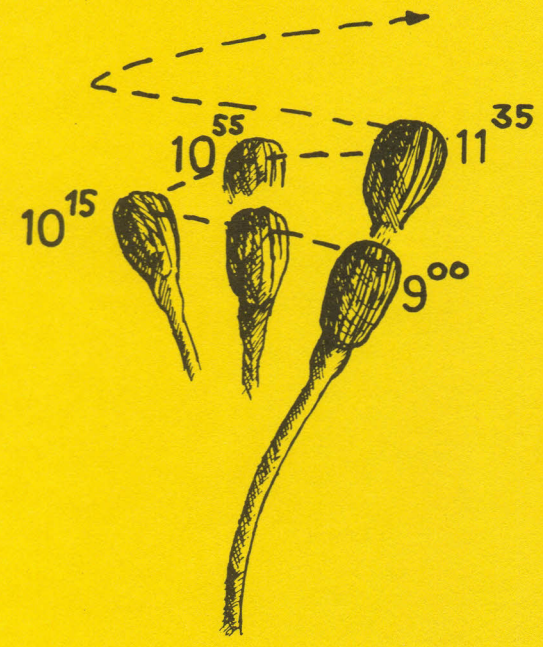
Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP



Rotasjonsbevegelser hos planter

INNHOLD

Reno Berg in memoriam	25
Fra redaktørene	25
Forskerpris	25
Professor i fysikk	26
Amerikansk heder til professor Eik-Nes	26
NFS 30 år: NFS's oppgaver	27
Planer for norsk fysisk forskning	29
RNF og Norsk Fysikk	29
Nye medlemmer	31
Nøytronvåpnenes virkemåte	32
Forskerårsverk-priser i fysikk og andre fag	34
Fagdidaktikk i fysikk ved NLHT	35
Hva vil vi egentlig med skole-fysikken?	37
Svar til Vidar Horsfjord	41
Klipp fra pressen	41
Rotasjonsbevegelser hos planter	42
Fysikk-Liv-Helse	44
Fysikk-konkurranse	47

Nr. 2 - 1983
45. årgang
ISSN-0015-9247

Institutt for energiteknikk

KURSSENTERET

KURS I DATABEHANDLING

Følgende kurs vil bli holdt høsten 1983:

29.8 -16.9	FORTRAN
19.9 -23.9	Innføring i EDB II
26.9 -15.10	COBOL I
17.10-26.10	COBOL II
1.11- 4.11	Videregående FORTRAN

Påmeldingsfristen er 1 måned før kursets begynnelse.

Det vises også til Forbruker- og Administrasjonsdepartementets kurskatalog for 1983.

Nærmere opplysninger
Kurssekretær Gerd Jarrett
KURSSENTERET
Institutt for energiteknikk
Boks 40, 2007 Kjeller

Telefon (02) 71 25 60

Nr. 2 - 1983

45. årgang
ISSN-0015-9247

Reno Berg in memoriam

Budskapet er kommet om at dosent Reno Berg er død, 78 år gammel. Reno Berg tilhørte den gruppen av unge, ivrige forskere som rundt professor Holtsmark bygde opp den akustiske forskning ved Norges tekniske høgskole fra begynnelsen av 30-årene. Som assistent, laboratorieingeniør og, fra 1954 som dosent i akustikk, påvirket han i høy grad utviklingen denne spesialgrenen innen fysikk og elektronikk og sådde mange spiredyktige frø hos sine studenter og kolleger gjennom forelesninger, veiledning og forskerarbeide. Han hadde den brede forskernysgjerrigheten som satte ham i stand til å øyne linjene fra nær sagt alle livets former til sitt spesialfelt og omsette kunnskapene både i praktisk forskning og grunnforskning. Da Institutt for akustikk ved NTH kunne innvies allerede i 1963, skyldtes det i høy grad Reno Bergs planlegging og hans innsats for å få etablert et slikt arnested for akustisk forskning i Norge. Det sier seg selv at han ble benyttet i en rekke faglige utvalg og foreninger, her skal bare nevnes at han i 1954 deltok i stiftelsen av Nordisk akustisk selskap og at han ble den første formannen i Norsk akustisk selskap i 1955.

Venner og kolleger minnes med takk de impulser han ga i det faglige arbeide, og hans lune, vennesæle vesen.

På disses vegne
Gunnar Nesheim

Fra redaktørene

Samfunnet vårt blir stadig mer komplisert, ikke minst teknologisk. Når avgjørelser skal fattes, er det av stor betydning at man forstår hvilke konsekvenser disse avgjørelser vil få. Nå bygger teknologi for en stor del på fysikk og gode generelle fysikkunnskaper hos det norske folk er således en nødvendighet. I denne sammenheng mener vi at f.eks. beslutningen om å gi fysikkundervisning allerede i første klasse i Den videregående skole var riktig. (Om pensum og nivå er fornuftig er en annen sak).

Fysikerne selv har et ansvar for å holde fysikkunnskapene i samfunnet på et forsvarlig nivå, nettopp for å unngå at det skapes et teknokratisk ekspertvelde som tar avgjørelser uten at menigmann har forutsetninger for å kunne vurdere rekkevidden av disse.

Vi mener derfor at flere fysikere bør engasjere seg i undervisningsspørsmål, for eksempel som lærebokforfattere, som konsulenter og ikke minst som våkne kritikere av mer eller mindre velfunderte avgjørelser. Vi ser det også som vesentlig at flere engasjerer seg i å spre informasjon om nye forskningsresultater gjennom populærvitenskapelige artikler i tidsskrifter og aviser.

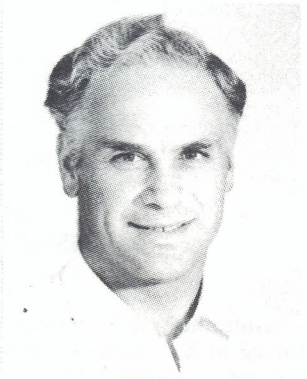
Forskerpris

Styret for A/S Norsk Varekrigsforsikrings Fond har tildelt stipendiat Arnt Inge Vistnes, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, denne belønning med kr. 5000,- for fremragende vitenskapelig innsats i forbindelse med bruk av magnetisk resonans spektroskopi innen molekylær biofysikk og immunologi.

Arnt Inge Vistnes har i løpet av kort tid etablert seg som en internasjonal kapasitet innen molekylær biofysikk. Han har en sjelden evne til å kombinere teoretisk fysikk med fremragende eksperimentelle ferdigheter, som blant annet har ført til en ny metode for å studere antistoffer. Metoden kan anvendes for diagnose av en rekke sykdommer og har med hell vært brukt for syfilis og for å studere effektiviteten av vaksine mot meningitt. Gjennom et fremragende teoretisk arbeid har Vistnes utvidet våre muligheter for å studere langsom bevegelse av proteiner knyttet til biologiske membraner. Dette arbeid har høstet betydelig internasjonal anerkjennelse.

Arnt Inge Vistnes ble cand.real. med membranbiofysikk som hovedfag i 1976. Han har vært NAVF-stipendiat, vitenskapelig assistent og amanuensis (vikar) ved Universitetet i Oslo. Vistnes arbeidet et år ved University of Rochester i U.S.A. og er nå NAVF-stipendiat knyttet til biofysikk-avdelingen ved Universitetet i Oslo.

PROFESSOR I FYSIKK



Ivar Svare Ph.D. er utnemnd til professor (personleg professorat) i fast-stoff fysikk ved Institutt for teknisk fysikk, NTH.

Svare er fødd i 1931, og er utdanna siv.ing. ved lina for teknisk fysikk, NTH i 1956. Han tok graden Ph.D. ved Harvard University i 1962. Etter 1962 har Svare hatt stillingar som dosent ved Institutt for Almen fysikk, NTH (1965-67) og som instituttingeniør (1962-65), og dosent (1967-83) ved Institutt for teknisk fysikk, NTH.

Han har hatt studieopphald ved University of St. Andrews, Skottland i 1970 og 1974, og ved University of Nottingham 1977. Svare har lagt ned eit stort arbeid i undersøking av dynamiske effektar i faste stoff med kjernemagnetisk og paramagnetisk resonans. Han har også arbeidd med dielektriske metodar, varmekapasitet, varmeleiing og nøytronspreiing. Særleg omfattande er studiene av reorientering og kvantemekanisk tunnelling av ammoniumion ved flytande helium temperatur. Han har og arbeidd med faseovergangar og kritiske fenomen.

Svare er for tida avdelingsformann ved Almenavdelingen NTH.

Amerikansk heder til professor Eik-Nes

Den 23. mars 1983 ble professor i biofysikk ved NTH, Kristen B. Eik-Nes, tildelt prisen *The Distinguished Andrologist*[1] *for 1983*. Tildelingen fant sted på biologimøtet i Philadelphia, USA. Dette er første gang denne prisen går til en forsker utenfor USA. Professor Eik-Nes fikk denne topp-utmerkelsen for sitt arbeide med det anabole hormonet testosteron. Denne substansen ble først isolert fra urin i 1930.

Eik-Nes var en av pionerene i studier av fysikalsk-kjemisk binding av testosteron til biologisk materiale (1949), hjerneregulering av testosteronproduksjon (1958), måter den mannlige kjønnskjertelen eller testikkelen lager testosteron på (1959) og isolerte testosteron fra menneskeblod allerede i 1959.

Hans laboratorier publiserte den første kjemiske metoden for bestemmelse av testosteron i små mengder av blod fra mennesket (1964) og viste at den sirkulerende konsentrasjonen av dette anabole hormonet har døgnrytme hos normale menn med den høyeste konsentrasjonen tidlig om morgenen (1966). Siden dr. Eik-Nes kom til NTH i 1973 har hans laboratorier studert effekt av testosteron på vekst av isolerte celler (1976), nedbrytning av testosteron i den mannlige kjønnskjertelen (1977), testikkel-funksjon etter røntgenbestråling (1978) og testosteron-regulering av mage—tarm-systemet (1982). For tiden undersøkes sammenhengen mellom testosteron og normal lungefunksjon og effekt av ulike alkoholer på blodspeilet av testosteron.

En del av disse undersøkelsene er i samarbeide med Avdeling for medisin, Universitetet i Trondheim. Tetosteron er en av de få substansene kroppen lager som bygger opp tverrstripet muskulator. Denne egenskapen er årsak til misbruk av anabole steroider hos idrettsfolk. Testosteron finnes i blodplasma fra normale, kjønnsmodne menn og kvinner, men konsentrasjonen er mye høyere hos menn (3,5-12,0 mikrogram/liter) enn hos kvinner (0,1-0,8 mikrogram/liter).

Forsøksdata tyder på at testosteronet øker kjønnsdriften hos begge kjønn og at testosteron tar del i utviklingen av adferdsmønsteret. Allerede før fødsel produserer testikkelen relativt store mengder testosteron, noe Eik-Nes og hans arbeidsgruppe viste i rotte i 1972. Denne produksjonen ser ut til å være meget viktig for seksualfunksjonen hos det kjønnsmodne handyret. Dr. Eik-Nes var den første formannen (1968-1972) for den reproduksjonsbiologiske avdelingen ved det amerikanske forkningsrådet (U.S. Department of Health, Education and Welfare).

[1]) Andrologi - vitenskapen om menn og deres sykdommer.

NFS 30 år:

NORSK FYSISK SELSKAPS OPPGAVER

Det er i år 30 år siden Norsk Fysisk Selskap (NFS) ble stiftet. Dette vil bli markert på Fysikermøtet og ved en historisk oversikt i et senere nummer av FFV. Her og nå skal vi reflektere litt over selskapets oppgaver i norsk fysikk i dag.

Hva er NFS?

NFS er en frittstående forening av fysikere som i følge statuttene har til oppgave *«a fremme og støtte forskning, opplysning og samarbeid på fysikkens område»*. Dette søker selskapet å oppnå gjennom flere aktiviteter. Hvert år arrangeres et stort faglig møte - Fysikermøtet - der utviklingen innenfor forskjellige deler av fysikken presenteres. Dessuten har selskapet en rekke faggrupper, som avholder konferanser og symposier på sine spesialområder. I samarbeid med industribedrifter deler selskapet ut fagpriser. Selskapet utgir tidsskriftet Fra Fysikkens Verden (FFV), som bringer populære oversiktsartikler fra forskjellige områder av fysikken. Endelig ivaretar selskapet internasjonale kontakter gjennom Nordiske Fysikeres Samarbeidsutvalg, European Physical Society og International Union of Pure and Applied Physics. Som et ledd i det nordiske samarbeid deltar selskapet i utgivelsen av fagtidsskriftet Physica Scripta.

NFS har for tiden 650 personlige medlemmer, hvorav 630 er universitets- og høyskoleutdannede fysikere som arbeider innenfor forskning, undervisning, næringsliv og forvaltning og 20 er viderekomne fysikkstudenter. Selskapet har dessuten 10 kollektive medlemmer blant industribedrifter og institusjoner.

Hvorfor NFS?

Norske fysikere trenger et samarbeidsorgan som NFS til å ta seg av oppgaver av felles interesse, som nevnt ovenfor (nasjonalt konferansetilbud, nasjonale fagseksjoner, informasjonsarbeid, internasjonale kontakter o.l.). Videre er det viktig at NFS er et frittstående og ubyråkratisk organ, som lett kan ta opp nye oppgaver når behovet melder seg.

På den annen side har NFS som frittstående organ ingen formell innflytelse på forskningspolitiske beslutninger. Denne rolle ivaretas av Norsk Fysikkråd, som består av representanter for institusjonene og NFS. Dette er en fornuftig arbeidsdeling. NFS bør først og fremst være et faglig fellesskap og en faglig inspirator som står fritt i forhold til institusjonene og eventuelle diskusjoner mellom disse. Likevel kan det ikke være tvil om at NFS gjennom sin representasjon i Norsk Fysikkråd og de forskningspolitiske diskusjoner som føres i selskapets regi (Fysikermøtet, FFV) har en viss forskningspolitisk innflytelse.

Det må innrømmes at NFS er et relativt ubemidlet organ og hemmes i sitt arbeid av dette. Selv om selskapet får årviss støtte fra sine medlemsbedrifter og sporadiske bidrag fra det offentlige, bærer de personlige medlemmer 3/4 av budsjettet. Dette er en betydelig økonomisk egeninnsats til beste for norsk fysikk.

La oss så se litt nærmere på selskapets viktigste arbeidsoppgaver.

Fysikermøtet

Selskapets kanskje viktigste bidrag til norsk fysikk er det årlige fysikermøte, som er et åpent vindu ut mot internasjonal fysikk. Hit innviteres en rekke av verdens fremste fysikere for å orientere oss som lever i en avkrok av verden om utviklingen på sentrale områder av fysikken. Fysikermøtet gir oss også mulighet for å ta opp nye innslag i fysikken etter hvert som de dukker opp på den internasjonale arena.

Det hender at noen spør om det er behov for Fysikermøtet blant dagens mange konferansetilbud. Det er riktignok ingen mangel på spesialkonferanser i dag. Derimot holdes det få generelle konferanser som dekker hele fysikkens område med oversiktsforedrag. Vi har heller ikke råd til å reise utenlands på slike konferanser. Utenlandsreisene må gjerne reserveres for spesialkonferanser. Det kan derfor ikke være tvil om at Fysikermøtet fyller et viktig behov i en tid da vi har problemer med å følge med og se sammenhengen i fysikkens mange sprikende forgreninger. Fysikermøtet er da også blitt et samlende forum for norske fysikere. Her møtes alle slags fysikere for å høre all slags fysikk. Også våre egne forskningsrapporter har sin plass på Fysikermøtet. Her presenterer unge fysikere sine første forskningsrapporter. Men også etablerte forskere har en kjærkommen anledning til å dele sine forskningsresultater med kolleger fra andre fagområder.

Fysikermøtet gir også verdifull kontakt med samfunnslivet, idet fysikkens forhold til f.eks. skole og næringsliv jevnlig tas opp til diskusjon. Endelig er Fysikermøtet blitt et viktig forskningspolitisk forum, der forskere, forskningspolitikere, næringslivsfolk og politikere ofte diskuterer forskningspolitiske spørsmål som har betydning langt ut over fysikkens område.

Fra Fysikkens Verden

Selskapets tidsskrift har stort sett samme oppgave som Fysikermøtet. Gjennom FFV søker vi å informere hverandre og andre interesserte om hovedtrekkene i utviklingen på de forskjellige områder av fysikken. Særlig overfor fysikklektorene i den videregående skole bør FFV kunne ha en viktig funksjon. Mange har ment - og med en viss rett - at

artiklene ofte har vært for vanskelige for ikke-spesialister. Redaktørene gjør imidlertid store anstrengelser for å få forfatterne til å presentere stoffet på en lett tilgjengelig måte.

