" kvantemekanisk modelleringsverktøy. Det kan også være aktuelt med oppgaver innen videreutvikling av kildekode og bruk av NTNUs tungregnerressurser (NOTUR, ntnu.notur.no).

Kontaktpersoner: Anders Frøseth, Randi Holmestad.

### **Transmission Electron Microscopy of High Pressure Die Casting of Light Metals**

Complicated shapes can be cast by forcing liquid Al or Mg alloys into a mould. Liquid metal is introduced into a sleeve and forced into the mould with a piston. Cooling rates in the casting are very rapid. This is an area where industrial production is increasing at a rate of 15-20% pa. There is lot of activity in this area in NTNU (Institutt for Materialteknologi og Elektrokjemi), in collaboration with Norsk Hydro Aluminium, Norsk Hydro Magnesium and institutions in Australia and the U.S.A. There are still some fundamental issues to be sorted out to fully develop the process and improve production procedures. Very little has been done to study the microstructures that are produced during the cooling process and how they vary within the material. The Transmission Electron Microscope is an ideal tool to do this. Samples will be provided from IME. The student would learn to prepare and examine TEM samples and have plenty of opportunity to discuss interpretation of results with research workers in both the Physics Department and IME. The work could very easily form the basis for a Diploma project.

Contact;

Ragnvald Høier Physics – 93588 - ragnvald.hoier@phys.ntnu.no

Otto Lohne IME – 92794 - otto.lohne@metek.sintef.no

John Walmsley SINTEF – 50378 – john.walmsley@matek.sintef.no

### **1)Kritisk oppførsel ved superledende faseovergang**

Høytemperatur superledere skiller seg sterkt fra lavtemperatur superledere ved de fysiske mekanismer som driver overgangen mellom normal og superledende tilstand. Den korte koherenslengden i høytemperatur superledere er den viktigste årsaken til dette. De beste metodene for å studere disse forholdene i høy- $T_c$  variantene har vist seg å være varmekapasitetsmålinger og ultralyd. Gruppen

utfører begge typer måling, og har samarbeid med Hiroshima og Grenoble både om framstilling av materialet, og kompletterende målinger. Hiroshima tilbyr nå et nytt materiale som vi er interessert i å studere: NdCeCuO

Dette utmerker seg ved at det er elektrondopet høytemperatur superleder i motsetning til de aller fleste andre, som er hulldopet. Det pågår et doktorgradarbeid (Thisted), og målingene vil bli utført i nær tilknytning til dette. Kontaktpersoner: Kristian Fossheim, Ulrik Thisted

## **2) Inntrenging av magnetiske flukslinjer i nanoskala tynnfilm superleder.**

Mange lavtemperatur superledere, som Pb og Al, har så lang koherenslengde at de som tynnfilm kan framstilles med en tykkelse som er mye mindre enn koherenslengden. Dette medfører i slike tilfeller at de blir oppfattet som 2-dimensjonale systemer. I et samarbeid med Institute of Microelectronics i Moskva framstilles denne typen filmer, samt multilags tynnfilmstrukturer med alternerende lag av Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pb-Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Pb... Innledende studier viser uvanlige superlederegenskaper i disse filmene. Prosjektet går ut på å utføre videre kartlegging av egenskapene, spesielt ved magnetiseringsmålinger som registrerer inntrengningen av magnetisk fluks. Kontaktpersoner: Kristian Fossheim, Ulrik Thisted.

**3) K. Fossheim:** En ny metode for meget ressurs sparende hurtigboring i fjell uten roterende borehode er under utredning. Metoden som er eksperimentelt verifisert, baserer seg på anvendelse av høyspenningspulser som sprenger fjell, betong etc. Det teoretiske grunnlaget er lagt, og det trengs numeriske bergninger for å gjøre pålitelige overslag over hvilken borehastighet som kan oppnås med tanke på boring ned til stor dyp. Prosjektet er formulert som et rent anvendt fysikk prosjekt, og vil være greit gjennomførlig for en fysikkstudent eller matematikkstudent med interesse for anvendt vitenskap og rimelige anlegg for programmering.

**Rettlederteam:** Emil J. Samuelsen (rom E3-137), Johannes Bremer (rom E3-124), Dag W. Breiby (rom E3-142);

e-post: [Fornavn.Etternavn@phys.ntnu.no](mailto:Fornavn.Etternavn@phys.ntnu.no)

Polymere halvleder-materialer regnes 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.

### **”Polymere halvleder-materialer som tynne sjikt og som fibrer i porøse medier”**

*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 også blir plassert i porene til porøse materialer som cellulose (dvs. spesielt papir) eller aerogel (porøst glass). Eksperimentelt arbeid vil bestå av en eller flere av følgende:

- spektroskopiske målinger med synlig lys. Absorpsjonsspektra. Lumenescens-spektra.
- spektroskopiske målinger 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.

### ***I samarbeid med Per Otto Hetland, Justervesenet, Kjeller***

#### **”Supraledning i tynnsjikt FET-krets av polymer halvleder ved lav temperatur”**

Det skal etterprøves rapportert null-motstandstilstand i slike materialer under ladnings-injeksjon i en *feld-effekt-transistor* ved kryogeniske temperaturer, og ulike material-typer studeres.

### ***I samarbeid med Per Nygård, Papirindustriens Forskningsinstitutt:***

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

### ***Overflateplasmoner og magnetooptisk Kerr-effekt.***

(Veiledere: *J. Bremer, F. Hansteen og O. Hunderi.*)

Magnetooptisk aktive materialer påvirker lysets polarisasjonstilstand. Overflateplasmoner er kollektive eksitasjoner av elektroner i prøver med frie ladningsbærere, som for eksempel metaller og doped halvledere. Eksperimentelle data tyder på at plasmoner kan forsterke magnetooptiske effekter.

Vi tilbyr en prosjektoppgave der studenten skal måle hvordan plasmoneksitasjoner modifierer fase og amplitude for innkommende lys som reflekteres fra magnetooptisk aktive overflater og grenseflater. Prøvene vil bestå av tynne filmer og multilagsystemer bestående av Co-, Ni-, Au-, Ag-, YIG-lag, osv. Typisk tykkelse på lagene er 10 – 20 nm. Eksperimentene vil bli utført med magnetfelt i polar, transversal og longitudinal orientering. Målte data skal sammenliknes med modellberegninger. Oppgaven vil passe for en student med interesse for optikk og anvendt faststoff-fysikk.

