Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHOLD

Redaksjonelt	49
NFS årsmøte 1977	49
Årsmøte i Norsk Fysikkråd	52
Kurs i fysikk	52
Fysikere i næringslivet	53
Forskning og utvikling i naturfaglig pedagogikk. Del 2	56
Atomfysikk med akselererte ioner	62
8. Nordiske halvledermøte	65
Retting av trykkfeil	65
Nøytrale vinder i den øvre atmosfære	66
Bøker	71



Den tidligere og den nyvalgte formann i Norsk Fysikkråd. (foto under Fysikermøtet i Trondheim).

Nr. 3 - 1977
39. årgang

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 3 - 1977

Redaktør: OLAV STEINSVOLL
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGERSEN

39. årgang

Fra redaksjonen

Fysikermøtet 1977 i Trondheim setter sitt preg på tidsskriftet denne gang. Vi bringer referat fra årsmøtet i NFS, referat av en av diskusjonene som fant sted og trykker siste del av ett av foredragene. Møtet gikk over tre dager, hadde samlet 125 deltakere og ble knirkefritt avviklet av arrangørene. Omvisning på Munkholmen og festmiddag på Lian restaurant var populære innslag. Samtidig med Fysikermøtet ble det holdt møte i Norsk Fysikkråd. Det ble også mulig å avholde et redaksjonsmøte for FFV.

Dette nummer innleder en ny produksjonsmåte for tidsskriftet vårt idet vi har inngått avtale med NTH-trykk om offset trykking. Vi håper derved å bringe produksjonsutgiftene ned på et akseptabelt nivå. Det vil bli litt endring i utseendet fordi formler og tabeller må skrives på maskin, men vi håper leserne vil godta dette.

Redaktøren

Norsk Fysisk Selskaps årsmøte 1977.

Norsk Fysisk Selskap hadde årsmøte i Trondheim 22/6 1977 kl. 15.00. 40 medlemmer var tilstede. Formannen, T. Riste ønsket velkommen til møtet. Det var ingen bemerkninger til innkallelsen eller til saklisten. Referent G. Jarrett.

Sakliste

1. Referat fra årsmøtet 1976 (se FFV, nr. 3 1976)
2. Årsmelding
3. Rapporter fra de faglige utvalg
4. Rapport fra Norsk Fysikkråd
5. European Physical Society
6. International Union of Pure and Applied Physics
7. Fra Fysikkens Verden
8. Regnskap for 1976 for NFS og FFV
9. Budsjett for 1977 og 1978 for NFS og FFV
10. Valg
    a) styre i NFS
    b) revisorer og valgkomité
    c) Norsk Fysikkråd
11. Fysikermøtet 1978
12. Eventuelt

Pkt. 1

Referatet fra 1976 ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 2

Årsmeldingen som ble lagt frem av formannen ble godkjent uten kommentarer.

Pkt. 3 Rapporter fra de faglige utvalg

Fysikk og miljø. Styre: L. Owren, formann, Th. Henriksen, H. Olsen, A. Sandås. Det var ikke innkommet noen rapport og ingen fra utvalget var tilstede. Formannen hadde fått en telefon fra Owren som mente det var liten interesse for gruppen i Bergen, at det ikke var samme behov for gruppen i dag som da den ble stiftet. Formannen stilte så to spørsmål: 1. Er det behov for gruppen? 2. Bør den utvides til å hete Fysikk og Samfunn? Etter en del diskusjon fremmet Holt forslag om at styret skulle undersøke behovet og utpeke et nytt utvalg. Dette ble vedtatt. Det var enighet om ikke å utvide rammen til fysikk og samfunn.

Faste stoffers fysikk. Styre: B. Nøst, B. Slagsvold. Det har ikke vært noen aktivitet i det siste året. Nøst og Slagsvold ønsket å trekke seg fra utvalget. Årsmøtet valgte Jan Johannessen og Ola Hunderi som nye medlemmer av utvalget med oppdrag å supplere seg selv med et interessert medlem fra Oslo. Denne gruppen består av 136 medlemmer fordelt på mange forskjellige felt. Gruppen kunne kanskje med fordel deles i undergrupper som f.eks. hadde styrevervet for 2 år av gangen.