FFV kommer ut 4 ganger i året og har ca. 1400 abonnenter. Det utgis med beskjeden støtte fra NAVF. Bladet fyller et behov innenfor norsk populærvitenskapelig tidsskriftslitteratur, og det burde være mulig å gi det en bredere plattform, særlig ved å øke antallet skoleabonnenter.

Faggruppene

Fysikermøtet og FFV er mer enn nok til å rettferdiggjøre NFS's eksistens. Men selskapet er og ønsker å være noe mer enn et årlig møte og et kvartalsskrift. Selskapet har et indre liv, som består av faggruppenes virksomhet. Faggruppene representerer den daglige forskningsvirksomhet som utføres ved våre forskningsinstitusjoner. Det er naturlig med kontakt og samordning innenfor det enkelte fagområde, ofte på tvers av flere institusjoner. Faggruppene har til oppgave å stimulere og koordinere denne aktiviteten. Det gjøres gjennom konferanser, symposier, forskerkurs o.l.

Faggruppene må betraktes som nasjonale fagseksjoner på sine spesialområder. De har derfor et spesielt ansvar for å tenke gjennom forskningsoppgavene på sine respektive områder her i landet. Norsk Fysikkråd og NFS har sett behovet for å få utarbeidet femårsplaner for de forskjellige områder av fysikken og har bedt selskapets faggrupper om hjelp til dette. Det er også naturlig å be faggruppene om å avgi uttalelse om større prosjekter på deres områder. Henvendelser til selskapet utenfra som berører spesielle fagområder, går alltid videre til vedkommende faggruppe. Faggruppene har ansvar for opplegget av parallellsesjonene på Fysikermøtet og trekkes også inn i utvelgelsen av kandidater til Norsk Datas og Simrads fysikkpriser. Selskapet oppmuntrer faggruppene til nærmere kontakt med tilsvarende faggrupper i de øvrige nordiske land. På denne måten kan faggruppene få tilgang til betydelige midler som kanaliseres gjennom det nordiske kultursamarbeid.

Enkelte har nok spurt om ikke våre fagmiljøer er såpass små og oversiktlige at faggruppene kan erstattes av uformelle kontakter. Dette er imidlertid bare et spørsmål om navn. Det vil alltid være behov for kontakt, og de fleste faggruppene arbeider i realiteten uformelt. Derimot kan det ikke være uten betydning at selskapet gir en plattform for og en status til faggruppenes arbeid. Dessverre har selskapet hittil bare maktet å støtte faggruppens arbeid med beskjedne midler, men arbeider for å øke denne støtten. På den annen side er faggruppene selvsagt ikke uten muligheter til å oppnå støtte utenfra til sin virksomhet.

NFS har i dag hele 12 faggrupper. Disse er nødvendiggjort av utviklingen innenfor norsk fysikk opp gjennom årene. Men de bør ikke være statiske. Om forholdene tilsier det, bør faggrupper nedlegges eller slås sammen med andre. Nye faggrupper bør opprettes på aktuelle områder. Slik kan selskapet bidra til fremveksten av nye interessante fagområder. Selskapet har nylig opprettet faggrupper for astrofysikk og for datafysikk og måleteknikk. Et nytt område det kan være aktuelt for selskapet å engasjere seg på, er petrofysikk. Dessuten overveier selskapet å opprette et industriforum, der vi kan knytte sterkere kontakt med våre kollektive medlemmer og drøfte de interessante problemer som ligger i skjæringspunktet mellom fysikk, teknologi og næringsliv.

Internasjonale kontakter

Siden våre egne fagmiljøer er små, trenger vi impulser utenfra. Særlig ligger forholdene vel til rette for et nært samarbeid med de øvrige nordiske land. Et vellykket samarbeidstiltak er fagtidsskriftet Physica Scripta, som er i ferd med å bli internasjonalt konkurransedyktig, både faglig og økonomisk. For øvrig er det betydelige midler å hente for fysikken innenfor det nordiske kultursamarbeid.

Det er også viktig å knytte kontakten til europeisk fysikk gjennom European Physical Society (EPS). Europeisk fysikk er sterkt oppsplittet av landegrensene, og det er behov for en koordinerende instans som EPS. Kontakten med EPS hindres imidlertid av selskapets svake økonomi, som ikke tillater oss å dekke reiseutgifter til EPS-møter. Vi er derfor avhengige av offentlige tilskudd, og har fått det i noen grad, men det er et stort behov for bedre støtteordninger. Vår kontakt med EPS kan umulig være uten utenrikspolitisk betydning for vårt land, ikke minst på grunn av den mulighet som foreligger for kontakt med europeisk industriforskning. Det ville derfor ikke være urimelig om selskapet fikk offentlig støtte til sin kontakt med EPS. I dag betaler selskapets medlemmer vår kontingent til EPS, som beløper seg til 1/4 av vårt budsjett. Det ville utvilsomt få stor betydning for selskapets virksomhet om disse midler kunne frigjøres til andre oppgaver.

Gjennom International Union of Pure and Applied Physics deltar selskapet sammen med Det Norske Videnskaps-Akademi i en nødvendig internasjonal samordning av konferansetilbud, symbolkonvensjoner o.l.

Endelig har selskapet sett det som sin oppgave å støtte fysikere i andre land som blir utsatt for overgrep som representerer brudd på deres fundamentale menneskerettigheter. I slike saker har selskapet søkt kontakt med tilsvarende selskaper i andre land.

Eivind Osnes

Planer for norsk fysisk forskning

Styret for Norsk Fysikkråd har tatt opp spørsmålet om femårs-planer for norsk fysisk forskning. Saken ble drøftet med representanter for styrene for de faglige grupper under Norsk fysisk selskap på styremøtet for Norsk Fysikkråd 7. februar i år. Etter drøftelser med formannen for Norsk Fysisk Selskap, og etter at spørsmålet har vært forelagt styret for Norsk Fysisk Selskap, er det enighet om at Fysikkrådet og Norsk Fysisk Selskap i fellesskap vil be de faglige grupper under Norsk Fysisk Selskap om å utarbeide langtidsplaner for sin forskningsvirksomhet.

Det er mange grunner til at en ønsker en utredning om fremtidig aktivitet innen norsk fysisk forskning. Fysikkrådet har nylig gitt ut en utredning om dagens status i norsk fysikk, og det synes da naturlig å videreføre denne utredning inn i de nærmeste årene fremover.

Et annet moment er at et av fagområdene, eksperimentell partikkelfysikk, allerede har utarbeidet en 5-års-plan. Utvalg for CERN-relevant virksomhet utga i september 1982 Plan for eksperimentell partikkelfysikk og kjernekjemi 1983-87. Utredningen har vært av betydelig verdi både for fysikerne, gjennom den nytenkning som utredningen har ført til, og for CERN-utvalget og Forskningsrådet, ved den avklaring av planer for fremtidig partikkelfysikk som utredningen presenterer.

Det bør også være de faglige gruppers ansvar å se til at de eksisterende ressurser innenfor de enkelte fagområder utnyttes på den mest mulige måte. Her vil en planlegging på landsbasis kunne sikre en best mulig dekning av forskningsaktiviteten innenfor fagområdet. En skal også minne om at fysikkaktiviteten i likhet med øvrige forsknings- og undervisningsaktiviteter er i sterk konkurranse om stillinger og ressurser i den nåværende trange budsjettsituasjon. Det vil være rimelig å anta at klare planer vil styrke aktiviteten i fysikk både innenfor institusjonene og vis a vis forskningsrådene.

Ut fra disse vurderinger gis følgende mandat:

Fem-års-planer for norsk fysisk forskning.

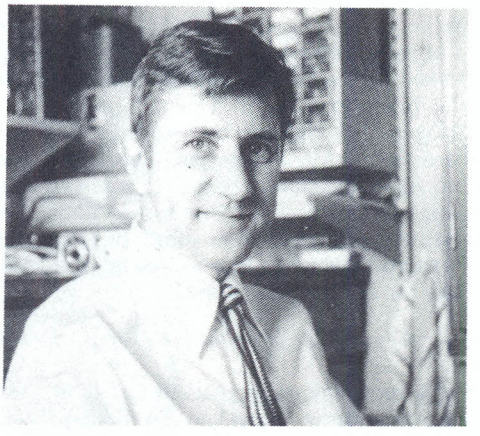
1. De faglige grupper under Norsk Fysisk Selskap bes utarbeide plan for norsk forskningsvirksomhet i vedkommende fagområde for årene 1984-88. Utredningen skal inneholde:
   I. En oversikt over nåværende forskningsprosjekter innen fagområdet.
   II. 5-årsplan for forskning i fagområdet.
   III. De enkelte forskningsgruppers rapporter.
2. Planene bør i store trekk holdes innenfor nåværende økonomiske rammer. En vil be om at eventuelle planer som måtte føre til behov for økte ressurser spesifiseres særskilt.
3. Planene oversendes Fysikkrådet innen 1. september 1983.

Planene vil gjøres tilgjengelige for de organer som Fysikkrådet normalt rapporterer til, Hovedkomiteen for norsk forskning og Universitetene/Høgskolene. Vi regner også med at planene vil være av interesse for forskningsrådene.

For Norsk Fysisk Selskap
Eivind Osnes

For Norsk Fysikkråd
Haakon Olsen

RNF og Norsk Fysikk.



Anders Johnsson er professor i eksperimentalfysikk ved Norges Lærerhøgskole, Universitetet i Trondheim, med forskningsfelt biofysikk. Anders Johnsson innehar for tiden mange tillitsverv innen organisasjoner som er av avgjørende betydning for norsk fysikk; han er bl.a. varaformann i NAVF's styre, medlem av RNF's planutvalg, utstyrsutvalg og polarforskningsutvalg samt formann i RNF's fysikk-gruppe. Videre er han medlem av Norsk Fysikkråd og norsk representant i Space Science Committee under European Science Foundation.

Det er som formann i Rådet for Naturvitenskapelig Forskning (RNF) at vi stiller ham noen spørsmål om virksomheten i forskningsrådet.

- Hvor mye kan RNF gi ut til norsk fysikk pr. år?

Jeg tror mange fysikere i Norge har en diffus oppfatning om RNFs mulighet til å gi støtte, noe som skaper en del frustrasjon. På området fysikk (ikke inkludert astrofysikk og geofysikk) hadde vi for 1983 søknader på omtrent 18 Mkr., mens den endelige fordelingen i rådet ga fysikk omtrent 5.1 Mkr. Imidlertid var fysikkgruppa på forhånd «bundet opp» ved flerårige forpliktelser til f.eks. prosjektvit.asser. Til disposisjon for nye prosjekter, instrumenter og andre tiltak gjensto bare omtrent 3 Mkr. Den totale summen er etter min mening alt for liten i forhold til søknadssummen og til søknadenes kvalitet.

- Hvorledes er søknadsprosedyren? Det går jo lang tid fra søknadsfristen 15. mai og til RNF ut på senhøsten sender ut «resultatene».

Søknadsbehandlingen tar selvfølgelig tid og det er mulig at søknadsfristen kunne flyttes til ut i sommermånedene. Men etter den 15. mai skal søknadene altså sorteres og mangfoldiggjøres, konsulenter skal velges og kontaktes og de må i sin tur ha minst noen uker til disposisjon. Faggruppen for fysikk skal så vurdere og prioritere søknadene (på bakgrunn av innhentede uttalelser og evt. avklarende informasjon). RNF har spesielle utvalg som går gjennom *alle* utstyrssøknader og *alle* stipendsøknader (ikke bare fra fysikere). Dette for å bedre kunne koordinere og vurdere disse typer søknader. Først ut i september/oktober er rådet klart for budsjettmøtet, der en altså blant annet tar en avgjørelse på alle prosjektsøknader. Den administrative behandlingen av vedtakene og meldingen til søkerne tar deretter til. Alle søkere skal helst ha beskjed i god tid før budsjettårets begynnelse den 1. januar.

Mange fysikksøknader sendes også til en eller to konsulenter i utlandet, noe som kan ta litt ekstra tid. Fysikkmiljøet i Norge er for lite til at alle søknader kan bli vurdert innenlands.

- Norsk fysikk får altså for lite penger - hva skyldes det?

Norsk naturvitenskap generelt får for lite penger til grunnforskning. Fysikken får ikke prosentvis mindre enn andre naturvitenskaper - RNF prøver, synes jeg, å fordele den naturvitenskapelige kaken på en rettferdig måte. Men kaken er for liten: jeg har tidligere sammenlignet RNFs totalbudsjett, 32 Mkr, med hva det svenske NFR gir ut i direkte støtte til hver enkelt av sektorene biologi, kjemi og fysikk - hver sektor får nemlig mer enn 30 Mkr. i 1983. Riktignok svenske kroner, men allikevel!

- Men RNFs disponible midler er vel ikke gitt en gang for alle?

Nei, NAVFs styre fordeler NAVFs midler årlig. Men det er der vanskelig å vinne forståelse for en økt satsing på naturvitenskapene, siden dette i disse trange økonomiske tider vil bety en svekking av andre fagområder. NAVFs kake for grunnforskning blir fordelt mellom de humanistiske, samfunnsvitenskapelige, medisinske og naturvitenskapelige rådene; for 1983 med respektive 26.5, 22.0, 22.3 og 32.7 Mkr, i tillegg får rådet for forskning på samfunnsplanlegging 11.2 Mkr.

For å få mer penger trenger naturvitenskapen gode talsmenn overfor politikerne og departementene, spesielt da Kultur- og vitenskapsdepartementet og Finansdepartementet. Slik det nå er har jeg en følelse av at selv om naturviterne produserer gode faglige argumenter, gode forskningsprogrammer etc., så er det ingen som tar fatt og «produces the eloquence». Der er simpelthen for få som overfor departementene slåss for økt tildeling til naturvitenskapelig grunnforskning.

- Hvordan fordeles fysikkmidlene på de forskjellige disipliner og forskningsinstitusjoner?

Tall for de forskjellige subdisiplinene har jeg ikke. Geografisk sett gikk litt mer enn 2Mkr til Fysisk institutt på Blindern, resten blir stort sett fordelt på fysikkmiljøene ved UiB, UNIT (NTH og NLHT) og UiT.

Generelt kreves det at en bygger opp en gjensidig kontakt og respekt mellom fysikkmiljøene og rådet hvis rådets ressurser skal bli optimalt utnyttet. Jeg synes kontakten er bra, men den kan enda forbedres. RNF ønsker å øke sin informasjon til miljøene.

-RNF driver vel gjennom sin virksomhet også en forskningspolitikk?

Javisst - det er klart at for eksempel en større instrumentinvestering vil og skal styre forskningen på et institutt, ellers er det jo et slag i tomme luften. RNF kan jo heller ikke binde seg opp til store utgifter i en årrekke uten å tenke forkningspolitisk!

Jeg tror RNF er et av de få fleksible organer vi har som kan og bør drive forskningspolitikk, blant annet ved å ta initiativ til å satse på nye ideer og/eller ved å kutte ut støtte til enkelte gamle virksomheter.

- Problem for fysikken fra ditt RNF-synspunkt?

- For lite midler generelt - en faktor 2 til 3 tipper jeg.
- Kanskje for lite av «storprosjekt»-ideer. Hvilken tungeksperimentell fysikk får norske fysikk-studenter se (utenom syklotronen i Oslo)? Hva med Norge og tung-fysikkfasiliteter som neutronkilder, synkrotronlyskilder, akseleratorer? Skal alt i fremtiden bli lagt utenfor landets grenser?
- Dr.gradsstipend mangler og vi har ikke fått noen økte bevilgninger for å innvilge dr.scient.-stipend. Rådet har nå tatt fra andre budsjettposter og opprettet totalt 15 ett-årsstipend for hele den naturvitenskapelige sektoren. Dette er jo et latterlig lavt tall - jeg tror vi i fjor hadde søknader om 80 stipend - og selvfølgelig ønsket søkerne to-årsstipend. Personlig begynner jeg nå å mene at RNF burde kutte ut sine dr.scient.-stipend, så lenge antallet ikke kan komme opp på et rimelig nivå, og så heller overføre midlene til andre støttetiltak. Nå skaper det lille stipendprogrammet på dr.scient.-nivå bare forventninger og frustrasjoner i miljøene. Dr.gradsfinansieringen *er* et problem!
- Aldersstruktur og ansettelsesforhold for fysikere; en pessimisme om fremtiden blant de unge. Det er mulig at det er en generell fremtidspessimisme som blant annet kan ha sammenheng med punktet ovenfor. En lavere «produksjon» hos de unge studentene er kanskje også merkbar; mindre innsatsvilje er muligens også registrerbar. Men her får jeg forhåpentligvis motbør!