### ***Tidsoppløst spektroskopi***

(Veiledere: *J. Bremer, O. Hunderi*)

Femtosekundspektroskopi er basert på registrering av små tidsforsinkelser ved hjelp av korrelasjonsmålinger. En typisk måling foregår slik: En Ti-dopet safirlaser pumpes av en Nd:YAG laser. Pulsen splittes i en stråledeler. Etter at den ene pulsen er forsinket et bestemt antall femtosekunder bringes begge strålene til å overlappe for eksempel i en frekvensdoblende krystall. Ved hjelp av "pump and probe"-teknikker kan for eksempel tidsavhengig refleksjonsamplitude for lys reflektert fra overflater måles, for fotonenergier over og under kritisk energi for interbandovergang. Tidsoppløst laserspektroskopi vil være svært nyttig for å forstå hvordan lysabsorpsjon avhenger av overflateplasmoner og deres vekselvirkning med adsorbater.

Vi ønsker i første rekke en student med interesse for optikk og laserfysikk. Oppgaven vil bestå av å bygge opp/prøve ut et femtosekund laseroppsett, samt å gjøre innledende målinger på utvalgte modellsystemer.

### **Atomisering og kalibrering av system for termisk deponering av tynne filmer på substrat.**

Oppgaven består av 4 deler:

1. Et eksisterende system skal automatiseres og strømlinjeformes for rutinemessig deponering av tynne filmer på substrat.
2. Systemet skal kalibreres
3. Systemet testes ved deponering av multilagsfilmer av metall/dielektrikum typen. Et eksempel på et slikt system er et antirefleksbelegg på en film av aluminium.

4. De optiske egenskapene til de deponerte filmene karakteriseres ved hjelp av optisk spektroskopi/ellipsometri

Veileder: Johannes Bremer og Ola Hunderi

### **Scanning tunneling mikroskopi (STM) studier av tynne filmer på kobolt (1-2 studenter)**

Veileder: Prof. Anne Borg ([anne.borg@phys.ntnu.no](mailto:anne.borg@phys.ntnu.no))

Studier av vekstprosesser i metall-metall systemer er av såvel fundamental som av anvendt interesse. Forståelsen av hvordan en film starter å gro og hvordan veksten utvikler seg med økende filmtykkelse er vesentlig for ulike varianter av tynnfilmteknologi. I denne oppgaven skal vekst av kobolt (Co) eller rhenium (Re) på enkrystallinske kobloverflater studeres ved hjelp av STM. STM kan blant annet benyttes til å studere topografi på overflater på atomær skala. Vekst av Co på Co-overflater (homoepitaksi) skal gi informasjon om kritisk størrelse for nukleasjon av øyer og aktiveringsenergi for diffusjon på kobolt. Tynne Re-filmer på Co er valgt fordi kobolt er kataysator for en rekke viktige kjemiske reaksjoner og Re brukes som tilsatsmateriale til Co for spesifikke reaksjoner. Studier av Re/Co danner således en basis for å forstå de grunnleggende egenskapene til denne typen bimetalliske systemer. Oppgaven er av eksperimentell karakter.

### **Nanoskala etsing av SrRuO<sub>3</sub> i et scanning tunneling mikroskop (STM)**

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

Postdoc Thomas Tybell ([thomas.tybell@fysel.ntnu.no](mailto:thomas.tybell@fysel.ntnu.no))

For utvikling av strukturer for nanoteknologi-anvendelser er en innfallsvinkel å lage strukturer i konvensjonelle materialer med nanoskala dimensjoner ved hjelp av ulike eksperimentelle teknikker. En variant er å benytte scanning probe teknikker. Scanning probe teknikker, inklusive STM og atomær kraft mikroskopi (AFM), har i de senere år blitt brukt til å lage strukturer på overflater på nanometer skala og til å manipulere individuelle atomer på overflater. I denne oppgaven skal det utvikles en teknikk der spissen i et STM benyttes til å etse tynne filmer av perovskittmaterialet SrRuO<sub>3</sub>, et ferromagnetisk metall med  $T_c \approx 155K$ . Etsingen vil foregå ved å regulere tunnelleringsstrømmen mellom spissen og oksidoverflaten. Målsettingen er å kunne etse dette materialet kontrollert på nanometerskala og basert på disse etsestrukturene lage epitaksielle nanostrukturer av perovskitter. SrRuO<sub>3</sub> kan gros som tynne filmer med store terrasser,  $\approx 200nm$  brede, som er atomært flate med moderne deponeringsteknikker. Dette er et viktig utgangspunkt for å oppnå god kontroll ved utvikling av forskjellige nanoskala strukturer. Vekst av prøvemateriale med magnetron sputring vil inngå i oppgaven. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk og Institutt for fysikalsk elektronikk ved NTNU.

### **Atomær kraft mikroskopi (AFM) studier av friksjon og slitasje på aluminiumsoverflater (1-2 studenter)**

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

Postdoc Ali Ata ([ali.ata@phys.ntnu.no](mailto:ali.ata@phys.ntnu.no))

Forsker Gunnar Pettersen ([gunnar.pettersen@matek.sintef.no](mailto:gunnar.pettersen@matek.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 ved polymer-aluminiumoksid grenseflater. 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 polymerer med ulike funksjonelle grupper og oksidoverflater skal undersøkes. Effekten av overflateruhet på adhesjonsegenskapene skal også studeres. 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 prosessene involvert i adhesjon mellom et belegg og et substrat.

## SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

**Spintronikk** Kontaktperson : Arne Brataas

Et elektron har et indre magnetisk moment, et "spinn". Spinnnet 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 bestemt 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-polariserte. Det betyr at de bærer med seg et netto magnetisk moment. Det fører til at ikke-magnetiske metaller kan få spesielle magnetiske egenskaper når de er i kontakt med ferromagneter og systemet ikke er i likevekt. Dette fenomenet kalles spinn-innjisering.

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

Denne prosjekt/diplom-oppgaven er et teoretisk studie av spinnets rolle i kondenserte medier og dets innvirkning på fundamentale transport-prosesser. Vi vil undersøke transport-egenskapene til sammensatte normal metall - ferromagnet - superleder strukturer. Analytiske og/eller numeriske beregninger vil bli utført avhengig av studenten(e)s interesse. Det kan være mulig å ta diplom i forlengelse av prosjektet.

Flere opplysninger kan finnes på <http://www.phys.ntnu.no/~abrataas/> eller ved å sende e-post til [brataas@fas.harvard.edu](mailto:brataas@fas.harvard.edu). (1-2 studenter).

**Mesoskopisk fysikk** Kontaktperson: 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 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, mekaniske og biologiske 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. De eksterne parametrene i systemet er under kontroll og vi kan studere fundamentale problemer som også har direkte relevans for nanoteknologi.