Plasma- og gassutladingsfysikk: Styre: T. Hagfors, formann, A. Kildal, G. Berge, J. Trulsen. En skriftlig rapport som ble fremlagt gjaldt hovedsakelig gruppens årlige symposium som i år ble holdt på Skeikampen i tiden 2.–5. februar. Møtet hadde samlet 55 deltagere og det ble holdt

30 foredrag. Professor J. A. Fejer fra Max-Planck-Institut für Aeronomie i Lindau var innbudt foredragsholder og holdt et foredrag med tittel: Modification of the Ionesphere by Powerful Radio Transmitters". – Gruppen holdt samtidig årsmøte hvor det sittende styre ble gjenvalgt.

Partikkelfysikk. Styre: E. Lillestøl, formann, V. Bakken, K. Mork. Det var ikke innkommet noen rapport. V. Bakken fortalte at det ikke hadde vært noen aktivitet siste året, men at man planla et symposium på Spåtind i januar 1978.

Lavenergi kjernefysikk. Styre: T. Engeland, formann, J. Rekstad, G. Løvhøiden. Det var sendt inn en skriftlig rapport om "Scandinavian Winter Symposium on Nuclear Structure" som ble holdt på Geilo Sportell i tiden 7.–11. februar i år. Det deltok i alt 93 kjernefysikere fra 8 forskjellige land. Det var invitert 8 gjesteforelesere. Det var 2 hovedtemaer for møtet: 1. High-spin states og 2. Transitional nuclei. I tillegg ble det holdt foredrag om og diskutert den senere tids utvikling innenfor området par-vibrasjoner. – Møtet var i alle deler vellykket og det var enighet om at slike skandinaviske møter bør arrangeres regelmessig. Det var enighet om at Sverige skal ta på seg et lignende arrangement i 1979. Andre bidragsytere til møtet var: Gamle fysikklæreres legat, NORDITA, Nordisk samarbeidskomité for akseleratorbebasert forskning, NAVF, og Norsk Data A/S.

Datafysikk. Interimstyre: G. Fladmark, formann, T. F. Thorsteinsen, J. Trulsen, F. Ingebrigtsen. Ingen rapport mottatt. Denne gruppen ble opprettet på årsmøtet 1976 til erstatning for gruppen for reaktorfysikk som ble nedlagt. Det var enighet om å gi utvalget sjanse 1 år til før man eventuelt utpeker et nytt styre, eller nedlegger gruppen.

Optikk, atom- og molekylærfysikk m/spektroskopi. Styre: T. Jæger, formann, O. J. Løkberg, A. Lofthus, O. Harang. Løkberg avla rapport. Gruppen hadde holdt sitt toårige møte på Dalseter Høyfjellshotell i tiden 14.–17. april i år. Møtet samlet 47 deltagere hvorav 6 utenlandske gjesteforelesere. Det ble holdt 36 foredrag som grupperte seg i hovedområdene elektrooptisk avbilding, holografi og spektroskopi. Foredragene er samlet i en "Proceeding"★ som gir en god oversikt over aktiviteten i norsk optikk. Møtet viste tydelig at det nå arbeides godt i norsk optikkforsking. Tidligere var det en tendens til at foredragene omhandlet emner som skulle gjøres, nå ble det bare presentert arbeider som virkelig var gjort.

Akustikk. Styre: W. Løchstøer, formann, G. Flottorp, M. Kringlebotn. Løchstøer hadde sendt inn følgende rapport:

"Det er vanlig at det faglige utvalg for akustikk i samarbeid med Norsk Akustisk Selskap arrangerer et faglig høstmøte. Dette har ikke vært gjort i den forløpne periode fordi Norsk Akustisk Selskap høsten 1976 arrangerte nordisk akustikermøte. Noe faglig møte utover dette har derfor ikke vært holdt."

Biofysikk. Styre: O. Kaalhus, formann, J. Moan, J. B. Melø, A. R. Dahler, K. B. Eik-Nes. Ingen rapport.

Generell teoretisk fysikk: Styre: P. C. Hemmer, formann, M. Kolsrud, S. Skavlem. Hemmer fortalte at det ikke hadde vært noen aktivitet siden sommerskolen i fjor, men han mente at selv om det var liten aktivitet i gruppen, som er meget heterogen, er det fremdeles behov for gruppen.