- En rekke fagproblemer eksisterer, men det vil føre for langt å komme inn på disse her.

- RNFs organisasjon?

RNF skal med stor sannsynlighet kuttes fra 19 til 10 personer (med like mange varamedlemmer). Vi har nettopp fått vår periode prolongert til 15. mai - da skal tydeligvis nedkuttingen av NAVFs styre og av fagrådene skje.

Jeg er spent på hvordan valgene til de nye fagrådene vil foregå i fremtiden. Det blir meget vesentlig å få valgt inn folk med bred erfaring, med evne å se ut over sine egne faglige og geografiske interesser og med stor arbeidskapasitet og initiativrikdom. Hvorledes må valgsystemet lages for at universitetene skal bli representert ved slike «fantomer»? Videre, hvem skal passe på at sammensetningen av fagrådet blir slik at det får forskernes tillit?

Når det gjelder organiseringen av norsk grunnforskning generelt, hører jeg til dem som mener at et selvstendig naturvitenskapelig forskningsråd ville ha vært et gode for norsk naturvitenskap. Men det er jo mange som er uenige i dette! RNF har pekt på denne muligheten i flere forbindelser og jeg synes det er skuffende at Hovedkomiteen i sin avgitte melding om «Organiseringen av forskningsvirksomheten i Norge» ikke engang tar saken opp til realitetsbehandling. Man burde i det minste undersøkt hvorfor så mange andre land har valgt en annen organisasjonsform enn den vi har i Norge og så vurdert alternativene. Man har simpelthen gått utenom et for grunnforskningen meget sentralt organiseringsproblem.

- Gledelige ting i RNF-arbeidet?

Dem er det mange av. For eksempel har vi i de senere år startet/vedtatt nasjonale laboratorier på en rekke områder:

- høyfelt NMR
- massespektrometri-laboratorier for geologiske formål
- ESCA - overflateanalyse
- bildeprosessering.

Dette er tiltak som vil bøte på utstyrsproblemer m.m. innen spesielle sektorer. En forskningsplan for grunnforskning på kontinentalsokkelen er lansert, vi legger opp program for norsk forskning i polarområdene, en rekke konferanser har avdekket behov for spesielle tiltak som etterhvert blir satt i verk etc.

- Trengs det ikke bedre informasjon om RNF utad?

Jo, vi arbeider med informasjonsproblemet og har engasjert en halvtids «informasjons»-konsulent allerede i år. Du kan jo også se på dette intervjuet som en form for informasjonsoverføring!

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 19. mars 1983

Forsker Per Bugge-Asperheim, Forsvarets Forskningsinstitutt, Boks 25, 2007 Kjeller
Cand.real. Tor Bjørnstad, Syklotronlab., Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3
Førsteamanuensis Conrad *Ivar* Holwech, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3
Cand.real. Tore Hvam, IBM, Dr. Maudsgt. 20, Oslo 1
Utviklingsleder Nils Øivind Gaudernack *Ambli*, Kværner Brug A/S, Kværnerveien 10, Oslo 1
Professor Jerzy A. Janik, Instytut Fizyki Jadrowej, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Krakow, Polen
Vit.ass. Tom Henning Johansen, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3
Amanuensis Tor I. Langeland, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3
Dosent Erik Nes, Inst. for Fysikalsk Metallurgi, 7034 Trondheim-NTH
Undervisningskonsulent Unni Christine Oxaal, Fysisk Institutt, Blindern, Oslo 3
Førsteamanuensis Erik Plathe, Inst. for matematiske fag, Norges Landbrukshøgskole, Boks 35, 1432 Ås-NLH
Professor Nils Ryum, Metallurgisk Institutt, 7034 Trondheim-NTH
Førsteamanuensis Knut Stamnes, Nordlysobservatoriet, 9001 Tromsø

Studentmedlemmer

Kjell Erik Fagertun, Nordlysobservatoriet, 9001 Tromsø
Geir Helgesen, Nordlysobservatoriet, 9001 Tromsø
Tore Guneriussen, Nordlysobservatoriet, 9001 Tromsø

Nye medlemmer opptatt på styremøtet 28.01 1983

Justerdirektør Knut Birkeland, Justerdirektoratet, Postboks 6832, St. Olavs plass, Oslo 1
Cand.real. Helmer Fjellvåg, Institutt for enegiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller
Forsker Niels Christian Hjorth, Forsvarets Overkommando, Oslo mil./Akershus, Oslo 1
Forsker Åge Kyllingstad, Inst. for eksperimentalfysikk, 7034 Trondheim-NTH
Avd.sjef Bjørn Landmark, Trollfaret 20, 2020 Skedsmokorset
Lektor Åshild Bergh Nilssen, Eiksveien 59, 1345 Østerås

Studentmedlem:
Odd Steinar Ellingsen, Blindernvn. 4, Oslo 3

Nøytronvåpnenes virkemåte

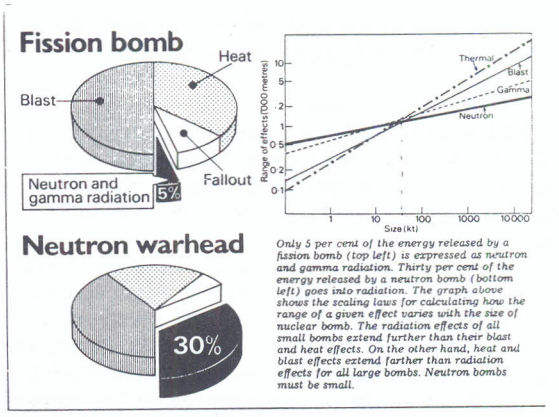
Iver Brevik *

Nøytronbomber, eller mer presist nøytronstridshoder, er foreløpig siste ledd i utviklingen av kjernefysiske våpen. Denne type våpen, som er ment å virke ødeleggende hovedsakelig på grunn av sin radioaktive stråling, er blitt utviklet først og fremst i USA, men også Frankrike har utviklet våpentypen og testet den ved Mururoa-atollene i Stillehavet. Som man vil kjenne til fra dagspressen, har en mulig utplassering av nøytronvåpen i Europa i NATO-sammenheng vært vurdert. Ikke minst i denne sammenheng vil det være av interesse for den menige mann å vite noe om hva slags våpen nøytronbomben egentlig er. I det følgende vil vi gjengi noen opplysninger og synspunkter fra Lawrence Mc Gintys artikkel i New Scientist, 2. september 1982, p. 608.

Vi må starte med å fortelle litt om hva kjernefysiske våpen er, i sin alminnelighet. Fisjonsbomben, som inneholder uran-235 eller plutonium-239 som fissilt materiale, utvikler enorme mengder energi allerede i løpet av et milliontedels sekund. Kilden til denne energiutviklingen er spalting (fisjon) av de store uran- eller plutoniumkjernene, forårsaket av nøytroner skutt inn i kjernene utenfra. Fisjonsprosessen produserer to kjerner av lavere massetall. Ettersom fragmentenes samlede masse er mindre enn den opprinnelige kjernemassen, vil en ifølge Einsteins masse-energi-relasjon få frigjort energi. Den totale frigjorte energi pr. fisjon er omtrent 200 MeV. Mesteparten vil være kinetisk energi til fisjonsfragmentene, men omtrent 10 MeV av fisjonsenergien vil komme i form av høyenergetisk elektromagnetisk (gamma) stråling, og omtrent 5 MeV vil være kinetisk energi av frigjorte nøytroner. Disse nøytronene kan i sin tur forårsake nye spaltninger av det fissile materiale, og dersom i gjennomsnitt minst ett nøytron fra en fisjon produserer en ny fisjon vil vi få en kjedereaksjon. I en fisjonsbombe er kjedereaksjonen ukontrollert og uhyre hurtig. Etter 56 generasjoner vil det totale antall fisjonsprosesser være lik $3{,}2 \cdot 10^{24}$, noe som svarer til en frigjort energi på 22 kilotonn TNT (dette var styrken av bomben sluppet over Nagasaki).

Der er to problemer med konstruksjonen av fisjonsbomben. For det første må det være en viss mengde fissilt materiale tilstede (såkalt kritisk masse) for at kjedereaksjon skal kunne finne sted. For å minske kravet til størrelsen av kritisk masse, vil ofte konstruktørene omgi den fissile massen med en kappe (engelsk: tamper) av naturlig uran (vesentlig uran-238) eller beryllium som har den evnen at de utsendte nøytronene blir reflektert tilbake inn i det fissile materialet.

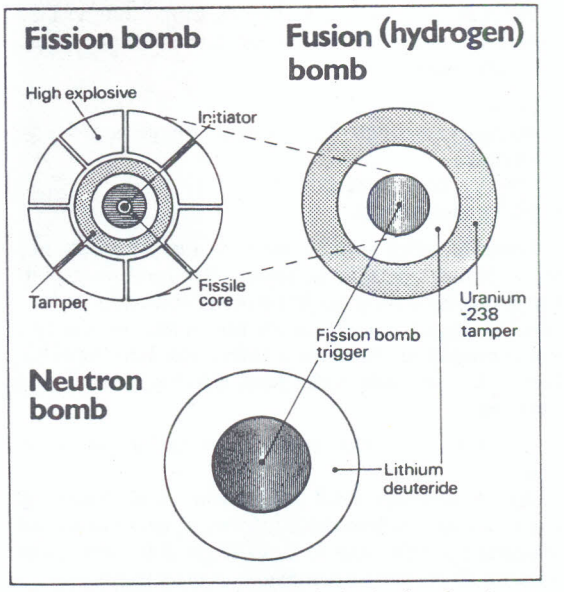
* *Luftkrigsskolen Trondheim*



Only 5 per cent of the energy released by a fission bomb (top left) is expressed as neutron and gamma radiation. Thirty per cent of the energy released by a neutron bomb (bottom left) goes into radiation. The graph above shows the scaling laws for calculating how the range of a given effect varies with the size of nuclear bomb. The radiation effects of all small bombs extend further than their blast and heat effects. On the other hand, heat and blast effects extend farther than radiation effects for all large bombs. Neutron bombs must be small.

Det andre problemet er at så snart som den kritiske massen av et fissilt materiale er nådd vil en kjernefysisk eksplosjon inntreffe momentant, på grunn av de nøytroner som alltid er tilstede i den kosmiske strålingen. En fisjonsbombe må derfor bestå av to eller flere underkritiske masser av fissilt materiale som på en eller annen måte blir brakt sammen når bomben skal eksplodere. Man kan for eksempel legge konvensjonelle plastiske eksplosiver omkring en underkritisk mengde fissilt materiale og i detonasjonsøyeblikket skyte materialet innover, dvs. komprimere det. Jo større tetthet det fissile materialet oppnår, jo lettere er det for de frigjorte nøytronene å produsere nye fisjoner.

Kravet om at de fissile massene som en fisjonsbombe er sammensatt av hver for seg må være underkritisk, setter en øvre grense for bombens styrke. Man kan ikke oppnå større sprengkraft enn ca. 500 kilotonn TNT med en fisjonsbombe. For å



A fission bomb forms the trigger of a fusion bomb and neutrons from fusion set off further fission reactions in the uranium tamper. Neutron bombs have no tamper

konstruere sterkere bomber, har man tatt i bruk en helt annen kjernefysisk prosess, nemlig fusjon.

Fusjon er nøyaktig det motsatte av fisjon; den involverer sammensmelting av lette kjerner til tyngre, noe som fører til økning av bindingsenergien og følgelig frigjørelse av energi. For eksempel kan to kjerner av deuterium smelte sammen og danne helium (med to protoner og ett nøytron) pluss et nøytron. Frigjort energi i denne prosessen er omtrent 3 MeV. Teknisk sett har fusjon den fordelen framfor fisjon at det ikke lenger eksisterer noen kritisk masse; en vilkårlig stor mengde av deuterium kan benyttes som kjernefysisk eksplosiv. Ulempen med fusjon er at det er meget vanskelig å få kjedereaksjonen igang, på grunn av den frastøtende elektrostatiske kraft mellom atomkjernene. I fusjons- (hydrogen-) bomben blir hydrogenbrennstoffet varmet opp til ca. 100 millioner grader ved hjelp av en fisjonsbombe som virker som detonator. Dette er nok til å få fusjonsprosessen i gang. Reaksjonene i en hydrogenbombe er ukontrollerte *termonukleære* reaksjoner. For at effekten skal bli forsterket, er hydrogenbomben videre utstyrt med et ytre skall av uran-238. Når dette bombarderes med høyenergetiske nøytroner fra fusjonsprosessene innenfor, vil uran-238 kjernene fisjonere, noe som øker virkningen av bomben i betydelig grad. Hydrogenbomben er i virkeligheten altså et fisjon-fusjon-fisjonsvåpen.

En enkel fusjonsreaksjon frigjør bare omtrent tiendeparten av den energi som en fisjonsreaksjon frigjør. Men det kjernefysiske eksplosivet (f.eks. litiumdeuterid) i fusjonsbomben er langt lettere enn eksplosivet i fisjonsbomben, slik at pr. masseenhet vil fusjonseksplosivet utvikle omtrent tre ganger så mye energi som fisjonseksplosivet. Et viktig forhold er dessuten at de utsendte nøytronene fra en fusjonsbombe er langt mer tallrike enn fra en tilsvarende fisjonsbombe: Omtrent 10 ganger mer nøytroner pr. kilotonn TNT. Og nøytronene fra fusjon har langt høyere energi enn nøytronene fra fisjon.

Nøytronvåpnene er konstruert i den hensikt å gjøre seg nytte av de forholdene vi har nevnt. Et nøytronvåpen virker på samme måte som et fusjonsvåpen i første trinn, forsåvidt som kjedereaksjonen består av fusjonsprosesser satt igang av en fisjonsdetonator. Forskjellen fra en ordinær stor fusjonsbombe består i at nøytronbomben har ingen ytre kappe av uran-238. De utsendte høyenergetiske nøytroner fra fusjonsprosessene unnslipper dermed direkte til atmosfæren. Det er denne store mengde av nøytroner med høy energi som har gitt nøytronvåpnet dets navn og skapt muligheten av å kunne benytte det som et spesielt våpen av forholdsvis kort rekkevidde på slagmarken («taktisk» våpen). Omtrent 30 prosent av energien fra et nøytronvåpen kommer som nøytronenergi. Nøytronvåpnets hovedvirkning er at den sterke nøytronstrålingen virker ødeleggende på mennesker, lammende eller drepende. Våpnets direkte eksplosjonseffekt og varmeeffekt kommer i tillegg til nøytronstrålingen og er på ingen måte neglisjerbar, selv om ekplosjons- og varmevirkningen er mindre enn hva som er tilfelle for et fisjonsvåpen av den størrelse nøytronvåpnet er ment å erstatte. Et eksempel: anta at et taktisk 1 kilotonns nøytronstridshode eksploderer i en høyde av 150 meter. Innenfor en radius av 690 meter vil enhver bli utsatt for en strålingsdose på minst 8000 rad (1 rad er definert som den mengde stråling som gir absorbert energi 10^{-2} joule pr kg stoff), noe som vil være mer enn tilstrekkelig til å lamme til og med stridsvognmannskaper i området. Den direkte eksplosjonseffekten fra et slikt våpen vil ødelegge bygninger ut til 760 m. Sammenlign med effekten fra et 10 kilotonns fisjonsvåpen som eksploderer i samme høyde: strålingsdosen vil være 8000 rad ved 690 meters radius slik som ovenfor, mens eksplosjonseffekten vil være betraktelig større enn før og vil kunne ødelegge bygninger ut til 1,5 km avstand.

Nøytronvåpnene er etter sin natur *små*. For store kjernefysiske våpen (mer enn ca. 10 kilotonn) vil eksplosjons- og varmeeffekten dominere over nøytronstrålingen og selve hensikten med nøytronvåpnene vil derfor falle bort. Å tro at supermaktene i tilfelle av krig vil kunne slippe enorme nøytronbomber over hverandres byer og utslette befolkningene uten å ødelegge bygninger er en meget alminnelig misoppfatning av nøytronvåpnenes natur.