Vi vil i dette prosjektet studere transport-egenskapene til et to-dimensjonalt system som kan lages i sammensatte halvleder-strukturer av GaAs og AlGaAs. I slike systemer kan man videre lage kunstige kvasi-en-dimensjonale strukturer og for noen av disse er konduktansen kvantisert. Dette er en kvante-effekt som følge av dannelsen av stående bølger. Vekselvirkningen mellom elektronene fører til nye fenomener for disse kvantiserte tilstandene, fordi korrelasjonene mellom elektronene i lavere-dimensjonale strukturer er spesielt sterk. Nyere eksperimenter tyder på at systemet har en del egenskaper til felles med ferromagneter. Disse eksperimentene er til dags dato ikke forstått.

Dette prosjektet er først og fremst et litteratur-studium. Studenten(e) vil studere de eksperimentelle resultatene og drøfte enkle teoretiske modellene for disse systemene. For en spesielt motiverte og dyktige student vil vi se på mulighetene for å finne mer avanserte og bedre modeller for de eksperimentelle resultatene. Det kan være mulig å ta diplom i forlengelse av prosjektet.

Flere opplysninger kan finnes på <http://www.phys.ntnu.no/~abrataas/> eller ved å sende en e-mail til [brataas@fas.harvard.edu](mailto:brataas@fas.harvard.edu). (1-2 studenter).

### **Gruppe for "Komplekse Systemer og Myke Materialer"**

har en mengde prosjektoppgaver å forelså, både innefor teoreti, eksperimenter, simuleringer, ren programmering og ren teknisk instrumentering. Se våre egne websider : <http://www.phys.ntnu.no/CPX> og NTNU's websider om oss <http://www.ntnu.no/satsingsomraader/materialer/fokus3.htm>, og kom deretter og besøk oss.

Kontaktpersoner: Jon Otto Fossum, Kim Sneppen, Alex Hansen

## **Selvkonsistente tilstandslikninger** Kontaktperson: Johan S.Høye

Bestemmelse av tilstandslikningen for et vekselvirkende mangepartikkelsystem er krevende og komplisert, og en må generelt ty til approksimasjoner. I de senere årene er det utviklet en metode, SCOZA (self-consistent Ornstein-Zernike approximation), som har gitt resultater med stor nøyaktighet der en kan sammenlikne med kjente resultater. Metoden baserer seg på at tilstandslikningen kan beregnes fra parkorrelasjonen på to uavhengige måter. Ved å kreve samme svar kan en optimalisere resultatet med hensyn på en fri parameter. Dette gir en ikke-lineær partiell differensiallikning som kan løses numerisk. Oppgaven vil ta utgangspunkt i et nylig avsluttet dr.ing.-arbeid som har vært grunnleggende for å bestemme og analysere numeriske resultater. I prosjektet vil allerede utarbeidede dataprogrammer kunne benyttes, og eventuelt videreutvikles.

## **Eksakt løsning av den to-dimensjonale Coulombgassen** Kontaktpersoner: Johan S.Høye, Kåre Olaussen.

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

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

## **SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI**

### **Studier av fotoinduserte reaksjoner i bakterien P. Acnes.**

#### **Innhold:**

Prosjektet går ut på å kartlegge inaktivering av denne bakterien etter forskjellige lysbehandlinger m.v. Noen delprosjekter som vil være aktuelle er følgende

- studier av dødelighet hos celler som blitt behandlet med stoffer som sensitiserende stoffer (for eksempel ALA) og deretter lysbehandlet med spesielle bølgelengder
- lysspektroskopiske studier av reaksjonene
- studier av frie radikaler som dannes i cellene etter lysbehandling: kartlegging ved hjelp av EPR-målinger

#### **Kurs:**

”Fotobiofysikk”

Her foreslås et veiledet selvstudium (som har blitt gitt i høstesemesteret 2001). Pensum dekker deler av molekylær og generell fotobiofysikk.

**Veiledere:** Thor Bernt Melø, Anders Johnsson

### **Studier av vannreguleringmekanismer i planter**

#### **Innhold:**

I prosjektet skall man registrere vannavgivingen, transpirasjonen, fra planter under forskjellige lysforhold. Et eksperimentelt opplegg for slike registreringer er bygget opp basert på et Labview-system. Belysningsforholdene skal spesielt studeres og LED (lysemitterende dioder) skal bruke for å studere reaksjonene i forskjellige bølgelengde- områder. Noen delprosjekter som vil være aktuelle er følgende

- studier av svingninger i vannavgivingen hos planter ved forskjellige lysforhold
- kopling mellom vannavgivingen i forskjellige deler av et blad

**Kurs:**

"Fotobiofysikk"

Her foreslås et veiledet selvstudium (som har blitt gitt i høstesemesteret 2001). Pensum dekker deler av molekylær og generell fotobiofysikk.

**Veiledere:** Anders Johnsson

**Regulering av vannforsyning i hardware for plantedyrking på den Internasjonale Romstasjon.**

Innhold:

I prosjektet skall man undersøke alternative strategier for å injisere gunstige vannmengden i et lukket dyrkingssystem for planter. Hardware er utviklet og software og eksperimentelle undersøkelser skal gjennomføres for å optimalisere dyrkingen.

Ved en CCD kamera skal utvikling av planter studeres og billedbehandlingsprogram for å registrere forandringer i vekstparamterer skal testes.

Kurs:

"Romteknologi"

Her foreslås et veiledet selvstudium (evt. et kurstilbud). Pensum vil dekke forskjellige deler av Romteknologi med spesiell vekt på fysiske prosesser i vektløshet.

**Veiledere:** Anders Johnsson

**Analytiske og numeriske studier av dynamikken til realistiske modeller av biopolymerer i løsning.**

Mange biopolymerer med andre og høyere ordens struktur består av underenheter som kan bevege seg relativt til hverandre.

Avhenging av bøye- og torsjonsstivheten til koplingene mellom underenhetene vil slike polymerer kunne undergå store termisk induserte strukturelle fluktuasjoner. Disse reversible fluktuasjonene har i mange tilfeller en funksjonell rolle. Kvantitativ forståelse av disse mekanismene er ikke mulig med mindre man har detaljerte teoretiske modeller for de relevante tids- og lengdeskalene. Dette vil i praksis si kinetisk teori kontrahert til et passe nivå eller ekvivalente Brownsk dynamikk simuleringer. Den overordnende målsettinga til prosjektet er å kunne forbedre nøyaktigheten til simuleringene av biopolymer-systemers fysiske egenskaper med ca. en faktor ti.

Lykkes vi med dette, vil dette kunne bidra til økt kvantitative forståelse av ei lang rekke biologiske problemstillinger. For å få dette til er det helt avgjørende at man under modellutviklinga har god tilgang på høgkvalitets eksperimentelle data. Modelleringsarbeidet vil derfor være nært knyttet opp til den eksperimentelle aktiviteten beskrevet i de to prosjektene presentert i det påfølgende. Erfaring har

vist at det er viktig at den eller de som ønsker å arbeide innen dette modelleringsprosjektet, på forhånd har en bred og solid kunnskapsbase innen klassisk fysikk. Det legger eventuelt godt til rette for å forsette med hovedoppgave inne samme tema.