Undervisning. Styre: G. André, formann, A. Halsteinslid, G. Kvifte. André avga følgende rapport: "Undervisningsutvalget har i løpet av året knyttet flere nasjonale og internasjonale kontakter angående fysikk i skolen. – Arbeidet med planen om å utgi et skrift som skulle uttrykke fysikkens utvikling i skole og samfunn, ble fortsatt i løpet av året. Imidlertid ble planen stilt i bero inntil videre. Dette skyldes et initiativ fra Norsk Fysikkråd idet rådet foreslo å samarbeide om spørsmålet om fysikkens stilling i skolen. – I samarbeid med Landsseksjonen i fysikk/kjemi av Norsk Lektorlag blir det holdt et seminar i fysikk 9.–12. august 1977 i Bergen. Seminaret har fått tittel "Fysikk i skole og samfunn" og vil ta opp til drøfting undervisningsspørsmål. I tillegg blir det et laboratoriekurs. Seminaret finner sted på Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen og ledes av Alf Halsteinslid."

Geofysikk og ionesfærefysikk. Styre: O. Egeland, formann, O. Holt (A. Brekke), O. Dahl, F. Søraas, B. Landmark, S. Ullaland, B. Mæhlum. Holt avla følgende rapport: "Utvalget er identisk med NTNF's utvalg for romforsking. Det innebærer at en vesentlig del av utvalgets arbeid ligger utenfor dets oppgave som faglig utvalg for Norsk Fysisk Selskap. Her skal jeg begrense meg til å ta med den delen av utvalgsarbeidet som hører hjemme i denne siste funksjonen. – Utvalget har sett det som en hovedoppgave å diskutere koordineringen av arbeidet innen kosmisk geofysikk. I hovedtrekk har dette medført at arbeidet med instrumentering i raketter, satelitter og ballonger utføres av grupper i Oslo, Bergen og på Kjeller, mens observasjoner med instrumenter på bakken hovedsaklig ivaretas i Tromsø. En del bakke-observasjoner, særlig i forbindelse med virksomheten på rakettskytefeltet på Andenes, har likevel vært utført av sør-norske grupper. Når det gjelder det store EISCAT-prosjektet, bør en nevne det personellmessig beskjedne, men faglig meget sterke engasjement fra Trondheim (Hagfors + diplom- og doktor studenter). – Når det gjelder

★) Interesserte kan kjøpe rapporten (kr. 30,-) ved henvendelse til Institutt for Almen Fysikk, NTH.

samarbeid med utenlandske forskningsgrupper, har utvalget som tidligere koordinert de norske interesser i rakett- og satelitteksperimenter. De store samarbeidsprosjektene for bakkeobservasjoner: EISCAT og HEATING har ikke vært behandlet i utvalget, men utvalget har vært holdt orientert om utviklingen. – Det internasjonale samarbeid er av meget stor betydning i dette fagfeltet, og utvalget har sett det som meget viktig å medvirke til at norske forskere kan få utnyttet de muligheter som ligger i slikt samarbeid. Det bør her nevnes at en norsk gruppe har kommet med et eksperiment i den første "Spacelab"-operasjonen. En har også hatt meget tilfredsstillende avtaler om bruken av skytefeltet på Andenes."

pkt. 4

Årsmeldingen fra Fysikkrådet vil bli gjengitt i Fra Fysikkens Verden. Formannen, Jon Gjønnes, avla en kort rapport til årsmøtet. Det har vært en endring i fysikkens stilling de siste årene. Den fasen da Fysikkrådet fikk store oppgaver tildelt er nå over, og rådet har ikke hatt noen store saker oppe det siste året. Det er likevel behov for rådet. Det er spørsmål om ikke rådet i større grad bør ta opp saker på eget initiativ. Styret hadde 4 møter siste året.

pkt. 5

Formannen viste til oppslag i "vrimlehallen" hvor man ble oppfordret til å bli individuell medlem av European Physical Society. EPS er i sterk fremgang, og det er viktig at fysikerne støtter opp om selskapet, bl.a. ved å delta på den neste generalkonferansen "Trends in Physics" som vil bli holdt i York i 1978. – K. J. Knutsen møter som utsending i utvalget for undervisning, en rapport finnes i FFV nr. 2 1977. – Det ble minnet om at Europhysics News tre ganger i året kommer med møteoversikter og at man burde sende inn annonser over nasjonale møter. (Dette kan gjøres via NFS sekretariat eller direkte.)