Vi har i denne artikkelen beskrevet nøytronvåpnenes virkemåte, fysisk sett. Hva angår disse våpnenes verdi som taktiske våpen, synes det å være uenighet blant ekspertene. McGinty selv er meget skeptisk; han er redd for at nøytronvåpnene kan komme til å senke atomterskelen og i verste fall komme til å virke som en fenghette for en altødeleggende atomkrig i Europa. Interesserte lesere henvises til hans artikkel.

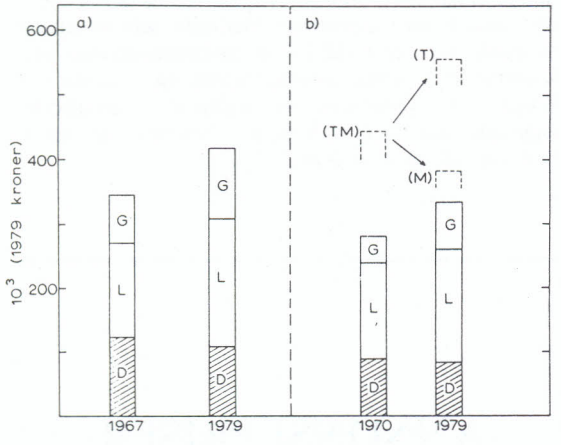
ANNONSEPRISER:
Helside kr. 750,-
Halvside kr. 420,-

Forskerårsverkpriser i fysikk og andre fag

Tore Amundsen *

NAVF's utredningsinstitutt har nylig gitt ut en oversikt over forskerårsverkpriser i Norge i 1970-årene (1), og det er interessant å sammenlikne disse årsverkprisene med Fysikkrådets tall for grunnforskning i fysikk i 1979 (2). (Se Fra Fysikkens Verden nr. 2 1982). Utredningsinstituttets tall viser at forskerårsverkprisene varierer betydelig fra fagområde til fagområde. «Teknologi» har ikke overraskende den største årsverkprisen på kr. 560.000, matematisk-naturvitenskapelige fag har en årsverkpris på omkring 383.000, mens humaniora og samfunnsfag ligger nederst på listen med ca. kr. 284.000 pr. årsverk. For Universitets- og høgskolesektoren alene ligger årsverkprisen for matematisk-naturvitenskapelige fag på kr. 336.000, mens humaniora og samfunnsfag igjen er billigst med henholdsvis kr. 273.000 og 251.000 pr. årsverk.

I figuren er endel av disse årsverkprisene sammenliknet med Norsk Fysikkråds resultat for fysikk i 1979. Vi ser at prisen for fysikk (kr. 420.000) ligger mellom årsverkprisen for teknologiske fag og matematisk-naturvitenskapelige fag. Dette er antakelig ikke urimelig, siden fysikk vel må regnes som et «tungt» realfag. Figuren viser også hvordan årsverkprisen for fysikk og matematisk-naturvitenskapelige fag fordeler seg på lønnsutgifter, driftsutgifter og generalutgifter. (Drift inkluderer her utstyrsbevilgninger og større instrumentanskaffelser).



a) Fysikkrådets forskerarsverkpriser for grunnforskning i fysikk i Norge i 1967 og 1979.
b) Søylene viser NAVF's utredningsinstituttts tall for forskerarsverkpriser i matematisk-naturvitenskapelige fag i Universitets- og høgskolesektoren i Norge i 1970 og 1979. Forskerarsverkprisen for all matematisk-naturvitenskapelig forskning (M) og teknologisk forskning (T) er vist stiplet. (I 1970 var disse kategoriene slått sammen). D: Drift. L: Lønn. G: Generalutgifter. (Alle beløp er angitt i «faste» 1979-kroner beregnet etter konsumprisindeksen).

Fysikkundersøkelsen fant at lønnsutgiftene steg markert fra 1967 til 1979, slik at lønnsdelen av årsverkprisen steg fra 31 % til 48 % i disse årene, mens driftsutgiftene på den annen side sank fra 36 % til 26 % i samme periode. Også utredningsinstituttet finner at driftsutgiftene har sunket relativt i denne tiden og at lønnsutgiftene stiger. Men tallene for lønnsutgiftene viser en langt svakere økning enn Fysikkrådets tall. Nærmere analyse av Riste og Spangens tall fra 1967 (3) (som var basis for Fysikkrådets sammenlikning mellom årene 1967 og 1979) viser at «lønnsutgifter» nok bare omfatter forskerlønn, slik at tallene ikke er direkte sammenliknbare med Fysikkrådets tall fra 1979. Det er imidlertid mulig å foreta en tilnærmet korreksjon for dette ut fra forholdet mellom teknisk- og vitenskapelig personale og gjennomsnittslønninger i 1967, og hvis dette gjøres får vi det resultatet som er vist i figuren. Lønnsdelen stiger fortsatt, men nå fra omkring 40 % til 48 % fra 1967 til 1979. Generalutgiftene stiger også, men fra 22 % til 26 % i løpet av den samme tiden.

Det er vanskelig å finne tall som er helt sammenlignbare i slike statistikker, og siden tallene varierer mye fra fag til fag, vil årsverkprisene variere alt etter hvilken oppdeling i faggrupper som brukes. Utredningsinstituttets undersøkelse gir imidlertid et godt bilde av hva det koster å drive forskning i Norge. Den gjennomsnittlige årsverkprisen for all forskning i 1979 var kr. 446.000, altså ikke langt fra Fysikkrådets tall for grunnforskning i fysikk.

Referanser:

1. Foreløpig upublisert. (Internt arbeidsnotat 1982).
2. «Grunnforskning i fysikk i Norge. En oversikt over personale og omkostninger for året 1979». Norsk Fysikkråd, 1981.
3. T. Riste og E. Spangen: «Norsk fysikk-omfang, struktur og vekst». Skrifter fra Hovedkomitéen for norsk forskning nr. 1. Universitetsforlaget 1968.

* Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Husk å melde fra om adresseforandring!

Fagdidaktikk i fysikk ved NLHT

Forsøk på evaluering

*Asbjørn Solheim

I. Innledning

Beskrivelse av opplegget i Fagdidaktikk i fysikk ved Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole er gitt i «Fra Fysikkens Verden», nr. 1, 1983, og det vises her til den artikkelen. Som nevnt i artikkelen er Fagdidaktikk i fysikk, emne F01b, et forsøksopplegg. Det er derfor av interesse for Fysisk institutt å få tilbake informasjon fra studentene om hvordan forsøket har virket, og derigjennom eventuelt få grunnlag for endringer i opplegget. Denne artikkelen er en beskrivelse av et slikt testopplegg med svarfrekvenser og konklusjon. Dessverre var studentoppslutningen til testen svak, idet bare 11 av 18 studenter møtte.

II. Beskrivelse av testopplegget.

I det følgende gjengis i sin helhet de spørsmål som studentene fikk seg forelagt og som de fikk 2 timer på seg til å besvare. Svarfrekvensen fra studentene er merket av som x i evalueringsskjemaet. Først en beskrivelse av noen ord som blir brukt i spørreskjemaet:

a) Med begrepet «rene fysikk-kunnskaper» menes i spørsmålene nedenfor de begreper, teorier og apparaturer som er nødvendig for en kvalitativ og kvantitativ beskrivelse av fysiske fenomener.

b) Med begrepet «undervisningsfaget fysikk» menes i spørsmålene nedenfor det fagområdet som formidler de rene fysikkunnskapene under hensyntaken til formål som går ut over de rent faglige, f.eks. relasjoner til samfunnet, til vår oppfatning av verdensbildet, til industri og økonomi, til andre naturfag og medisin, til fagets plass i undervisningssystemet.

På denne bakgrunn skal en derfor være meget forsiktig med å trekke bastante konklusjoner ut fra materialet. Derimot må det være tillatt å peke på at evalueringen antyder visse tendenser. Under denne synsvinkel skal vi se på de enkelte spørsmål i evalueringsskjemaet.

Ad spørsmål 1: Forelesningene i F01^b har bare i mindre grad utviklet studentenes «rene fysikk-kunnskaper». Dette er for så vidt et ventet resultat i og med at hovedvekten er lagt på «undervisningsfaget fysikk» i oppbyggingen av forelesningene i F01^b.

Ad spørsmål 2: Her er tydeligvis studentene delt i sitt syn, men et knapt flertall mener at *forelesningene* i F01^b har gitt dem tildels stor utvidet innsikt i «undervisningsfaget fysikk», mens mindretallet har fått liten forståelse for det samme.

Ad spørsmål 3: Det er tydelig at *prosjektarbeidet* har bidratt til utvidelse av de «rene fysikk-kunnskaper». Dette er også et naturlig resultat i og med at alle prosjektoppgavene bygger på apparatur som både krever forståelse og innsikt for å nyttiggjøre seg.

Ad spørsmål 4: Det er en gledelig samstemmighet blant studentene om at *prosjektarbeidet* har gitt dem tildels stor utvidet innsikt i «undervisningsfaget fysikk». Dette er jo hovedmålet for F01^b, og det må være tillatt å hevde at vi langt på vei har nådd dette målet.

Ad spørsmål 5: Også her har studentene et differensiert syn, men et solid flertall mener altså at forelesningene i F01^b har gitt dem tildels mye ny historisk innsikt i fagets utvikling. Dette er for så vidt et naturlig resultat sett på bakgrunn av svarene i spørsmål 4, idet spørsmål 5 jo bare er et av delmålene for F01^b.

Ad spørsmål 6: Studentenes svar er symmetrisk fordelt omkring 3. Dette skulle tyde på at F01^b bare i midlere grad gir dem ny innsikt i fysikkfagets samfunnsmessige betydning. Evalueringen kan tyde på at vi i neste omgang bør satse mer på samspillet mellom fysikk og samfunn.

Ad spørsmål 7: Også her er studentene delt i sitt syn, men et flertall mener tydeligvis at kunnskapene ervervet i F01^b tildels har stor relevans for lærere i ungdomsskolen.

Ad spørsmål 8: Det er imidlertid tydelig at kunnskapene ervervet i F01^b har enda større relevans for lærere i den videregående skole.

Kommentar til spørsmålene 7 og 8: Spørsmålene 7 og 8 berører sentrale målsettinger for F01^b. Svarene, med alle forbehold, kan tyde på at opplegget i F01^b i stor grad har gitt det ønskede resultat.

Ad spørsmål 9: Svarene tyder på at F01^b bare i midlere grad gir studentene relevante kunnskaper som kan komme til nytte i en arbeidssituasjon utenfor skoleverket.

Ad spørsmål 10: Studentenes svar har stor spredning, men et solid flertall mener at F01^b bidrar til å gi dem en generell oversikt over faget fysikk. Vi som deltok i oppbyggingen av F01^b hadde håpet at emnet skulle medføre en slik oversikt, og det er gledelig at dette tilsynelatende har slått til.

Ad spørsmål 11: Vi som deltok i F01^b-opplegget hadde også håpet på at studentene skulle bli motivert for å fortsette med fysikkstudier, men dette har bare i liten grad slått til. Vi må nok ta opp til overveielse hvordan vi skal rette på dette til neste omgang.

Ad spørsmål 12: Dette er som vi ser et åpent spørsmål, der studentene fikk anledning til å uttale seg om det de hadde på hjerte. Det kom en rekke kommentarer og forslag som vi vil ta opp til diskusjon ved en eventuell revisjon av F01^b, blant annet var det tydelig at studentene kunne tenke seg mer prosjektarbeid.

* Fysisk institut, UNIT/NLHT.

1. I hvilken grad har *forelesningene* i F01[b] utvidet dine «rene fysikk-kunnskaper» utover dine kunnskaper fra videregående skole?

Stor utvidelse	5	4	3	2	1	Liten utvidelse
Din vurdering			xxxxx	xxxx	xx	

2. I hvilken grad har *forelesningene* i F01[b] utvidet din innsikt i «undervisningsfaget fysikk» utover din innsikt ervervet i den videregående skole?

Stor utvidelse	5	4	3	2	1	Liten utvidelse
Din vurdering	x	xxxx	x	x	xxxx	

3. I hvilken grad har *prosjektarbeidet* i F01[b] utvidet dine «rene fysikk-kunnskaper» utover dine kunnskaper fra videregående skole?

Stor utvidelse	5	4	3	2	1	Liten utvidelse
Din vurdering		xxxx	xxx	xx	xx	

4. I hvilken grad har *prosjektarbeidet* i F01[b] utvidet din innsikt i «undervisningsfaget fysikk» utover din innsikt ervervet i den videregående skole?

Stor utvidelse	5	4	3	2	1	Liten utvidelse
Din vurdering	xx	xxxxx	xxxx			

5. Spesielt. I hvilken grad har *forelesningene* i F01[b] gitt deg ny *historisk innsikt* i fysikkfagets utvikling?

Stor innsikt	5	4	3	2	1	Liten innsikt
Din vurdering	xx	xxxx	xx	xx	x	

6. Spesielt. I hvilken grad har opplegget i F01[b] gitt deg ny innsikt i fysikkfagets samfunnsmessige betydning?

Stor innsikt	5	4	3	2	1	Liten innsikt
Din vurdering	x	xx	xxxx	xx	xx	

7. I hvilken grad mener du at deler av innholdet i F01[b] er relevant for deg som tenkt lærer i ungdomsskolen?

Stor relevans	5	4	3	2	1	Liten relevans
Din vurdering	xxx	xxx	x	x	xxx	

8. I hvilken grad mener du at deler av innholdet i F01[b] er relevant for deg som tenkt lærer i den videregående skole?

Stor relevans	5	4	3	2	1	Liten relevans
Din vurdering	xxxxx	xxx	xx	x		

9. I hvilken grad mener du at innholdet av F01[b] er relevant for deg i en tenkt arbeidssituasjon utenfor ungdomsskole og videregående skole, f.eks. i industri eller i forvaltning eller i politisk arbeid eller i journalistikk?

Stor relevans	5	4	3	2	1	Liten relevans
Din vurdering	x	x	xxxxx	xx	xx	

10. I hvilken grad mener du at opplegget i F01[b] kan bidra til å gi en generell oversikt over faget fysikk?

Vesentlig bidrag	5	4	3	2	1	Uvesentlig bidrag
Din vurdering	xxx	xxx	xxx	x	x	

11. I hvilken grad har opplegget av F01[b] motivert deg til å fortsette med fysikkstudier?

Sterk motivasjon	5	4	3	2	1	Liten motivasjon
Din vurdering		xxx		xxxx	xxx	

12. Som nevnt foran er Fagdidaktikk i fysikk godkjent for en prøveperiode på 3 år. Fysisk institutt er sterkt interessert i å kunne tilby et best mulig opplegg i F01[b], og vi ønsker derfor å få frem forslag til forbedringer i opplegget. Har du slike forslag, så sett disse frem på neste side.

III. Hvilke signaler har evalueringen gitt?

For det første må det understrekes at evalueringen bare omfatter 11 studenter, og materialet er derfor så lite at det ikke er naturlig med statistisk behandling. For det andre er det ikke mulig å ha noen formening om disse 11 er et representativt utvalg av de 18 som fulgte undervisningen i F01[b].

IV. Hovedkonklusjon

a) Evalueringen har, selv med alle de nevnte svakheter, vist at undervisningen i F01[b] er på rett vei med hensyn til å gi studentene et relevant studietilbud i fysikk fagdidaktikk. Bakgrunnen for den konklusjon ligger i svarene på spørsmålene 2, 3, 4, 5, 7 og 8.

b) Evalueringen har også vist at det er grunn til å ta opp til overveielse en revisjon av opplegget, særlig gjelder dette en forsterket vektlegging av fysikkfagets samfunnsmessige betydning og en sterkere motivasjon for å fortsette fysikkstudiene utover F01[a] og F01[b].

c) Svarene på spørsmål 12 i evalueringen gir også grunnlag for å ta opp til diskusjon en eventuell endring av timefordelingen mellom forelesningstid og tid til prosjektarbeider.

Litteratur:

Asbjørn Solheim: Fagdidaktikk i fysikk ved Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole. Fra Fysikkens verden, nr. 1, 1983.

Hva vil vi egentlig med skolefysikken?

Vidar Horsfjord *

I sin artikkel (1) «Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen» (i Fra Fysikkens Verden nr. 2, 1982) bruker professor Poul Thomsen et eksempel som kan gi et skjevt bilde av de faktiske forhold (i den grad slike finnes i pedagogiske saker). Jeg skal gå litt i detalj med å balansere Thomsens framstilling. Det er kanskje ikke så interessant i seg selv. Men det gir oss et konkret eksempel som fører midt inn i den viktige problematikken i overskriften. Og *den* er viktig og den skal vi drøfte etterpå.