SIF4090 Molekylær biofysikk eller SIF40AH Polymerfysikk vil være et naturlig valg av emnemodul.

Veiledere: Professor Arnljot Elgsæter og førsteamanuensis Arne Mikkelsen.

Stipendiat Stine Nalum Næss gjør for tida sitt doktorgradsarbeid på problemstillinger som faglig ligger nært opp til det foreslåtte temaet. Hun vil om ønskelig kunne fungere som en aktive medspiller under arbeidet med fordypningsemnet.

### **Eksperimentell bestemmelse av de elektrooptiske egenskapene til utvalgte biopolymerer i løsning.**

Vi er nå inne i avslutningsfasen av bygginga og utprøvinga av et nytt instrumentoppsett for måling av biopolymerers elektrisk induserte dobbeltbrytning og dikroisme. Dette er et toppmoderne oppsett med design og tekniske spesifikasjoner som vil ligge betydelig over det som finnes noe annet sted. Måledataene fra det nye instrumentet gir først og fremst informasjon om biopolymerers rotasjonsdiffusjon. Dette er viktige inputdata for den numeriske modelleringa beskrevet i det foregående prosjektforslaget. Den første biopolymeren som vil bli studert i detalj, er proteinet spektrin fra humane røde blodceller. Prosjektarbeidet vil gi brei eksperimentell erfaring. Arbeidet vil spenne fra isolering, rengjøring og karakterisering av spektrin fra utdatert humant blod gjort tilgjengelig ved Blodbanken RiT til bruk av en fulldatorisert og teknisk sett avansert måleoppstilling. Det eksperimentelle aktiviteten vil være nært knyttet til det teoretisk arbeidet beskrevet i det foregående prosjektforslaget. Det legger eventuelt godt til rette for å forsette med hovedoppgave inne samme tema.

SIF40AH Polymerfysikk eventuelt SIF4071 Biofysiske mikroteknikker vil være et naturlig valg av emnemodul.

Veiledere: Professor Arnljot Elgsæter og førsteamanuensis Arne Mikkelsen.

Stipendiat Stine Nalum Næss gjør for tida sitt doktorgradsarbeid på problemstillinger som faglig ligger nært opp til det foreslåtte temaet. Hun vil om ønskelig kunne fungere som en aktiv medspiller under arbeidet med fordypningsemnet.

### **Eksperimentell bestemmelse av statisk og dynamisk lysspredning fra utvalgte biopolymerer i løsning.**

Vi er nå inne i innkjøringsfasen av en nyanskaffet høgkvalitets kommersiell apparatur for simultane målinger av statisk og dynamisk lysspredning fra biopolymerløsninger. Disse målingene gir kvantitative opplysninger om polymerenes translasjonsdiffusjon, masse, midlere geometriske utstrekning og assosieringstendenser. Dette er viktige tilleggsdata for bruk i den numeriske Modelleringa beskrevet i prosjektforslaget som omfatter numerisk modellering av polymerer. Alle polymerpreparater vil bli studert ved bruk av både elektrooptiske målinger og lysspredningsmålinger slik at arbeidet beskrevet her og i det foregående prosjektforslaget gir samme mulighet for å få erfaring i bruk av de biokjemiske teknikkene som man trenger for preparering og karakterisering av biopolymerer. Det legger eventuelt godt til rette for å fortsette med hovedoppgave innen samme fagområde.

SIF40AH Polymerfysikk eventuelt SIF4071 Biofysiske mikroteknikker vil være et naturlig valg av emnemodul.

Veiledere: Professor Arnljot Elgsæter og førsteamanuensis Arne Mikkelsen

Stipendiat Stine Nalum Næss gjør for tida sitt doktorgradsarbeid på problemstillinger som faglig ligger nært opp til det foreslåtte temaet. Hun vil om ønskelig kunne fungere som en aktiv medspiller under arbeidet med fordypningsemnet.

### **Biopolymer nanoteknologi**

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

Mange biopolymerer fungerer ved deres samspill med andre komponenter. Innen dette området arbeides det for eksempel med interaksjoner som basis for geldannelse, dynamisk kraft spektroskopi på enkelt-molekyl nivå, lagdelte biopolymer polyelektrolyttkomplekser, og organisering av kollapset form av DNA og andre semi-fleksible biopolymer. Teknikkene som brukes for å bestemme de ulike selvorganiserte strukturene og flyteegenskaper er AFM (atomic force microscopy), ulike kontrastteknikker på lysmikroskop, og reologi. Dimensjoner og krefter kan bestemmes med presisjon i nanometer og sub-nanoNewton området. Bildebehandling er en integrert del av dette. Det arbeides med ulike skreddersydde polysakkarider, DNA og polysakkarid modifierende proteiner. Motivasjonen for dette ligger både innen molekylære forståelse av biologiske interaksjoner og organisering, og for teknologisk utnyttelse. Innen dette feltet tilbys det prosjektoppgaver med fokus på et eller en kombinasjon av følgende tema:

**RICM:** Refleksjons interferens kontrast mikroskopi kan brukes til å bestemme tykkelse og svellerespons til lagdelte, plane polyelektrolytt komplekser. Teknikken gir informasjon om lagtykkelse med presisjon ned mot 2-3 nm. Målsettingen med prosjektet er å etablere RICM for svellestudier av sekvensielt absorberte biopolymerer. Dette forventes å gi informasjon om grad av overlapp mellom de sekvensielt absorberte polyelektrolyttlag. Ved immobilisering av levende celler i gelkapsler er det viktig med liten svellerespons. RICM studier kan i den forbindelse gi informasjon om hvilke betingelser som kan benyttes.

**Bildebehandling:** Analyse av AFM bilder av polyelektrolyttkomplekser og gelklynger krever mer inngående kvantitativ analyse enn det som gjøres tilgjengelig ved hjelp av kommersiell programvare. For eksempel, analyse av forekomst av ulike type geometrier i kompaktert DNA understøttes ikke direkte. Målsettingen med prosjektet er utvikling av programvare (objekt-orientert språk) for analyse av AFM bilder med kompaktert DNA og andre biopolymerer, i tilknytning til vekst av polymerklynger ved geldannelse. Bildemateriale vil gjøres tilgjengelig for prosjektet.

**Reptation** Reptation angir den ormlignende måten langkjede, stive polymerer beveger seg gjennom en konsentrert polymerløsning eller gel. De utstrakte biopolymerene (f.eks DNA) vil bevege seg lettere i en "lokal" lengderetning til polymeren på tvers. Prosjektet omfatter utvikling av teknikker for fluorescensmerking av scleroglukan, og eksperimentell bestemmelse av transportegenskaper til dette polysakkaridet gjennom en gel.