pkt. 6

Prof. H. Wergeland, som er en av visepresidentene i IUPAP, hadde sendt inn en orientering om denne organisasjonen. "International Union of Pure and Applied Physics" ble grunnlagt i 1923. Norge har vært medlem siden 1946. Unionen er tilsluttet ICSU (International Council of Scientific Unions) og har 38 medlemsland. Norges tilknytning formidles av Den Norske Nasjonalkomitéen for IUPAP, som består av styret i NFS pluss en representant fra Det Norske Videnskaps-akademi (S. Westin). Arkiv og korrespondanse føres av Videnskapsakademiets sekretær. "General Assembly" er øverste instans og møter hvert 3. år. Formålet er å fremme det mellomfolkelige samarbeid innen fysikken, dette har hittil skjedd gjennom a) arbeidet for felles enheter, tegn og fysiske standarder, b) støtte og koordinering av internasjonale fysikerkonferanser, og c) forsiktige sanksjoner mot diskriminering av fysikere på grunnlag av rase, trosoppfatning m.m. Arbeidsutvalget består av president, generalsekretær, sekretær, avgående president + 8 visepresidenter (herav 1 norsk, Wergeland). Arbeidet er fordelt på 17 kommisjoner. Norge er bare representert i C.3: Thermodynamics and Statistical Mechanics (Hemmer). IUPAP finansieres med bidrag fra ICSU og UNESCO og med kontingenter fra medlemslandene. Et land kan ha fra 1 til 18 parter (f.t. $ 400,-). Norge har 3 parter. Det burde være ønskelig for norsk fysikk å ha en sterkere representasjon i IUPAP, bl.a. foreslår Wergeland at Nasjonalkomitéen bør sende inn forslag om norsk representasjon til kommisjonen C.2 SUN (Standards Units Nomenclature).

pkt. 7

Redaktøren, O. Steinsvoll redegjorde for Fra Fysikkens Verden. Tidsskriftet står fremdeles med dårlig økonomi, men man håper dette vil rette seg når man fra høsten går over til nytt og billigere trykkeri. Artikkeltilgangen er ganske bra, redaktøren oppfordret forfattere til å skrive kortfattet og populært. Ideen om et nordisk fellesnummer av FFV er tatt opp igjen og vil bli drøftet på møte i "nordisk publiseringsnevnd" i Helsingfors til høsten. Siden man går over til nytt trykkeri vil det bli utarbeidet nye retningslinjer for manuskripter. Redaksjonskomiteen hadde også holdt møte i Trondheim, og man håper å kunne holde slike møter i forbindelse med hvert Fysikermøte.

pkt. 8

Regnskapet for NFS ble godkjent uten kommentarer. Bøckmanns Minnefond består av 4 obligasjoner á kr. 1000,- (5%) og 2 obligasjoner a kr. 1.000,- (7,5%), og innestående på bankbok pr. 1/1 1977 kr. 1270,-. Steinsvoll redegjorde for regnskapet for FFV, som deretter ble godkjent.

pkt. 9

Man tok først for seg budsjettene for NFS og FFV for 1977. Styret foreslo en ekstrabevilgning til FFV på kr. 5000,- istedenfor å bruke Bøckmanns minnefond. Dette var det enighet om og budsjettene ble deretter godkjent.

Budsjettene for NFS og FFV for 1978 ble godkjent uten kommentarer.

pkt. 10

a) Valgkomitéens innstilling ble enstemmig vedtatt. Fra 1/1 1977 vil styret ha følgende sammensetning: T. Riste, formann, R. S. Sigmond, viseformann, O. Bratteng, E. Engeland, K. Myklebost (ny). Varamenn er: J. Feder, J. Løvseth, H. Høgåsen, L. Owren, H. Pettersen.

b) R. Høier og J. Debernard ble gjenvalgt som revisorer med Ø. Hauge som varamann. Valgkomite ble: Th. Henriksen, K. Nybø og I. Svare.

c) Til Fysikkrådet skulle det velges 3 medlemmer og 3 varamenn for perioden 1978/79. Styret hadde på forhånd sendt ut forslag på gjenvalg av følgende (som bare har sittet 1 periode): A. Lofthus, Ø. Falch, F. Søraas, H. Høgaasen, B. Slagsvold og K. Nybø. Styrets forslag ble enstemmig vedtatt.