Det er det vest-tyske IPN-fysikk prosjektet for grunnskolen saken dreier seg om. Thomsen sier: «Efter min mening er IPN-gruppen i mange af hæfterne gået for vidt i retning af samfundsorientering. Fysikken spiller i mange af häfterne en alt for underordnet rolle». Og han bruker som eksempel heftet «Energieversorgung durch Kernkraftwerke» (2) (beregnet for et nivå som svarer til norsk 8. klasse): «Her gives der på 28 sider en kortfattet, ret kedelig behandling af atom- og kernefysik. På yderligere 14 sider behandles kernekraftværkernes praktiske opbygning mens resten af bogens 228 sider består af artikler om samfundsmæssige problemer ...».

*) *Trondheim Lærerhøgskole, Trondheim.*

Her må en ubetinget være enig med Thomsen: bare 28 sider fysikk i en fysikkbok på 228 sider - det er ille.

Men er det ikke mer fysikk i boka? La oss ikke hefte for mye av at avsnittet om atom- og kjernefysikk er på 34 sider, og ikke 28 som Thomsen forteller, og at avsnittet om kjernekraftverk er på 20 sider, og ikke 14. Det endrer ikke mye på saken. Heller ikke at Thomsen i de sidene han kaller «artikler om samfundsmæssige problemer» har inkludert slikt som tittelsider, innholdsfortegnelse, forord, oversikt over hvordan boka kan brukes, motivasjonsstoff for elevene, litteraturlister, saksregister, og et 24 siders tillegg som i hovedsak repeterer fysikk- og biologistoff elevene forutsettes å ha vært borti før.

Det vesentlige er å se på hva de sidene som presenterer arbeidsstoff for elevene, faktisk inneholder.

Innholdet i det tyske kjernefysikk-opplegget

Avsnittet om atom- og kjernefysikk gir en generell innføring om atomer, kjerner, radioaktivitet, fisjon, osv. Tradisjonelt stoff må vi kunne si, og generelt (ikke knyttet til noen spesiell anvendelsessituasjon). At dette er fysikk er det ingen tvil om. Faglig ligger presentasjonen på et nivå godt over det vi tilbyr norske ungdomsskoleelever.

Avsnittet om kjernekraftverk tar opp mer teknologisk orientert stoff: ulike reaktortyper, hvordan kjernekraftverk er bygget opp og fungerer, om betydningen av moderatoren og kontrollstavene o.l.

Dessuten innfører man begrepet virkningsgrad, diskuterer hvorfor virkningsgraden for et varmekraftverk på langt nær kan bli 100% - og man diskuterer briderprosesser.

Er så dette fysikk? Det er i hvert fall stoff som er ganske vanlig å finne i lærebøker i fysikk. Men her er det altså satt inn i en konkret, teknologisk, ramme.

Men vi går straks videre til den store delen av boka som Thomsen rubriserer under «artikler om samfundsmæssige problemer» (vi ser her bort fra forord og alt det andre jeg nevnte foran). Her får vi servert en nokså blandet kost. Dels er det stoff om termisk forurensning, om virkningen av radioaktiv stråling på mennesker, om deponering av radioaktivt avfall. Dessuten er det ikke så lite energistatistikk, prognoser for energibruk, og en noe teknologisk orientert gjennomgang av alle de mest diskuterte alternative energikilder (minus, pussig nok, bølgeenergi). Alt dette er vanlige bestanddeler også i norske kurser i miljøfysikk, bl.a. på universitetsnivå. Videre finner vi en kort oversikt over kjerneenergiens historie. Endelig er det en god del sider med stoff som ikke er vanlig å finne i fysikkbøker. Det er mye kopier av avisartikler som bakgrunn for diskusjon om stråling, reaktoruhell o.l. Og vi finner en diskusjon rundt demokratiske prosesser, industri, økonomi og kjerneenergi.

La meg for ordens skyld også nevne at boka ikke er ei lærebok i tradisjonell forstand, men en tekstsamling som kan være utgangspunkt for nokså ulike kurs. Forfatterne angir flere ulike varianter. Felles for dem er at det grunnleggende fysikkstoffet skal alle gjennom, mens det mest utpregede samfunnsstoffet er tilvalgsstoff der ulike elevgrupper tar for seg hver sine temaer. Det betyr at hver elev får relativt mer grunnleggende fysikkstoff enn en finner ved bare å bokføre sider med forskjellige stoffkategorier.

Hva er skolefysikk?

Og så, endelig, er vi ved kjernen i problemet: å vurdere hvor mye fysikk den boka vi har sett på, eller ethvert annet opplegg for den saks skyld, inneholder, går langt ut over det å telle sider. Det egentlig avgjørende er: *hva av det stoffet vi støter på, skal anses som fysikk?*

Anser vi som fysikk (i vårt eksempel) bare generelt, grunnleggende stoff om atomer, kjerner, radioaktivitet o.l., er svaret klart: godt *under* halvparten av kurset er fysikk.

Regner vi derimot også som god skolefysikk teknologi og andre fysikalske problemer knyttet til konkrete situasjoner, som f.eks. reaktortyper, virkningen av radioaktivitet på mennesker, alternative energikilder og energistatistikk, er også svaret klart: godt *over* halvparten av kurset er fysikk.

Og regner vi endelig med i skolefysikkbegrepet innsikt i fysikkens innvirkning i en større sammenheng og diskusjon av forhold som på vesentlig måte krever innsikt i mer grunnleggende fysikk, f.eks. diskusjon om deponering av radioaktivt avfall, er uten tvil *det aller meste* av kurset fysikk.

Ønsker vi å uttrykke meninger om skolefysikken må vi derfor først ta et standpunkt: Hva vil vi innbefatte i begrepet fysikk, for ungdomsskolen? Hvilken profilering vil vi gi ungdomsskolefysikken? Eller sagt som i overskriften: *Hva vil vi egentlig med skolefysikken?*

Vi skal se på noen momenter som kan bety noe når vi skal svare.

Skolefysikken, som andre fag, forbereder. Men *hvem* er det som forberedes? og *for hva?*

Hvem?

Utdanningsstatistikk (3) gir oss dette bildet:

I en «gjennomsnittsklasse» med 30 elever i ungdomsskolen har læreren foran seg bare 2-3 elever som senere vil ta fysikk linjefag i videregående skole. Knapt 1 vil havne i et akademisk yrke der fysikk spiller noen direkte rolle (ingeniør, siv.ing., lege, osv.). Og bare 1 elev i hver tredje klasse vil bli cand. real. eller siv.ing.

Mange av de andre elevene i klassen får også bruk for fysikk i mer praktiske yrker - elektrikere for eksempel. Likevel må vi svelge litt av et paradoks: innsikt fra fysikk er en sentral determinant for vår kultur og våre levekår, og fysikk er et grunnlagsfag for så mye. Til tross for det er det relativt sett svært få som har direkte bruk for fysikkkunnskap på høyere nivå i yrkessammenheng.

Selv om vi skulle mene (noe jeg selv gjør) at vi utdanner for få fysikere/teknologer her til lands, kan vi ikke se bort fra den skolevirkeligheten statistikken foran avdekker. Skal vi vise omsorg for fysikken i skolen er det ikke nok med slagord av typen «fysikk er så vesentlig for levekårene», «fysikk er et grunnlagsfag» o.l. For å sette det på spissen: Jeg kjenner mange mennesker som later til å være lykkelige og harmoniske, og som fungerer utmerket i yrke og samfunn, uten at de kan noe fysikk av betydning. I alle fall ikke slikt som undervises i skolen.

Tar jeg mye feil om jeg antyder at det er den ene eleven i klassen og hans behov vi mest har i tankene når vi bekymrer oss over fysikken i skolen? Uansett, la oss et øyeblikk snu det rundt og særlig ha de 29's behov in mente.

For hva?

Det er blitt hevdet (4) at selve naturvitenskapens rolle og funksjon er blitt radikalt endret i de senere årene. Naturvitenskap, teknologi og samfunn er blitt tettere knyttet til hverandre. Elevene vokser opp i en apparatverden (tenk særlig på elektroniske apparater), og får livsinnhold og levemønstre både i fritid og yrke delvis bestemt av disse. De vil bli stilt overfor en serie påtrengende og kontroversielle

spørsmål av teknisk/naturvitenskapelig karakter der de som samfunnsborgere må være med og ta beslutninger (energiproblemer for eksempel).

Omvendt: Hvilke problemfelt naturvitenskapen særlig fordyper seg i bestemmes ikke bare av indre, faglige vurderinger. Økonomiske og samfunnspolitiske overveielser avgjør hvordan økonomisk støtte kanaliseres (ta oljeindustrien med sideforgreninger som eksempel). Eller utvikling skjer som følge av fritidskonsum (tenk på utviklingen av dataskjermer med fargegrafikk). Grunnforskningen reguleres også i større eller mindre grad indirekte av de samme mekanismene. Elevene vil som samfunnsborgere være med på å påvirke forskningen både gjennom direkte beslutninger, og indirekte gjennom sitt konsum og sine vaner.

Det er ikke vanskelig å komme med svært mange andre momenter. Men la dette bare være noen antydninger av den situasjonen elevene våre er i eller kommer i. Naturvitenskapen representerer ikke bare et kunnskapsforråd uavhengig av elevene og som de kan forsyne seg av. Vi ser en vev av naturvitenskap, teknologi, samfunn, politikk, konsum, livsinnhold. Midt i veven har vi eleven, eller samfunnsborgeren. Veven blir år for år tettere. Å kunne påvirke sin egen livssituasjon, både privat og i større sammenheng, vil i stadig sterkere grad innebære å være oppmerksom på sammenvevingen og ha noe innsikt i den.

Science, Technology & Society - tenkningen

Dette er noe av bakgrunnen for den såkalte Science, Technology & Society-tenkningen (SST) som nå vokser fram med stor styrke i internasjonal naturfagpedagogikk (5). Etter denne tankegangen trenger elevene nå naturfag i skolen mer enn noensinne. Men skolefaget må være mer opptatt av konkrete problemer knyttet til naturfag som er oppe til allmen diskusjon, det må få lavere intellektuell terskel for å kunne nå flest mulig, og det må konsentrere seg også om naturvitenskapens funksjon og rolle i samfunnet. Som P. J. Gaskell sier (6):

«Students should not leave school believing that science is divorced from real life or believing that science and technology can solve all problems of the world with enough time and money or that science and technology are the sole cause of problems associated with pollution and technological change». Med andre ord: skolen må ta opp til drøfting den verden og den livssituasjon elevene er i eller kommer i som *konsumenter* av naturvitenskap. Dette kan neppe skje på noen meningsfylt måte andre steder enn i naturfagtimene på skolen.

SST-tenkningen representerer altså en faktisk omdefinering av skolens naturfagundervisning, og dermed også av fysikkundervisningen. Den har som konsekvens en nedtrapping av tradisjonell fysikk-kunnskap og en opptrapping av samfunns- og kulturproblemer knyttet til fysikk.

Nå er det nokså forskjellig hvor vidtgående konsekvenser man trekker av en slik tenkning. Noen vil bevare det meste av skolefysikken som den er, og skifte ut en mindre del av den med SST-stoff, f.eks. 10-20%. Særlig i USA og i England har vi hatt undervisningsprosjekter som har produsert opplegg med slikt stoff som lærerne kan plukke ut deler av, og putte inn i den øvrige naturfagundervisningen i den utstrekning de finner det naturlig. Andre er vesentlig mer ytterliggående og hevder at naturvitenskap i tradisjonell forstand ikke hører hjemme innenfor et allmenndannelsesbegrep, og at skolen må konsentrere sin naturfagundervisning om de andre aspektene vi har nevnt (7). Atter andre, og her er det tyske IPN-fysikk prosjektet som vi startet med å diskutere et av de beste eksemplene, mener at tradisjonell grunnlagsfysikk og SST-stoff begge hører med, men at de må integreres i så sterk grad som mulig. Det skjer ved at grunnlagsfysikken tas opp i sammenhenger, eller emner, definert utenom fysikken (f.eks. «Energieversorgung durch Kernkraftwerke»).

Hvem tenker slik?

De som hevder en SST-tenkning i en eller annen fasong, er ikke bare pedagoger uten kjærlighet til fysikken. Den uhyre innflytelsesrike engelske naturfaglærerorganisasjonen Association for Science Education målbærer slike ideer for alle trinn i skoleverket i nyere diskusjons- og policy-dokumenter (8). Organisasjonen står også bak det kjente og mye diskuterte prosjektet «Science in Society» (9) (beregnet for et nivå svarende til vår videregående skole).

Tilsvarende tanker kom også fram i en interessant vest-tysk studie (10). Der utesket man 73 personers oppfatninger om fysikk og allmenndannelse ved hjelp av en komplisert intervjuteknikk. Deltakerne hadde alle innsikt i fysikk og hadde alle arbeidet på ulike vis med forholdet naturvitenskap - utdanning. Det var f.eks. med naturvitere, lærere, medlemmer av læreplankommisjoner, ingeniører og journalister med naturvitenskapelig formidling som spesiale. Det mest påfallende ved studien er nettopp den sterke vekt deltakerne la på samfunnsforhold og teknologi som begrunnelser for at befolkningen burde beskjeftige seg med fysikk, og den sterke vekt de mente slikt stoff måtte ha i selve stoffutvalget i skolens fysikkundervisning. Selvsagt var det variasjoner i oppfatningene. Men man fant ingen korrelasjon mellom oppfatning og faglig bakgrunn for deltakerne. Også de mest utpregede fagfysikerne hevdet slike ideer.

Egne refleksjoner om skolefysikken

Den type tanker jeg har referert foran kan neppe være de eneste som betyr noe når en skal vurdere hvilket preg skolefysikken bør ha. Men jeg tror det

er noe fundamentalt riktig ved Science, Technology & Society-tenkningen som vi må ta hensyn til. Skal jeg selv svare på hva jeg vil med skolefysikken - på ungdomstrinnet - må det bli:

1) Hovedsiktemålet med skolefysikken må være å gi innsikt i fysikkens betydning for hjem, samfunn og yrke.
2) Fysikken må så langt det er mulig knyttes til konkrete enkeltproblemer elevene oppfatter som meningsbærende. Vi realiserer *ikke* hovedsiktemålet foran ved *bare* å servere fysikalske begreper og generelle lovmessigheter (som f.eks. Ohms lov), og nøye oss med å *forsikre* elevene at dette har uhyre stor betydning for dem. Skal forsikringen ha snev av troverdighet, må vi vise dem det.
3) Teknologiske elementer må få en vesentlig plass i fysikkundervisningen. Teknologi er en så sentral del av omgivelsene at vi ikke kan overse den lenger i skolen. Den natur som elevene vekselvirker med og som naturfagene i skolen skal gi innsikt i, er ikke bare den uberørte, men har i høy grad menneskelagede elementer. Fysikkens betydning i hjem, samfunn og yrke ser vi dessuten ofte gjennom teknologi.
4) Diskusjon av selve vekselvirkningen mellom fysikk, teknologi, samfunn og kultur må få en plass i skolefysikken. Undervisningen skal ikke bare gi kunnskap *i* fysikk, men også *om* fysikk - dens betydning og rolle. Det siste er minst like viktig som det første, som ledd i en allmenndannelse for framtida.

Alt i alt betyr dette en dreining av skolens fysikkbegrep i forhold til det akademiske. Anvendelser, refleksjon omkring fysikkens betydning, teknologi, betraktes her ikke som motivasjon, «salgstriks», innpakning for det «egentlige»: overføring av den akademiske fagkanon. Det er selv del av det «egentlige».

Biologene her alt sett poenget. I ly av et uhyre vidt økologibegrep har de tatt patent på mange av de naturfaglige forhold som folk flest er opptatt av, f.eks. forurensningsproblemer, miljøvern, arealutnyttelse, ernæringsproblematikk, o.l., både lokalt og globalt. Biologi oppfattes da som «problemer sett under et biologisk perspektiv». Dette har tilført biologifaget i grunnskolen en meningsfylde som antakelig er en viktig årsak til at faget nå er så populært (der man driver undervisning etter den slags prinsipper). Her er det vel bare å gratulere. Som fysiker føler jeg nok likevel et lite stikk når jeg ser kurser i biologi som tar opp støyproblemer, energiforsyning, klima og metallressurser. Jeg ønsker å ta igjen noe av det biologene har lagt beslag på.