**Reologi:** Polymere geler kan brukes som modellsystem for kritiske fenomen både ved

overgangen fra ikke-kryssbundet tilstand til kryssbundet tilstand, og ved store endringer i fritt svellevolum. Kryssbinding av biopolymerer medfører store endring i deres mekaniske egenskaper. De viskoelastiske parameterne  $G'$  (skjærmodul) og  $G''$  (tapsmodul) og deres frekvensavhengighet er karakterisert ved:

**Før geldannelse (løsning; sol)**

$$G' \gg G''; \quad \omega \tau \ll 1$$
$$\Delta \log G'(\omega) / \Delta \log \omega = 2$$
$$\Delta \log G''(\omega) / \Delta \log \omega = 1$$

**ved perfekt kryssbundet nettverk (gel)**

$$G'' \ll G'$$
$$\Delta \log G'(\omega) / \Delta \log \omega = 0$$

Overgangen mellom disse tilstandene legges til grunn for bestemmelse av den fraktale dimensjonalitet til gelnettverket ved gelpunktet er gitt ved :

$$d_f = 2n / (1 - n)$$

Den fraktale dimensjonalitet gir informasjon hvorvidt dominerende assosieringsmoder resulterer i stav-liknende strukturer,  $d_f = 1$ , eller sterkt forgreinede polymerstrukturer,  $d_f \approx 2$ . En aktuell problemstillingen er hvordan ulike polymerstrukturer kan brukes til å kontrollere den fraktale dimensjonalitet ved den kritiske tilstanden.

## Transport av terapeutiske makromolekyler i tumorvev

Veiledere: Catharina Davies (tel 93688), <http://www.ntnu.no/~cathd/>  
Live Eikenes (tel 93664)

### Bakgrunn

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

Ulike strategier for å utvikle tumor spesifikke behandlinger er foreslått. Utviklingen av monoklonale antistoffer som binder seg til tumor spesifikke antigener på overflaten av kreftcellene gav håp om en ny og kreft spesifikk behandling. Monoklonale antistoffer kan benyttes som bærere for radioaktive isotoper, toksiner eller andre giftstoffer. Genterapi basert på DNA vektorer som bærer terapeutiske gen kan bli en annen kreft spesifikk behandling. Liposomer benyttet som bærere av cytostatika for å forbedre farmakokinetikken, redusere toksisiteten til normalt vev og øke spesifisiteten for tumorvev er et annet eksempel på bruk av makromolekyler. Felles for alle disse behandlingene er at det benyttes store molekyler med en diameter i størrelsesorden 10 til 10.000nm, mens konvensjonelle cytostatika er små molekyler med diameter under 1 nm. Slike store molekyler har problemer med å nå fram til tumorcellene, og det er vist at bare en liten del av antistoffet som injiseres når fram til tumor vevet. Når medikamenter injiseres intravenøst eller gis oralt har molekylene en vanskelig vei fram til bestemmelsesstedet. Om de skal lykkes å nå fram og drepe kreftcellene avhenger av at det er et godt utviklet kapillærnettverk i tumoren, at molekylene kan passere over kapillærveggen og at de er i stand til å trenge gjennom rommet mellom kreft cellene (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 hydrostatisk trykkgradienten.. Det er vist at tumorer har et høyere interstitielt væsketrykk enn normalt vev, og dette er et av hovedproblemene for å få makromolekyler fram til kreftcellene. Diffusjon kan derfor være den primære transportmekanismen.

Det blir tilbudt 2 oppgaver med denne problemstillingen:

## **Diffusjon av makromolekyler i multicelleulære sfæroider**

Formål og metoder: Etablere en ny metode for måling av diffusjon basert på ” fluorescence recovery after photobleaching” (FRAP). Diffusjon er den primære transportmekanismen dersom de høye interstitielle væsketrykket umuliggjør transport av molekyler basert på trykkgradienten. I denne oppgaven vil kreftceller dyrkes som multicellulære sfæroider som benyttes som en modell for en svulst. De multicellulære sfæroidene inkuberes med fluorescensmerkede makromolekyler med forskjellig molekylvekt. De fluorescens merkede sfæroidene belyses med en laser med høy intensitet som bleker fluorescensen. Omkringliggende fluorescensmerkede molekyler vil diffundere til det blekede området slik at fluorescens igjen kan detekteres. Et nyanskaffet konfokalt laser scanning og multifoton eksitasjonmikroskop vil bli benyttet. 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 også bli studert..

## **Binding av monoklonale antistoffer til svulster behandlet med extracellulær matrix nedbrytende enzymer.**

Formål: Vi har tidligere sett at enzymene hyaluronidase og collagenase som bryter ned extracellulær matrix reduserer det interstitielle væsketrykket, endrer blodvolumet og øker opptaket av makromolekyler. I denne oppgaven ønsker vi å gjøre en mer kvantitativ analyse av bindingen av antistoffet til tumorcellene.

Metoder: Monoklonale antistoffer injiseres i forsøksmusen etter at musen er behandlet med collagenase eller hyaluronidase. Tumoren løses opp i enkeltceller og bindingen av antistoff per celle måles med flow cytometri.

## **Ulineære egenskaper til ultralyd transducere.**

I medisinsk ultralyd avbildning utnytter en de ulineære egenskapene i vev til å forbedre bilde kvaliteten. For å få god uttelling av denne effekten er det viktig å ha kontroll med det utsendte ultralyd signalet. Ulineære effekter i ultralydtransducere vil kunne redusere gevinsten. Disse effektene er lite kjent.

I oppgaven skal en gjennomføre en eksperimentell studie av de ulineære egenskapene til ultralyd transducere. Dette skal skje ved å måle harmonisk generering i transducere. Målingene vil gjennomføres i en måletank ved laboratoriet til ultralydgruppen ved Institutt for fysiologi og biomedisinsk teknikk ved Medisinsk Teknisk Senter.

Faglærer: Professor II, Kjell Arne Ingebrigtsen, faggruppen for biofysikk og medisinsk teknologi, rom D4-137. Telefon 93089833/73593608.

## **Prosjektoppgave innen fordypningsemne SIF40AA *Avbildning ved magnetisk resonans.***

Veileder professor Olav Haraldseth

### **1. Funksjonell MR billedannelse i preoperative kartlegging.**

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

## **Prosjektoppgaver innen fordypningsemne SIF40AF *Klinisk fysikk for stråleterapi.***

Veiledning: Hospitalsfysikere ved Kreftavdelingen, RiT. (Anne Beate L. Marthinsen, Jomar Frengen, Trond Strickert)



### **Verifisering av doseplanleggingsalgoritmer**

Doseplanleggingsystemet har kommet med en ny og i teorien forbedret beregningsalgoritme (collapsed cone). Sammenligninger mellom den nye og gamle algoritmen (pencil beam) viser at de to algoritmene kan gi opphav til om lag 5% forskjell i doseringen til pasientene. Prosjektoppgaven vil gå ut på å benytte fantommålinger med film-, kammer- og TLD-dosimetri til å verifisere om det virkelig er den nye algoritmen som gir best samsvar med faktisk dosefordeling i pasient/fantom.