Men en dreining av skolefysikkbegrepet mot anvendelser og samfunn bærer i seg klare farer for overspill. Vi må derfor føye til et par punkter på lista. Undervisningen kan utarte til alment snakk uten at det fysiske perspektiv kommer inn på noen vesentlig måte. Men en viser ikke fysikkens betydning uten å ane noe om fysikk.

5) Det må derfor være en balanse mellom tradisjonelt fagstoff, anvendte problemstillinger og diskusjonstemaer.

Videre: å resonnere fysikalsk krever i en del tilfeller at en må gi opp å bruke common sense-tankegang (11). Å endre tankemønstre krever imidlertid bevisst og systematisk fokusering over tid på akkurat dette. I mer anvendelsesorienterte opplegg kan noe slikt bli forsømt. En får aldri bygget opp kunnskap som setter en i stand til å komme under overflaten av problemene.

6) De anvendte problemstillingene en sentrerer kurset om, må derfor ikke velges i hytt og vær. En må sørge for en faglig sammenheng mellom emnene slik at en kan utnytte kunnskap fra et emne senere i en ny sammenheng.

IPN-opplegget en gang til.

Men hvordan skal så et fysikk-opplegg som tar hensyn til alle disse kravene, mer konkret se ut? Det har jeg ikke helt klare forestillinger om. Men jeg har sett ett opplegg som jeg synes har i seg mange positive kvaliteter. Og det er nettopp IPN-fysikk-kurset, som vi allerede har stiftet litt bekjentskap med.

Særlig interessant er det at dette kurset søker å integrere de ulike stoffaspektene ved å sentrere stoffet om anvendte problemstillinger. På den måten får man en naturlig sammenheng mellom generelt fagstoff, teknologisk stoff og samfunnsproblematikk. Slik unngår man det som lett skjer i engelske/amerikanske opplegg der samfunnsstoffet puttes inn i eksisterende opplegg, nemlig at det blir et skille mellom «ordentlig fysikk» og «prat» (12).

Slik oppnår man dessuten noe annet, og det er all grunn til å merke seg. Ved å forankre stoffet i anvendte, aktuelle problemstillinger, faller det naturlig å behandle grunnlagsfysikken på et uventet høyt nivå. Dette fordi problemene fenger, og er komplekse, slik at de krever noe mer enn en overflatebehandling av grunnlagsfysikken for å gi utbytte. Det innebærer videre at en også gjennom et slikt opplegg kan få ivaretatt hensynet til den ene eleven i klassen som senere vil få bruk for fysikk på høyere nivå.

Selvsagt er det ikke vanskelig å finne mye en kan være uenig i i et opplegg av denne art. Men IPN-fysikk-prosjektet er interessant fordi det viser at det *går an* å realisere et utvidet skolefysikkbegrep. Det kan også gi oss ideer til videre bearbeidelse.

Så starter vi ikke på bar bakke.

Noter:

(1) P. Thomsen: «Nyere internationale strømninger i fysikundervisningen». Fra Fysikkens Verden nr. 2, 1982, s. 29 ff.

(2) H. Mikelskis & R. Lauterbach: «IPN Curriculum Physik 9.3, Energieversorgung durch Kernkraftwerke». Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1980.

(3) Statistisk Sentralbyrås hefter om Utdanningsstatistikk. Grunnskoler 1979, s. 18; Videregående skoler 1980, s. 35; Universiteter og høgskoler 1977, s. 63, 65, 67.
Norsk Fysikkråd: «Skoleundersøkelse i fysikk», Tapir 1981, s. 67, figur VB 3.

(4) Se f.eks. D. Layton: «What can Research tell the Classroom Teacher of Science?». Konferanserapport om skoleforskning i realfag, NAVF 1982, s. 145 ff.

(5) Nærmere om den historiske bakgrunn, se V. Horsfjord: «Naturfag i forandring. En oversikt over de bærende ideer i den internasjonale reformbevegelsen i naturfagundervisningen». Trondheim lærerhøgskole 1982. Stensiltrykk.

(6) P. J. Gaskell: «Science, Technology and Society: Issues for Science Teachers», Studies in Science Education 9, 1982, s. 43.

(7) I Canada er G.S. Aikenhead er forkjemper for et slikt syn, han hevder at «...science and society-issues should dominate science teaching and the «pre-professional» training as a scientist should be presented as an option». Se forrige referanse.

(8) Association for Science Education (ASE): «Alternatives for Science Education», ASE-document, 1979; ASE: «Education through Science», The School Science Review 63 no 222, 1981.

(9) Science in Society: «Teacher's Guide», Heinemann Educational, London 1981.

(10) P. Häussler, K. Frey, L. Hoffmann, J. Rost & H. Spada: «Physikalische Bildung: Eine curriculare Delphi-Studie, Teil I & II, IPN-Arbeitsberichte no. 41 & 42, 1980, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel; et sammendrag finnes også i Häussler, K. Frey, L. Hoffmann, J. Rost & H. Spada: «Physikalische Bildung für Heute und Morgen», Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Univeristät Kiel, stensiltrykk, uten årstall.

(11) V. Horsfjord: «Må skolefysikken være så vanskelig?» Norsk pedagogisk tidsskrift nr. 8-9, 1981, s. 317 ff.

(12) En parallell har vi i forsøkene på å innføre fagdidaktiske komponenter i fagutdanningen på universitetene!

Et svar til Vidar Horsfjord

Poul Thomsen *

Det glæder mig, at min artikel om nyere internationale strømninger i fysikundervisningen («Fra Fysikkens Verden» nr. 2, 1982) har fået Vidar Horsfjord til at gå ind i en debat om skolefysikken. Det undrer mig dog, at Vidar Horsfjord føler sig provokeret af min vurdering af det tyske IPN projekt. Jeg har gennemlæst, hvad jeg skrev om dette projekt, og jeg synes stadig , at jeg giver en redelig beskrivelse af hæftet «Energiversorgung durch Kernkraftwerke». Det er naturligvis ikke en fejlagtig oplysning, når jeg skriver, at afsnittet om atom- og kernefysik udgør 28 sider og afsnittet om kernekraftværker 14 sider, nemlig henholdsvis s. 33-61 og s. 67-81 i den udgave fra 1976, som jeg har. Jeg antager, at uoverensstemmelserne i sidetal skyldes, at Vidar Horsfjord er i besiddelse af en senere udgave (fra 1980).

Jeg kan forsikre Vidar Horsfjord om, at jeg ikke har haft nogen bagtanke i retning af at nedgøre det tyske projekt. Jeg bruger simpelthen dette projekt som et eksempel på den udviklingstendens, som jeg påpeger i det foregående, og som går ud på, at det i stigende grad er blevet accepteret, at det er et vesentligt mål for skolens fysikundervisning at uddanne naturvidenskabeligt oplyste borgere. Det, som åbenbart falder Vidar Horsfjord for brystet, er mine slutbemærkninger om projektet, som i sin helhed lyder:

«Efter min mening er IPN-gruppen i mange af hæfterne gået for vidt i retning af samfundsorientering. Fysikken spiller i mange af hæfterne en alt for underordnet rolle. Der er imidlertid samlet et væld af oplysninger i disse hæfter, som såvel fysiklærere som lærere i samfundsorientering vil kunne gøre god brug af.»

Jeg vil gerne understrege, at jeg ikke dermed tager afstand fra, at teknologiske og samfundsmæssige problemer skal have en plads i skolens fysikundervisning. Jeg påpeger blot, at man efter min mening i IPN-projektet har givet disse emner for stor vægt i forhold til de rent fysiske emner. Dette skal naturligvis ses i relation til det meget begrænsede timetal, man i de fleste lande tildeler faget fysik. Vi er derfor nødt til meget omhyggeligt at prioritere de emner, vi vil anvende tid på at behandle, og vi må blant andet tage hensyn til, om emnerne udelukkende behandles i fysiktimerne, eller om de også tages op til behandling i andre af skolens fag. I Danmark har vi således på ungdomsskoletrinnet et fag, som hedder samfundsorientering, og her vil det være naturligt at behandle flere af de emner, der tages op til behandling i IPN-projektet. Det er derfor, at jeg ikke blot gør fysiklærere, men også lærere i samfundsorientering opmærksom på det tyske materiale.

KLIPP FRA PRESSEN:
Skremmende uvitenhet

Det er mye uvitenhet i atomdebatten. Mange tror at atomene skal gå inne i ledningene og at de således er en fare for at de skal falle i hodet på turgåere og fe. Det skal de selvfølgelig ikke. Atomene skal sprenges i en vindusløs kjeller på atomkraftverket. Den kraften som dermed oppstår, skal presses inn i tynne ledninger og får derigjennom en voldsom fart som er utmerket til å fyre opp med, lyse opp pærer og barbere seg med.

Vann og olje kan nok også produsere ganske god kraft, men bare hvis den piskes hurtig rundt eller oppvarmes til ganske uhørte temperaturer, slik at det oppstår molekyler med fart nok til å komme gjennom de utrolig lange ledninger uten å miste for mye varme underveis.

Slik er de små atomene mye bedre. Det er krabater med slik fart at de også ville ha egnet seg til drivstoff for biler dersom vi hadde hatt gode nok veier. Det er regnet ut at på et par atomer kun kan man reise strekningen Oslo-Hammerfest på litt over tre sekunder hvis skiltingen er god nok.

Det må være lov til å forlange et minstemål av viten hos dem som kaster seg inn i atomdebatten, særlig på motstandersiden selvsagt.

vito

Rotasjonsbevegelser hos planter

Hilde Hemmer *

Plantene og deres fotosyntese er grunnlaget for alt liv på jorda. Derfor har mekanismene bak plantenes vekst og utvikling lenge vært, og er fortsatt, mye studert. En av de første som drev systematiske studier av planters vekst og bevegelse var Charles Darwin. Han utga i 1881 boka «The power of movements in plants», som bygger på langvarige og nøyaktige observasjoner av planters bevegelser. (En nyutgave fra 1966 fyller 570 sider!)

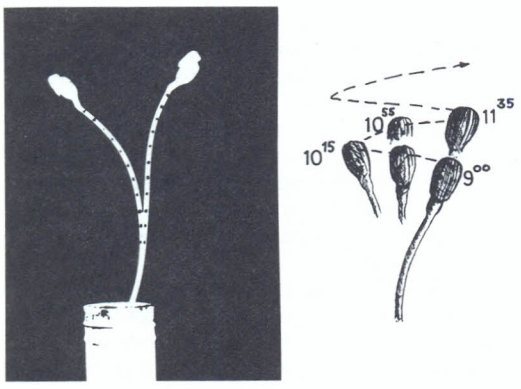
Et av fenomenene han tok opp var rotasjonsbevegelser hos forskjellige plantedeler. Slike rotasjonsbevegelser er vanlige, og har fått et eget navn: circumnutasjoner. Et eksempel er slyngtråder som utfører rotasjonsbevegelser til de finner noe å feste seg rundt. 100 år etter Darwins død er mekanismene bak slike rotasjonsbevegelser fremdeles ikke fullstendig kartlagt. Et annet eksempel på circumnutasjoner ser vi hos unge solsikkeplanter, som utfører rotasjonsbevegelser rundt loddlinja. Disse plantene blir studert ved Fysisk Institutt, NLHT, for å utforske mekanismene bak circumnutasjoner.

Hypoteser

Det finnes flere teorier om hvordan slike sirkel- eller ellipseformede bevegelser oppstår. De kan i hovedsak deles i to grupper:

Hypotese 1 går ut på at indre, oscillerende (svingende) prosesser i planten gir opphav til circumnutasjonene. Vanligvis blir det ikke spesifisert hva slags prosesser dette kan dreie seg om. Felles for alle disse teoriene er at svingningene antas å være uavhengig av tyngdekrafta.

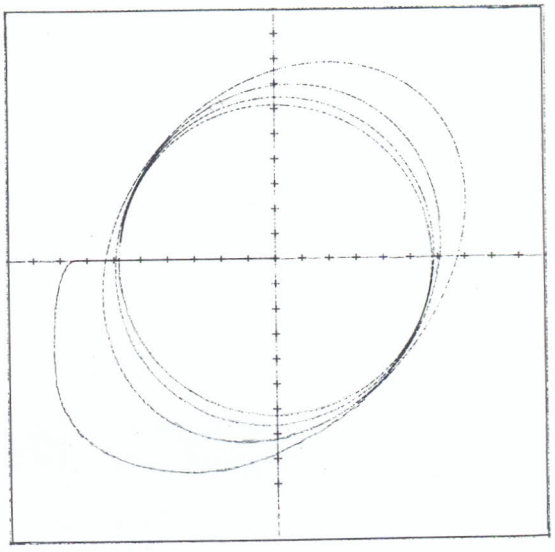
Hypotese 2 forklarer bevegelsene som overkompensasjon i plantens balansesystem. Alle planter (unntatt enkelte mutanter) har et balansesystem som sørger for at røttene vokser nedover og stengelen oppover. Dette kalles gravitropisme, og er sjølvsagt helt nødvendig for at planten skal kunne overleve.



1a) Solsikke fotografert to ganger med 1 time 35 min. mellomrom. Tusjflekkene er satt på for å vise at stengelen ikke dreier seg, men at samme side vender mot kamera hele tida.

1b) Skjematisk tegning, påført klokkeslett.

*) *Fysisk institutt, UNIT/NLHT*



2) Simulering av innsvingningsforløp etter en gravitropisk stimulering.

Hvis plantestengelen avviker fra loddlinja blir dette registrert i cellene, sannsynligvis ved at partikler faller ned på et trykkfølsomt membransystem. En serie fysiologiske prosesser settes så i gang. Etter ei tid (ca. 30 min. for solsikker) begynner stengelen å krumme seg for å rette opp feilen. På grunn av denne tidsforsinkelsen vil stengelen fortsette å krumme seg etter at planten er kommet opp i loddrett stilling. Planten vil da registrere et avvik til den andre sida, og etter ei tid starte opp en krumningsbevegelse den andre veien. På den måten kan en tenke seg at en pendelbevegelse oppstår (snudd oppned). Settes to slike bevegelser sammen, normalt på hverandre, får vi en sirkel- eller ellipseformet bevegelse.

Matematiske modeller

Hypotese 2 har den fordelen at den lar seg formulere matematisk. Modeller er blitt laget og simuleringen er blitt kjørt på datamaskin. Den enkleste likningen en kan tenke seg for å beskrive systemet er av type

$$d\alpha/dt = -k\,\alpha(t-t_0)$$

der α er avviket fra loddlinja. Denne likninga sier at plantens vinkelhastighet er proporsjonal med avviket fra loddlinja ei tid t_0 før bevegelsen skjer.

Mer realistisk blir det om vi sier at plantens reaksjon (vinkelhastigheten $d\alpha/dt$) er proporsjonal med

$\sin\alpha(t-t_0)$, siden tyngdekraftas komponent normalt på plantestengelen varierer som $\sin\alpha$. Det er også rimelig å tro at planten ikke bare «husker» det som skjedde for t_0 tidsenheter sida, men også noe av det som skjedde tidligere. En vektfunksjon f(t') blir innført for å beskrive hvor stor innvirkning vinkelutslaget ved forskjellige tidspunkt har. Vi ender da opp med

$$d\alpha/dt = -k\int f(t') \sin\alpha(t-t_0)dt'$$

I tillegg er en asymmetri blitt innført for å forklare hvorfor en i enkelte systemer finner en foretrukket rotasjonsretning.

En todimensjonal modell er blitt utarbeidet fra denne likninga. Figuren viser hvordan modellen forutsier at planten svinger seg inn mot en stabil sirkelbevegelse etter en gravitropisk stimulering.

Kritiske eksperimenter

I eksperimenter som blir utført på jorda kan ikke tyngdekrafta oppheves. Men virkningene av tyngdekrafta kan en forsøke å eliminere ved spesielle eksperimentelle oppstillinger.

1. Klinostatforsøk

På en såkalt klinostat blir planten lagt horisontalt og rotert sakte (f.eks. en omdreining pr. minutt). Da blir den gravitropiske stimuleringen jevnt fordelt rundt stengelen, og planten vil normalt vokse horisontalt. På klinostat burde circumnutasjonene fortsette dersom hypotese 1 er riktig, og stoppe opp dersom hypotese 2 er riktig. Forsøk viser at en i mange tilfeller ikke kan se circumnutasjoner hos planter på klinostat. Enkelte ganger kan en observere svingninger med svært liten amplitude. Seinere har elektronmikroskopbilder vist at planter som har vokst på klinostat i lengre tid ikke utviklet seg normalt. Dette gjør at en stiller seg tvilende til verdien av klinostatforsøk.

2. Kompenseringsforsøk

Dersom en kan hindre at planten blir utsatt for gravitropisk stimulering burde svingningene opphøre i følge hypotese 2. Hos solsikker er det hovedsakelig den øverste delen av stengelen som er følsom for tyngdekrafta. Hvis denne delen av stengelen tvinges til å vokse loddrett, tenker en seg derfor at planten ikke vil motta gravitropisk stimulering.

Dette kan realiseres på flere måter. En kan la fjærer tvinge planten inn i loddrett stilling. Ved å måle hvordan krafta en må bruke for å holde planten loddrett varierer med tida, får en vite om svingningene fortsetter eller opphører. En annen mulighet er å bevege plantens potte for å holde den øverste delen av stengelen loddrett. Ved å registrere hvor stor dreining av potta som er nødvendig for å holde stengelen loddrett, kan en avgjøre om svingningene opphører eller ikke.

Utstyr av begge disse typene er blitt bygd opp ved Fysisk Institutt. I en oppstilling blir plantestengelen holdt loddrett ved hjelp av tynne strenger. Elektriske motorer dreier strengene, og varierer dermed krafta som virker på planten. Dette gjøres nå automatisk. Ved hjelp av lamper og fototransistorer måler en om skyggen av strengene beveger seg, det vil si om planten begynner å skyve en streng til side. En mikrodatamaskin leser av signalene fra fototransistorene, og sender ut elektriske signaler som styrer motorene. Den registrerer også hvilke bevegelser som er nødvendig for å holde den øverste delen av stengelen loddrett.

Et problem med dette utstyret er at friksjon mot strengene fører til at bevegelsen ikke skjer naturlig, men i «rykk og napp». En kan også tenke seg at friksjonen vil hemme plantens vekst.

I den andre oppstillingen sørger elektriske motorer for å dreie potta til planten slik at den øverste delen av stengelen holdes loddrett. I dette tilfellet måler en om skyggen av planten beveger seg ut fra loddrett stilling. Også dette utstyret er automatisert på tilsvarende måte som det andre.

Et problem med denne oppstillingen er at det er nødvendig å sende lys inn på planten for å kunne detektere skyggen. Planten kan reagere på lyset, og dette kan virke forstyrrende på de effektene vi ønsker å måle.

Et problem med begge utstyrene er nøyaktigheten. Selv et svært lite avvik fra loddlinja kan gi opphav til målbare gravitropiske reaksjoner. Vi vet heller ikke om det har betydning at resten av stengelen, nedenfor toppseksjonen, ikke holdes loddrett. På grunn av disse praktiske vanskelighetene har en hittil ikke oppnådd sikre resultater ved bruk av disse metodene. Det ideelle ville sjølvsagt være å ha et laboratorium der tyngdekrafta kunne varieres. Dette vil en nå få muligheter til i den nye SPACELAB som skal sendes opp med romferja. Et solsikkeeksperiment er blitt godtatt for første oppskyting av SPACELAB, i hard konkurranse med en rekke andre foreslåtte eksperimenter. Dersom alt går etter planen skjer oppskytingen i september -83. Da kan vi antagelig få det endelige svaret på om plantenes rotasjonsbevegelser skyldes indre svingninger, tyngdekrafta, eller om svaret er et både - og.

HUSK
KONTINGENTEN

FYSIKK - LIV - HELSE
Biofysikk ved Fysisk institutt, UiO

*Thormod Henriksen**

Biofysikkgruppen ved Universitetet i Oslo har sitt utgangspunkt i den gamle avd. D ved Fysisk institutt som hadde ansvaret for fysikkundervisningen til medisinerstudentene. Her vokste det frem et miljø som etter hvert ga rom for cand.real. oppgaver i biofysikk. Gruppen hadde en betydelig vekst i 1960-årene. Da vi fikk et dosentur i 1970, øremerket biofysikk, hadde gruppen 5 faste stillinger og det rådet betydelig optimisme fordi biofysikk ble betegnet som et vekstområde.

Biofysikkgruppen ved UiO fikk ikke del i den vekst vi hadde i Norsk biofysikk i 1970-årene og i dag har gruppen bare 2 i fast stilling som deltar i de pågående forskningsprosjekter. Vi har en ledig stilling med vikar, men sparetiltakene ved Universitetet gjør at vi mister denne 1. august. Den ledige stilling som de fleste regnet med skulle forbli i biofysikk er for tiden Oslo Universitets mest populære. Den skal brukes til å dekke alle behov fra idéhistorie til forsikringsmatematikk.

Biofysikkgruppen driver forskning på 3 områder:

1) strålingsbiofysikk,
2) membranbiofysikk/immunologi,
3) synsforskning.

Jeg skal i første rekke omtale noen prosjekter i membranbiofysikk, men vil også «touche» de 2 andre områdene.

Synsforskningen ble introdusert av T. Holtsmark og den var lenge konsentrert til psykofysiske målinger omkring en spektralintegrator. Med støtte fra NAVF ble det i 1970-årene bygget opp et laboratorium for elektrofysiologiske studier. Dette prosjekt *var og er* basert på åremålsansatte og vi har møtt en rekke av de problemer som oppstår når åremålstiden løper ut.

Det er et generelt mål å klarlegge de mekanismer som virker i synssystemet fra det øyeblikk et objekt avbildes på netthinnen og til vi oppfatter det som et synsinntrykk. Både psykofysiske og elektrofysiologiske metoder blir brukt og det viser seg at det er god korrelasjon mellom mange av de psykofysiske lovmessighetene som er registrert og de resultater som er oppnådd ved elektrofysiologiske målinger.

Mange av effektene spores helt tilbake til nevrale mekanismer i netthinnen. Det viser seg at nervesystemet i netthinnen foretar en koding av signalene fra reseptorene før de sendes videre til hjernen. Det er mulig å følge signalveiene gjennom det nettverk av nerveceller som finnes i netthinnen, og å se hvordan de behandles underveis. Når signalene når fram til synssenteret i hjernen øker kompleksiteten, og det blir vanskeligere å analysere strukturen.

* Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo.

Ved elektrofysiologiske målinger studerer vi hvordan transient kontrastmodulasjon i den perifere netthinne påvirker amacrincellene hos gullfisk. Et spørsmål som studeres ved hjelp av «proximal negativ respons» (PNR) er hvilke tappetyper som har input til amacrincellenes reseptive feltdeler.

Vi har anvendt fysiologiske data og responsfunksjoner til å utvikle en opponentmodell for fargesyn. Modellen er optimert m.h.t. psykofysiske data og har resultert i en bedre beskrivelse av sensoriske lyshets og fargeforskjeller.

Innen strålingsbiofysikk studerer vi de fysikalskkjemiske prosesser som finner sted når biologiske systemer bestråles med ioniserende stråling. Vi arbeider med proteiner og DNA og deres byggesteiner. Sentrale problemer er de mekanismer som ligger til grunn for; trådbrudd i DNA, baseskader som kan føre til mutasjon og forandring av stråleføl-somheten ved kjemiske stoffer (både sensitisering og beskyttelse). Noen slike molekylære skader er vist i Fig. 1.

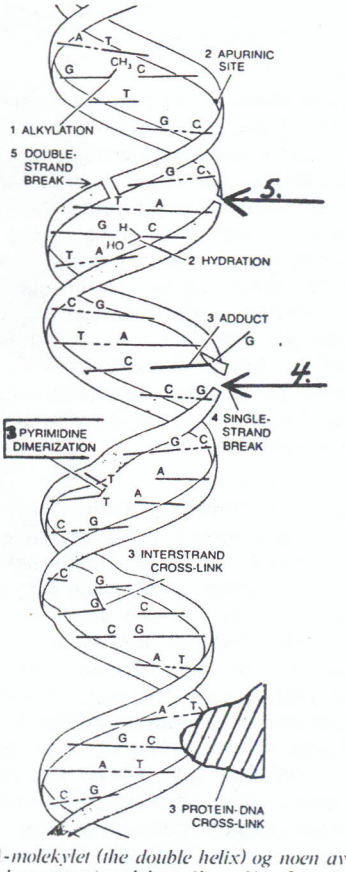


Fig. 1. DNA-molekylet (the double helix) og noen av de skader som kan oppstå ved bestråling. Når 2 pyrimidinbaser, som ligger ved siden av hverandre langs helix-aksen bindes sammen, kalles skaden en «pyrimidine dimer» (den skade som er vist (merket 3) er en thymine-dimer). Vi studerer baseskader samt mekanismene for trådbrudd (merket 4 og 5).

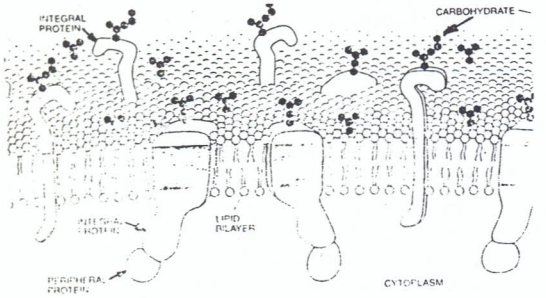


Fig 2. Modell av en biologisk membran. Dette er et dynamisk system som i det vesentlige består av et lipid dobbeltlag og proteiner. Vi kan ha både lateral bevegelse og rotasjon samt en «flip-flop» bevegelse (skifte fra en side til en annen).

Det kan være nærliggende å spørre om molekylære skader (som vi er opptatt av å finne frem til) også gir en bestemt makroskopisk biologisk skade. Jeg vil da peke på én av de skadene som er vist i Fig. 1, nemlig det som kalles «pyrimidine dimers» som er en sammenkobling av 2 pyrimidine baser «vertikalt» i DNA-molekylet.

Vi vet at skaden kan dannes ved UV-bestråling (soling), og den kan føre til hudkreft hvis den ikke repareres. De aller fleste av oss har et tilstrekkelig aktivt enzym-system som reparerer skader ved å kutte ut den biten som inneholder pyrimidine dimers og så bygge opp igjen et korrekt DNA-molekyl. Det finnes imidlertid personer som mangler dette repareringssystemet. De lider av en sjelden genetisk sykdom som kalles «Xeroderma Pigmentosum» og de vil gjerne dø i ung alder av kreft. Dette er et eksempel hvor vi har bestemt den molekylære skade - dens årsak - og virkning. Hudkrefttilfellene i Norge øker slik at noen og enhver av oss kanskje bør ta imot UV (les soling) med omtanke og en viss restriksjon - kanskje arbeider ikke enzymsystemet så godt som det burde.

Vi er for tiden opptatt av stråleskader i basene og vi forsøker å studere de prosesser som leder frem til brudd på en eller begge helix-trådene (single and double-strand breaks i Fig. 1).

Vi arbeider for tiden *ikke ut over molekylnivå* - det er typisk grunnforskning, men forskningen har et klart *anvendt* aspekt på stråleterapisiden. Vi deltar i Europeisk samarbeid i en gruppe knyttet til EEC og vi har også nært samarbeid med et par amerikanske universiteter.

Membranbiofysikk

Membranbiofysikk står svært sentralt i internasjonal biofysikk. Grunnen til det er at mange livsviktige prosesser er knyttet til membranen og til vekselvirkningen mellom membranen og de områder den atskiller.

Vi betrakter ikke lenger membranen som en passiv skillevegg. Det er et dynamisk system bygget opp av lipid og protein (se modell i Fig. 2) - det foregår noe på - *i* - og *ved* membranen. Det utvikles nå metoder - basert på god fysikk - til å studere struktur og dynamikk av biologiske membraner.

Ved hjelp av «spin label ESR spektroskopi» kan vi få informasjon om molekylenes bevegelse. Hurtige bevegelser har vært lettest å studere (de har gitt størst målbare forandringer) - og siden bevegelsen til proteiner knyttet til membranen er langsom, har det til nå vært vanskelig å få informasjon om slik bevegelse.

Her skjer nå forandringer og vi har, basert på en generell løsning av Bloch's ligninger, kommet frem til en ny metode for å studere langsom molekylbevegelse. Jeg tror dette arbeidet kan gi grunnlaget for ny erkjennelse.

Jeg vil slutte med å nevne summarisk 2 prosjekter som fører oss tilbake til tittelen på denne artikkel - Fysikk - Liv - Helse.

Først helse. Vi kan vaksinere oss mot en rekke sykdommer. Da bygger vi opp antistoffer. Antistoffer finner vi også når vi gjennomgår en sykdom og for enkelte sykdommer, blant annet barnesykdommer, beholder vi antistoffer og en viss immunitet livet gjennom. En påvisning av bestemte antistoffer kan derfor bety en påvisning av en bestemt sykdom - diagnostikk - eller det kan gi oss et mål for effektiviteten av en vaksinasjon.

Vi har benyttet den såkalte «Heisenberg spin-exchange» effekt og utviklet et metode for å studere antistoffer. Den er vist i Fig. 3. I korthet går denne metoden ut på (hvis vi følger figuren) at liposomer (en liten boble hvor veggen består av lipid) lages med et *spesifikt* antigen bundet til membranveggen. Lipsomene fylles med spin labels til en konsentrasjon som gir betydelig spin-exchange effekt. Når spesifikt antiserum og kompliment (et enzymsystem som gjerne fås fra marsvin) tilsettes, vil en kort inkubering på 37°C gi lysis av membranen.

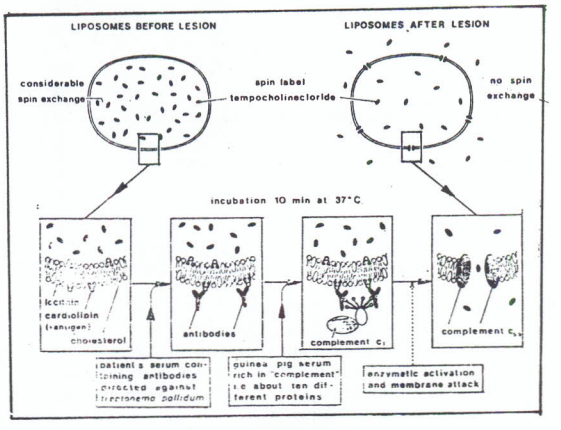


Fig. 3. En generell ESR-metode til å detektere antistoffer i serum fra pasienter. Metoden, slik den er vist i denne figur, er brukt for diagnostikk av syfilis. Antigen for syfilis (cardiolipin) er bygget inn i membranveggen og boblene er fylt med fri radikaler (den spin label som er brukt er NO-radikalet tempocholine).

Spin labels slipper ut, noe som gir forandring i spin-exchange effekten og følgelig kan studeres med ESR.

Spin-exchange er fin fysikk - dette at elektronspinn med en gitt kjernespinn-vekselvirkning kan «hoppe» til et nabomolekyl med en annen kjernespinntilstand gir utgangspunktet for god teori og klare eksperimentelle effekter som vist i Fig. 4.

Vi benyttet denne testen i første omgang for syfilis. Pasienter som har eller har hatt syfilis vil ha antistoffer mot syfilis (antigen er i dette tilfelle et molekyl som kalles cardiolipin) og det gir et ESR resultat (se Fig. 4) klart forskjellig fra friske personer. Metoden viser seg like god som den Wassermantest som vanligvis brukes og den er enklere og billigere.

Nå benyttes metoden for å evaluere effektivitet av vaksine mot smittsom hjernehinnebetennelse. Det er et sterkt ønske om å kunne skaffe en vaksine mot denne sykdom som plutselig kan slå til - ofte med fatal utgang. Meningitt forekommer i ulike former med betegnelsen A - B - C osv. Forskjellen ligger i antigenet som er gruppespesifikke polysakkarider som isoleres fra *Neisseria meningitides*. Disse polysakkaridene har en lipid ende slik at det er mulig å bygge antigenet inn i en kunstig membran slik vi ønsker for vår testmetode.

Når Statens institutt for folkehelse skal teste om en vaksine gir grunnlag for dannelse av antistoffer, må de teste serum fra vaksinerte *direkte* med aktive - farlige bakterier. Dette medfører et betydelig risikomoment for dem som gjør jobben. Vi utarbeider nå en spin label test som er helt ufarlig. For tiden tester vi serum fra pasienter i Norge, Finland og USA. Dette arbeid har betydelig interesse også for en rekke latinamerikanske land.