### **Intensitetsmodulert stråleterapi**

Intensitetsmodulert stråleterapi (IMRT) er en ny modalitet innen stråleterapien som går ut på å bestråle med mange små feltsegmenter fra flere retninger for å forme høydoseområdet rundt målvolument. Teknologien gjør det mulig å spare normalvev/kritiske organer som ligger omkranset av tumorvev. Avdelingen har et større prosjekt gående for å verifisere og implementere den nye teknologien. En kan tenke seg flere problemstillinger innenfor dette prosjektet som kan egne seg for en projektoppgave.

### **Romlig responsfunksjon for målekammer**

Ved oppmåling av feltprofiler er skarpe dosegradienter i feltgrensen et problem i og med at målekammeret har en viss fysisk utstrekning og derfor vil ha en tendens til å smøre ut bratte dosegradienter. Prosjektoppgaven vil gå ut på å finne impulsfunksjonen til kammeret og bruke denne informasjonen til å dekonvolere den totale målte feltprofilen i et bidrag fra kammeret og en faktisk profil definert av feltet.

## **SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDATIKK**

### ***Lynvarsling og lynbeskyttelse av helikoptre over Nordsjøen*** Veileder: Svein Sigmond

Statistikken viser at i middel vil ett helikopter om året bli alvorlig skadet av lyn over Nordsjøen. Det er rent hell at ingen liv er gått tapt til nå. Lynene synes å være overveiende positive, i stedet for negative som er vanlige over land. De respekterer ikke de internasjonale flysikkerhetsnormene for lyn som helikoptrene er konstruert etter, og gir rotor og skrog skader i 10-mill kroner klassen.

Etter et havari av et Super Puma helikopter nær kysten februar 1996 fikk jeg oppdrag av Helikopterservice A/S å lete etter årsak og botemidler. Min rapport kom også i hendene på Helikopterservice's søsterselskap Bond Helicopters (nå Scotia Helicopters) i Scotland, med den følge at jeg fikk i oppdrag fra British Civil Aviation Authority å anbefale og utvikle varslingsystem for lynfare for britiske helikoptre.

Mine anbefalinger er A) å installere et fransk landbasert antennesystem for lynaktivitets-kartlegging SAFIR over de mest trafikkerte områder av Nordsjøen, og B) montere målere for elektrisk felt på hvert helikopter. SAFIR-systemet får vi bare indirekte befattning med, mens utvikling, montering, testing og ferdigstilling av feltmålere er vår sak.

Sammen med våre partnere ved Gas Discharge Laboratory, Tartu Universitet i Estland, har vi nå utviklet og patentert en feltmåler basert på koronautlading, som skulle tåle å måle feltet utenfor et helikopter i fart gjennom snø og regn.

Deretter har vi modifisert en kjent type feltmålere basert på vibrerende elektrode, slik at måleren blir vannrett innelukket. Denne måleren vil også egne seg til å måle feltet inne i vakuum eller trykk-gassisolerte systemer, noe som Sintef Energiforskning (SEFAS, tidligere EFI) er svært interessert i. Her må en prototyp bygges og utprøves.

Arbeidsoppgavene blir videre utprøving og nødvendige modifikasjoner av feltmålerne, og oppfølging med planlegging av produksjonsapparat for helikoptermontasje. Samtidig må vi samle og ta opp

data for elektriske forhold i Nordsjøen, gjerne fra helikoptre utstyrt med feltmålerne. Praktisk talt intet er kjent om torden og lyn over Nordsjøen, og svært lite er kjent om positive lyn i det hele tatt.

### ***Virkning av ubalansert korona-utlader på helikopters lyn-sikkerhet*** Veileder: Svein Sigmond

I et skriv til Bond Helicopters 3.10.1997 påpekte jeg at korona-spissene i halen på Super Puma helikoptrene utgjorde en lynsikkerhetsrisiko. Når helikoptret befinner seg i et så sterkt ytre elektrisk felt at det er risiko for at helikoptret trigger lyn, vil korona-utladerspissene i halen *redusere* feltet rundt halepartiet (feltet der vil trekke ladning ut av koronaspissene inntil feltet blir så lavt at koronaen slukner). Dette vil automatisk medføre at feltet rundt frontpartiet av helikoptret *økes like mye*, og dette øker selvsagt risiken for at et lyn starter der.

Det er mulig å prøve ut dette ved å plassere helikoptermodeller i elektriske felter i SEFAS høyspenningshall og måle ut virkningen av koronautladere plassert forskjellige steder på modellene. Dette kan gi interessant oppgave for 1-2 prosjektstudenter, med mulighet for fortsettelse som diplom våren 2003. Prosjektet konkurrerer imidlertid med Prosjekt C, Lyn og høyspennings kraftledninger, om plass og ressurser ved SEFAS. Hvis de nå pågående diplomoppgaver i Prosjekt C gir interessante resultater vil vi antakelig heller spore høstens prosjektstudenter inn på dette prosjektet.

### ***Lyn og høyspennings kraftledninger*** Veileder: Svein Sigmond

#### ***1.Høyspennings kraftledninger og beskyttelse mot positive lyn***

Høyspennings kraftledninger (luftlinjer) er gjerne beskyttet mot direkte lynnedslag ved en eller to jordete "topplinjer" montert over de strømførende fasene. Negative lyn, som er mest vanlige i innlandet (90 %) og som all lynforskning har vært konsentrert om, blir trukket til disse topplinene ved at linene sender ut et "mot-lyn" som treffer den nedadgående lynkanalen og trekker denne til seg. Slik virker alle lynavledere, og effektiviteten mot negative lyn er rimelig god.

Positive lyn, som har ca 10 % forekomst i innlandet men opp til 50 % langs kysten, kan være opp til 10 ganger kraftigere enn negative lyn, og anrette tilsvarende skader hvis de treffer aktive nettfaser. Problemet er imidlertid at *ingen vet om eller eventuelt hvordan lynavledere virker på positive lyn*. Foreliggende pågående prosjekt har som mål å finne ut dette, og om mulig å finne effektive lynavledere for positive lyn.