Til slutt noe om liv. Helt fra starten forsøkte vi forgjeves å definere liv. Vi omtalte livets opprinnelse. Nå mot slutten av denne artikkel kan det være på sin plass å se litt på elding og livets slutt-

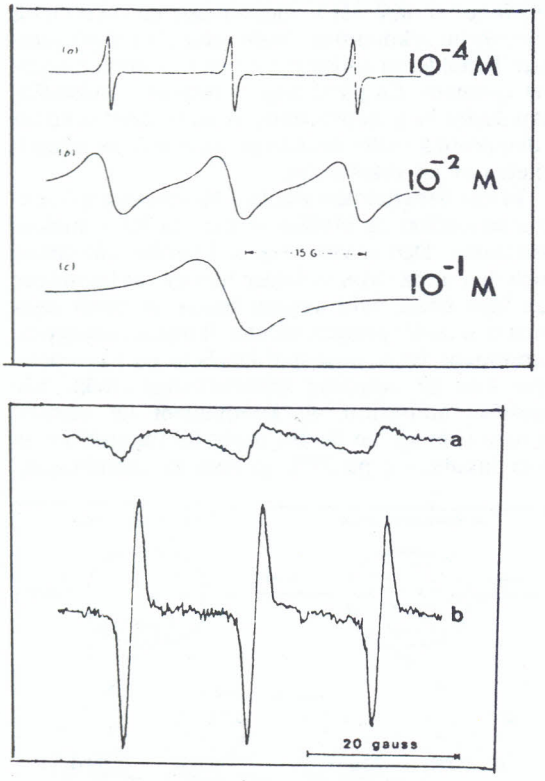


Fig. 4. Spin-exchange og ESR-effekter. I et > NO-radikal, hvor elektronet kan vekselvirke med en N^{14}-kjerne med spinn I = 1, får vi 3 linjer. Hvis det uparede elektronet «hopper» fra et molekyl til et annet, vil linjene bli bredere (og mindre) og når hoppfrekvensen når en viss grense (konsentrasjonen øker som i figuren) vil resonansen gå over i en enkel linje.
Nederst er vist 2 prøver fra pasienter med mistanke om syfilis. I a er prøven negativ (det er fortsatt betydelig spin-exchange med brede linjer), mens prøve b er positiv (liten spin-exchange og smale, skarpe linjer). Dette betyr at det må være antistoffer mot syfilis i serum fra pasient b.

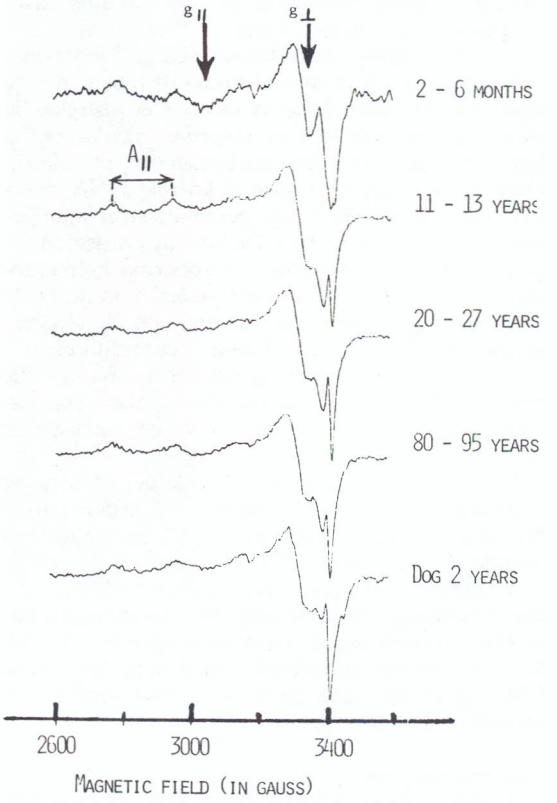


Fig. 5. ESR-spektra fra alderspigmenter. Pigmentene er isolert fra hjernen til døde pasienter i ulike aldersgrupper og fra hunder som led av «neuronal ceroid lipofucinosis». En analyse av disse spektrene (som blant annet inneholder en bestemmelse av ESR-tensorer) viser at de stammer fra Cu(II)-ioner. Spektrene forteller også noe om ionenes elektronkonfigurasjon og hvorledes de er bundet til omgivelsene.

fase. Vi snakker om «forgubbing i Norsk fysikk» og mener at når tiden løper tar vi synlig merke av dette både fysisk og mentalt. Men hva skjer når nerveceller går til grunne?

En modell som er fremsatt for eldingsprosessene er basert på en oksydering av lipidene - som jo danner grunnmatrisen i de biologiske membraner. Et resultat av peroksyderingsprosessene er dannelse av lipofuscin partikler - eller «age pigments». Disse alderspigmentene er polymerer av umettede fettsyrer og proteiner og i elektronmikroskop viser de en «fingerprint pattern» som tyder på at de inneholder membranrester. En akkumulering av disse pigmentene er karakteristisk for elding. Når de når en viss konsentrasjon i nervecellene vil disse dø. Ved visse patologiske tilstander kan en få en rask og ubønnhørlig øking av disse pigmentene og dette fører til rask elding og død. Sykdommen kalles «neuronal ceroid lipofuscinosis» og er kjent både hos mennesker og dyr. Hos mennesker er sykdommen også kjent som Stengel-Battens disease. (Nordmannen Stengel beskrev den så tidlig som i 1826.) I et antall av ca. 20 pr. år rammer den i Norge - den er genetisk betinget og medfører død i ten-årene.

Ved Veterinærinstituttet i Oslo har de en stamme Engelsk setter som ser ut til å ha samme sykdom. Hundene blir maksimalt 2 år, men gjerne gamle nok til å holde stammen i live. Disse hundene representerer derfor et modellsystem av uvurderlig verdi.

I samarbeid ved Veterinærinstituttet og University of Florida (Gainesville) har vi en tid studert eldingsprosessene. Ved hjelp av ESR har vi studert alderspigmenter fra den menneskelige hjerne og fra syke hunder. Noen resultater er gitt i Fig. 5. Disse ESR-spektrene viser ved en nærmere analyse at det akkumuleres Cu(II)-ioner. Vi kan også slå fast at det er såkalt «non blue» Cu-ioner. Ved å bruke ENDOR teknikk (en *elektron-kjerne* dobbelt resonans teknikk) ved flytende He-temperatur regner vi med å kunne fortelle mer om hvorledes Cu-ionene som akkumuleres er ligand bundet. Vår målsetting er å kunne si noe mer om alderspigmentenes struktur - og i nest omgang deres dannelse.

Celler tatt fra syke hunder kan dyrkes i kultur og eldes i kultur. I slike eksperimenter ser vi også (ved ESR) opphoping av metallioner.

En av de teorier som er fremsatt er at livet tar slutt når konsentrasjonen av pigmenter *når* en viss terskel. Det er muligens et enzymsystem som holder denne pigmentopphopingen i sjakk. Pasienter som ikke har dette enzymsystem - eller det er lite effektivt - vil eldes tidligere og raskere enn normalt.

Denne modell reiser selvsagt også spørsmålet: Kan vi gripe inn i dannelsen av alderspigmenter og hindre den eller nedsette den? Er det et middel mot forgubbing - finnes «Onkel Skrues ungdomskilde»?

Et av trinnene på veien frem til et alderspigment er en peroxydering av lipidene. Den foregår via en rekke fri radikal intermediater. Prosessene har vært søkt forhindret ved å sette til antioxidanter og eksperimenter har vært utført med mus - men et museliv er kort og det er ikke lett å evaluere resultatet.

Av de stoffer som kan virke som «scavenger» av radikaler og singlet oxygen og derved hindre en lipid peroxydering er α-tocopherol eller vitamin E. Om dette representerer «ungdomsdrikken» vet vi ikke i dag. Det finnes også en rekke andre stoffer som kan hindre lipid peroxydering slik som β-carotene, vitamin C, glutathione, glutathion-peroxidase og andre enzymer.

Jeg kan ikke legge frem endelige facts som hurtig kan forhindre forgubbing i Norsk fysikk. Kanskje er slike prosjekter i membranbiofysikk som vedrører helse og liv heller ikke verdt å ofre tid og ressurser på? Det mener i alle fall UiO som nå er i ferd med å støte bort denne delen av Norsk biofysikk. Jeg kan ikke love noen bedre helse og lenger liv hvis vi får anledning til å fortsette membranbiofysikken ved UiO, men jeg kan love at vi skal forsøke å drive god grunnforskning.

Fysikk-konkurranse

Georg André *

For tiende gang ble konkurransen «unge fysikere» holdt i februar 1982 i Güstrow, DDR.

Fysikk-konkurransen var dels teoretisk og dels eksperimentell for elever inndelt i to klasser i alder 15-16 år og 17-18 år. De to eksperimentelle oppgaver var felles for begge klasser og vedrørte bestemmelse av overflatespenning i vann ved hjelp av et kapillar og bestemmelse av overflatespenning i en oppløsning.

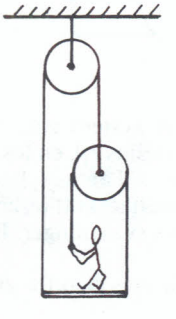
I begge klasser var det 4 teoretiske oppgaver. Vanskelighetsgraden av oppgavene var ganske stor. Neppe noen elever i Norge i aldersgruppen 15-16 år ville ha klart å løse oppgavene med de kunnskaper i fysikk som skolen har gitt dem. Allerede i en alder av 12 år har elever i DDR 90 timer i fysikk i løpet av året, slik at ved 18-års alderen har eleven tilsammen hatt 530 timer fysikk.

Vi skal her gjengi oppgavene fra hver klasse.

Klasse 15-16 år.

Oppgave 1

Et menneske med masse 70 kg står på et brett. Brettet henger i to trinser med tauverk som vist i figur.

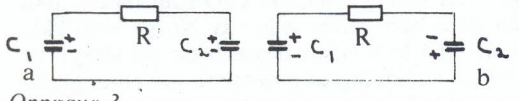


Brettets lengde er 1,2 m og masse 30 kg. Hvor stor kraft må mennesket bruke og hvor må det stå når systemet skal være i likevekt? Massene av trinsen skal det sees bort fra. Brettet skal henge horisontalt og tauene vertikale.

Oppgave 2

To kondensatorer (kapasitans $C_1 = 4\ \mu F$, $C_2 = 2\ \mu F$) lades opp til spenningene $U_1 = 240$ V og $U_2 = 300$ V.

Hvor stor blir spenningen og hvor mye energi går over i varme når kondensatorene og en motstand med resistans R kobles sammen som vist i a) Figur a, b) Figur b, c) Hvordan avhenger varmen i motstanden av resistansen R?



Oppgave 3

Et system er fullstendig varmeisolert fra omgivelsene og er bare forbundet med omgivelsene ved to tilledningstråder med diameter 1 mm og lengde 10 cm. Begge trådene fører inn i systemet til en hetetråd med resistans R. Når en konstant spenning U = 10 V kobles til trådene utenfra, øker systemets temperatur samtidig som varme føres fra systemet til omgivelsene med varmeledning gjennom trådene.

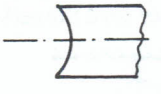
Hvilken slutt-temperatur får systemet når a) $R = 100\Omega$ (temperaturuavhengig), b) $R = R_0 (1 + 0{,}003\ K^{-1}\ \Delta T)$ (temperaturavhengig). Varmeledningskoeffisient for materialet i tråden:

$\lambda = 400\ Jm^{-1}s^{-1}K^{-1}$, $R_0 = 100\Omega$, ΔT temperaturforskjell fra omgivelsene.

Oppgave 4

Lyspulser skal ledes gjennom en 10 km lang, rett sylindrisk glass-stav. Grenseflaten som lyset må passere, fra luften til staven, er en del av en kuleflate med sentrum på stavaksen. I dette sentrum er plassert den punktformige lyskilden (figur). Hvor stor kan ved største lysutbytte lyspulsenes frekvens i høyden være når lyspulsene skal mottas oppløst?

Lyshastighet i glass $c = 212000\ km\ s^{-1}$; Grensevinkel for totalrefleksjon ved overgang glass-luft: $\beta_G = 45°$.



Klasse 17-18 år.

Oppgave 1

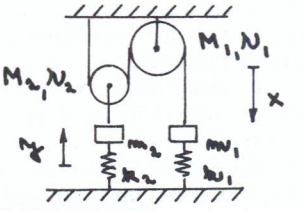
Figuren viser et system som består av en fast trinse (masse M_1, radius r_1), en løs trinse (masse M_2, radius r_2) (trinsene skal antas sylindriske), to masser m_1 og m_2 og to spiralfjærer (fjærkonstanter k_1 og k_2) utfører harmoniske svingninger. Bestem deres frekvens.

Veiledning: Når energien for et lukket system er

$$E = 1/2\ kx^2 + 1/2\ m\dot{x}^2 + Fx + E_0$$

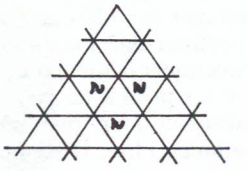
(x kartesiske koordinater, E_0 en konstant) er frekvensen for svingningene

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{k/m}$$



Oppgave 2

Et trådnett som består av likesidede trekanter, er i planet utstrakt uendelig i alle retninger (figur). Resistansen av et enkelt trådstykke mellom to naboknutepunkter er r. Hvor stor er resultantresistansen R av trådnettet mellom to nabopunkter?



Oppgave 3

Samme oppgave som klasse 15-16 år.

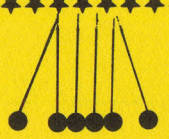
Oppgave 4

Litt modifisert utgave av oppgaven klasse 15-16 år.

«Physik in der Schule» 6/1982 (259-264).

*) Fysisk institutt, NTH

NYHETER



Georg O. André & K. Jostein Knutsen:

SVINGNINGER OG BØLGER. OPPGAVER

120 sider, kr. 80,–

Kjell J. Gåsvik:

OPTISK MÅLETEKNIKK

148 sider, kr. 90,–

TAPIR

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dosent E. Osnes, Fysisk Institutt, Universitet i Oslo.

Styre: Dosent R. S. Sigmond, NTH, Trondheim.
Amanuensis Noralv Bjørnå, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Førstelektor K. Myklebost, Universitetet i Bergen.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Fysikkavdelingen,
Institutt for energiteknikk, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.20.16001.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Ugla, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk institutt, NLHT,
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges Tekniske Høgskole, 7034 Trondheim-NTH.

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Forsker Jan Myrheim, NORDITA, NBI, Blegdamsvej 17, 2100 København Ø, Danmark.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk institutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk Boks 40, 2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 50,00. Årsabonnement for studenter og skoleelever kr. 25,-.

Sekretær:
Gudrun Græsmann.

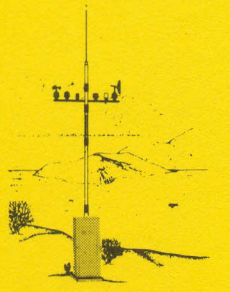
Ekspedisjonens adresse:
Fra Fysikkens Verden
Fysisk Institutt, Universitetet i Trondheim
Norges lærerhøgskole
7055 Dragvoll

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279

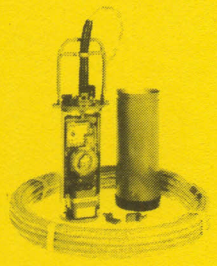
Data Collection.....

AANDERAA INSTRUMENTS has been developing and manufacturing oceanographical and meteorological data recording instruments since 1966.

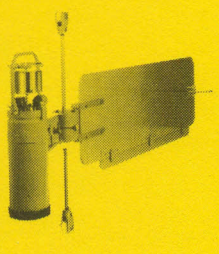
The PRODUCTS are designed for long term unattended operation and are known for high quality and reliable performance.



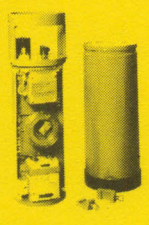
WEATHER STATIONS
Solar powered stations, designed for automatic recording / telemetering of data. A total of 11 different parameters can be registered. A complete range of standarized sensors are available for this station.



TEMPERATURE PROFILERS
for recording of temperature profiles in the sea or lakes. The system employes an 11 point thermistor string. The string is available in lengths up to 500 meters.



CURRENT METERS
for recording speed, direction and water temperature of the ocean currents. Available also with sensors for conductivity and pressure for calculation of salinity.



WATER LEVEL RECORDERS
for determining water level by precise measurement of the hydrostatic pressure at the sea bed. Resolution is 0.001% of full range.

Request datasheets for detailed information.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND SEA AND AIR

FANAVEIEN 13
P.O. BOX 160
5051 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 27 40 30
TELEX 40049

N.T.H.-Trykk
Trondheim