Prosjektet drives av Sintef Energiforskning (SEFAS, før EFI) og Statnett, og nytter EFI's høyspenningshall med 2 mill. volt lypulsgenerator. Fra fysikk har Tore Bersås og Kjetil Hus i 1998 avsluttet sin diplomoppgave på prosjektet, med interessante resultater. Arbeidet ble så ført videre i en prosjektoppgave av Lisbeth Hvidsten. Prosjektet er nå lagt på is i påvente av resultatene fra det mer høyaktuelle beslektede prosjektet C2.

#### ***2. Lynpåvirkning av plastisolerte mellomspennings luftlinjer***

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

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

Studentene Axel Bohman og Frank Stormo har nettopp avsluttet oppstartfasen av dette prosjektet med

sin felles prosjektoppgave, og fortsetter prosjektet i en felles diplomoppgave vår 2002. En 2 m lang gnist fra en 1.2 MV støtspenningsgenerator ved SEFAS/Elkraftlab. skal simulere de første meterne av et ankommende lyn, som rettes mot isolerte og blanke ledere. Vekselvirkningene lyn-ledere observeres med elektrooptisk hurtigkamera og med hurtig pulsoscilloskopi, og vil også undersøkes med simuleringer på datamaskin.

Hvis Bohman og Stormo's undersøkelser blir rimelig vellykkede, vil det helt sikkert være stor interesse for å forfølge de mest interessante delene av prosjektet i prosjektoppgave til høsten.

### ***Elektrokoalesens av vanndråper i olje*** Veileder: Svein Sigmond

Råolje inneholder en del salter som må bort. Dette gjøres ved å dispergere vann i oljen, for å vaske bort saltene. Deretter blir de forurensede dråpene fjernet ved å la tyngden drive dem til bunnen av store tanker og tappe dem ut. Denne utfellingen går langsommere jo mindre dråpene er. Nå har man funnet ut at et elektrisk vekselfelt får små dråper til å koalesere til store dråper, som sedimenterer raskere. Man vet bare ikke hvorfor, og "hvorfor" er viktig for å optimalisere prosessen. SEFAS, Shell, Hydro, Statoil, ABB og Elf har gått sammen om prosjektet. Våren 2001 har jeg hatt diplomkandidat Michaël Becidan fra Ecole Normale Supérieure de Chimie de Paris til hjelp. Våren 2002 fortsetter diplomkandidat Cécile Mathivat fra samme eliteskole prosjektet, sammen med SEFAS-forskere (dr.ing. folk fra Elion). Prosjektet har finansiering for flere år, slik at det nå er klart for flere prosjekt- og diplomoppgaver.

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

### ***Svevestøv og "miljøasfalt"*** Veileder: Svein Sigmond

Inst. for Fysikk, gjennom Elion-gruppen, har en konsulentkontrakt med Applied Plasma Physics, Sandnes, om hjelp med forskjellige viktige sider av miljøproblematikk. Av APP' viktige patenter kan nevnes et elektrofilter for bruk på vanlige vedovner (kan bli påbudt i Norge!), og bruk av ledende asfalt til å forhindre piggdekk(?) -støvplagen. Oljeselskapet Shell har på grunnlag av APP's patent utviklet en ledende asfalttype, og har sammen med Vegvesenet lagt et 300 m lang prøvefelt i Innherradsveien (100 m ledende asfalt, 100 m vanlig asfalt, og så 100 m ledende asfalt igjen). SINTEF Vegteknikk har ansvaret for måling av støvkonsentrasjonen over disse asfaltseksjonene, men hittil i vinteren 2001-2002 har det ikke vært én dag hvor forholdene har vært tørre og kalde nok til å gi særlig med støv (!).

Jeg har ikke funnet noen god fysisk begrunnelse på hvorfor ledende asfalt skulle hjelpe mot svevestøv, og venter at resultatet av målingene dessverre vil bli negative. Hvis jeg tar feil vil fysikken i svevestøvmekanismen bli et svært aktuelt prosjekt til høsten.

### ***KARAT: Datamaskinsimulering av store elektronlavin*** Veileder: Svein Sigmond

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

Student Jørund Bogstrand har gjort diplomten med undersøkelser over bruk av KARAT til simulering av store elektronlavin (mer enn  $10^8$  elektroner). Her må en bruke et nytt konsept vi har funnet på: Simuleringen kan ikke håndtere mer enn  $10^5$  partikler, så vi må la hver partikkel representere et

superelektron som må vokse med størrelsen på lavinen. Resultatet ser svært lovende ut, men mer arbeid gjenstår.

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

***Fundamentale fysiske problemer vedr. elektrisk strømledning i og på overflaten av polymerfolier (plast isolasjonsmaterialer)*** Veileder: Svein Sigmond

Når spenningen over et plastfolie nærmer seg overslagspenningen, hvilke prosesser er da ansvarlige for overslaget, og hvordan kan de forhindres? Når den elektriske strømmen tar veien langs overflaten på plastfolien i stedet for å gå i dybden: hvorfor og hvordan?

Her har vi et tett samarbeid med Laboratoire de Physique des Gaz et des Plasmas, SUPELEC, ca 25 km syd for Paris sentrum. Vår student Magnus Wangensteen har vår 2001 tatt sin diplom på disse emnene ved SUPELEC (= Ecole Supérieure d'Electricité). Vi har god apparatur både her og ved SUPELEC for å fortsette dette arbeidet.

### **Moderne målemikrosystemer**

Det er nå tilgjengelig integrerte kretser som kombinerer høykvalitet analog inn-ut, digital inn-ut og små men kraftige prosesseringsenheter og lagring på en brikke. Miniaturpakker så små som 3x3mm gir plass til slike komplette systemer.

Disse målemikrosystemene har spennende bruksmuligheter i eksperimentalfysikk, til feltinstrumentering for biologi, zoologi og miljøvaktbruk og i mange tekniske anvendelser med behov for robuste små og fleksible enheter.

Vi tilbyr prosjektoppgaver med utvikling og bruk av moderne målemikrosystemer.

Institutt for konstruksjonsteknikk ønsker utvikling og prøving av slike teknikker til dynamisk materialprøving. For interesserte er det god mulighet til å avtjene verneplikt i Trondheim knyttet til disse aktivitetene."

Kontakt:

Institutt for konstruksjonsteknikk: Tore Børvik [tore.borvik@bygg.ntnu.no](mailto:tore.borvik@bygg.ntnu.no) tlf 94647 (kontor)  
90832 (lab)

Institutt for fysikk: Tore Løvaas [tore.lovaas@phys.ntnu.no](mailto:tore.lovaas@phys.ntnu.no) tlf 93623 (kontor)  
Helge Skullerud [helge.skullerud@phys.ntnu.no](mailto:helge.skullerud@phys.ntnu.no) tlf 93625 (kontor)

### **Ultrafiolett stråling.** Kontaktperson: Berit Kjeldstad

Ultrafiolett stråling (UV) er en del av vår fysiske hverdag og vekselvirker med levende organismer og ulike materialer. Variasjon i innstråling av UV vil ha konsekvenser for miljøet. Mål for studiene er økt kunnskap om hvordan innstrålingen varierer med ulike atmosfæriske komponenter. Noen problemstillinger av interesse er flg: Hva påvirker ultrafiolette stråling som når bakken, f.eks. skyer, støvpartikler (aerosoler) og refleksjon fra bakken? Hvordan ser fordelingen av stråling fra himmelen ut under ulike klimatiske

forhold?

Arbeidsmetoder: Ulike detektorer som måler ultrafiolett stråling på bakken, inklusive ozon, aerosoler, skyer, bakkerefleksjon blir brukt. Data samles og kvalitetskontrolleres. Noen av sensorene krever videre utvikling som kan innebære noe instrumentutvikling for de som ønsker det spesielt. Satellittdata (spesielt ozondata) brukes for å sammenligne med bakkemålinger. Modellverktøy som modellerer ultrafiolett stråling ved klar himmel, sammenligning med målinger. Det er en fordel med litt erfaring i Matlab. (1-2 studenter)

### **Vindenergi** Veileder: Jørgen Løvseth

Norge har store områder egnet for utbygging av vindkraft. På gunstige steder er nå vindkraft i samme prisområde som ny vannkraft, og potensialet er betydelig, 30 – 70 TWh/år, avhengig av forutsetninger. Vind- og vannkraft har årstidsvariasjoner i motfase, og samkjøring er spesielt gunstig. Ved Titran på Frøya har gruppen en avansert, datastyrt målestasjon for studium av vindfeltet. Den har 3 master på 100, 100 og 45 m. høyde. På en øy vest for Titran finnes ytterligere en mast på 45m. Kontinuerlige tidsserier av vindens hastighet og retning registreres i mange målepunkter. Temperaturprofil og stråling blir også registrert. Målefrekvens er 1 Hz, 4 Hz og 20 Hz. En har også utstyr for å etablere flyttbare målestasjoner. Formålet er å samle data av relevans for utbygging av vindkraft, og generelt for beregninger av vindlast på konstruksjoner. Spesielt studeres turbulens i vinden, deri inkludert korrelasjoner i vindfeltet som funksjon av retning og avstand. Videre er det viktig å konstruere og prøve ut statistiske modeller som kan forutsi ekstreme utslag i vindbildet. Vi har samarbeid med Vindkraftgruppen ved Risø Nationale Laboratorium og Danmarks Tekniske Universitet.

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

Opgaver:

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

Andre oppgaver kan også formuleres.

### **Teknologi i skolen** Veileder: Per Morten Kind

Det har lenge vært etterlyst en større vektlegging av teknologi i norsk skole. Det er imidlertid mye diskusjon om hva teknologitemaet skal inneholde og hvordan det skal presenteres i skolen. Denne prosjektoppgaven vil analysere fysikkpensumet i videregående skole og finne mulige måter å integrere teknologi. Det kan være aktuelt å tilpasse og oversette materiale utviklet i andre land.

## **IKT og fysikkundervisning** Veileder: Per Morten Kind

IKT har kommet inn som et viktig verktøy i fysikkundervisningen. Hvordan kan dette best brukes og hvordan forandrer det elevenes arbeid med og læring av fysikk? Det er ønskelig med prosjektoppgaver som bygger videre på eksisterende arbeider innen dette området. Blant annet ønsker vi prosjektoppgaver på utvikling av lab.øvinger med bruk av datalogging. Vi har to dataloggesystemer tilgjengelig for dette PASCO SW500 og Fourier Multilog. Vi ønsker også prosjektoppgaver med utprøving av egetutviklet pedagogisk programvare i skolen.

## 2. SEKSJONENES ORIENTERINGSMØTER

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

Mandag 18.03 kl.10.15 - 12.00	Seksjon for kondenserte mediers fysikk	rom E3-128
Mandag 18.03 kl.14.15 - 15.00	”Komplekse systemer og myke materialer”	rom E3-128
Torsdag 04.04 kl.14.15 - 16.00	Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi	rom E5-101
Fredag 05.04 kl.10.15 - 11.00	Seksjon for teoretisk fysikk	rom E3-128
Fredag 05.04 kl.11.15 - 12.00	Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	rom E3-128

## 3. HVORLEDES PROSJEKTAVTALER INNGÅS

Avtale om prosjekt kan ikke inngås før **16. april 2002 kl.14.15**. På dette tidspunkt holder seksjonene hver for seg møter med studenter som har sit primær ønske om prosjekt ved seksjonen. På møtet er seksjonen representert ved seksjonslederen og flest mulig av veilederne. Avtale om prosjekt inngås for de studenter hvis 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 løsning, eller ved loddtrekning.

### Prosjektavtalemøter tirsdag 16.04.2002 kl.14.15

Seksjon for kondenserte mediers fysikk:	rom E3-128
Seksjon for teoretisk fysikk:	rom E5-101
Seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi:	rom D4-132
Seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk:	rom D3-114

For prosjektvalg etter 16.april gjelder ”first come, first served”. Eksterne prosjekter forutsetter at en av det faste vitenskapelige personalet ved instituttet er villig til å være instituttansvarlig.

Prosjektavtaleskjemaet som finnes på neste side fylles ut og leveres studentekspedisjonene ved Institutt for fysikk senest **15.mai**.

**SIF4097 Fordypningsemne i biofysikk**  
**SIF4099 Fordypningsemne i fysikk**

## SKJEMA FOR PROSJEKTAVTALE

Prosjektavtale inngås tidligst **tirsdag 16. april 2002 kl.14.15** på møter mellom seksjonene og interesserte studenter. Utfylt prosjektavtaleskjema leveres studentekspedisjonen ved Institutt for fysikk **senest 15. mai 2002**.

Student:.....

Foreløpig prosjektittel:.....

.....

Instituttansvarlig:.....

Veileder:.....

Dersom prosjektet veiledes utenfor Institutt for fysikk er eksternt veileder ansvarlig for dekning av utgifter (inkl. arbeidstid verksted).

Dato:.....2002

Underskrifter: .....

(Instituttansvarlig)

.....

(student)

Prosjektrapport leveres i to eksemplarer innen **18. desember 2002 kl.15.00** på studentekspedisjonen ved Institutt for fysikk. En utsatt frist kan bare gis p.g.a. spesielle årsaker, som sykdom. En begrunnet søknad om utsettelse sendes fagets koordinator i god tid før **18.12**. Generell tidsnød gir ikke grunnlag for utsettelse. Ved misligholdelse av avtalt frist nedsettes karakter for prosjektarbeidet med minst ett trinn.