Formannen takket valgkomitéen for arbeidet og sa at han meget motvillig hadde gått med på å være formann i en ny to års periode, og nevnte at man kanskje burde få en ny regel om at formannsvervet var tidsbegrenset. Det burde kunne la seg gjøre nå når man hadde fått et godt innarbeidet sekretariat. Han takket Graue for den tiden han hadde vært viseformann og ønsket Myklebost velkommen som nytt styremedlem. Westin takket Riste for alt arbeid han har nedlagt for NFS og for at han var villig til å stå en periode til.

pkt. 11

Oslo står for tur til å arrangere Fysikermøtet 1978. Norman ønsket på vegne av Fysisk Institutt velkommen til Oslo til omtrent samme tid neste år.

Det ble uttrykt ønske om flere oversiktsforedrag om hva som skjer innen de forskjellige grener av fysikken. Formannen oppfordret medlemmene til å sende inn forslag til program for neste møte til styret som vil sende det videre til arrangementskomitéen.

Sigmond oppfordret andre til å bruke "Bergens-modellen" når det gjaldt å sende representanter til Fysikermøtet. Denne innebærer at instituttene bevilger penger over fellesbudsjettet til deltakere i Fysikermøtet.

Møtet ble hevet kl. 17.00.

Kurs i fysikk

Norsk Lektorlag, Norsk Fysisk Selskap og Fysisk Institutt, Universitetet i Bergen arrangerte 9.–12 aug. 1977 et kurs i fysikk. Fysisk Institutt, U. i B. var vert og stod for gjennomføringen av kurset. Kursleder var førstelektor Alf Halsteinslid, U. i B. Storparten av personalet ved Fysisk Institutt bidro til gjennomføringen.

Deltakerne talte ca. 50, og kom fra grunnskoler, videregående skoler, ulike høyskoler og Universitet.

Både fag og metode sto på programmet i godt balanserte porsjoner. De særlige problemer fysikkundervisning i Norge i dag strir med, ble drøftet i foredrag og ved seminar. En anmodning om å engasjere seg i disse problemer ble sendt til Norsk Fysikkråd.

Programmet for kurset var:

9. aug.
Registrering
Åpning av kurset
"Energiproblematikken sett med en fysikers øyne." Prof. A. Gauge, Universitetet i Bergen.
Omvisning og orientering om forskningsvirksomheten på F.I.
Velkomstarrangement.

10. aug.
Høyenergifysikk. Prof. F. Ravndal, Universitetet i Oslo.
Eksperimentell fysikk/lab.kurs.

11. aug.
"Grundskolans naturvetenskapliga undervisningsproblem och förslag till förbättringar". Metodiklektor B. Andersson, Lärarhögskolan, Göteborg.

Seminar om fysikkundervisning og fysikkpensum i skoler og universitet
Innledere:
Lektor Ø. Falck, Bergens Katedralskole.
Universitetslektor H. Kjenes, Pedagogisk seminar, Bergen.
1.lektor Alf Halsteinslid, Universitetet i Bergen.
Paralellseksjoner, Gruppe A/B
A: Seminar/gruppearbeid om fysikkundervisning.
B: Eksperimentell fysikk/lab.kurs.

12. aug.
A: Eksperimentell fysikk/lab.kurs
B: Orientering på Læremiddelutstillingen.
Oppsummering og avslutning.

Læremiddelutstilling alle dager i auditoriefløyen.

Konklusjon:

Bak programmet skjuler seg et godt fysikkurs. Fysisk Institutt og kursledelse fortjener ros.

Nils Fjell

Årsmøte i Norsk Fysikkråd

Det nye styret i Norsk Fysikkråd fikk følgende sammensetning:
J. Løvseth, Univ. i Trondheim, formann
J. Trulsen, Univ. i Tromsø, nestformann
T. Amundsen, styremedlem
Ø. Falch, styremedlem
H. Viervoll, styremedlem
E. Lillethun, varamann
J. Moan, varamann

Fysikere i næringslivet
Diskusjon på Fysikermøtet 1977

Under Fysikermøtet var det en diskusjon med ovennevnte tittel der *A. Omholt* var ordstyrer. Det var nå 5–6 år siden en liknende diskusjon fant sted under et Fysikermøte og endel har endret seg i mellomtida. Bl.a. har markedssituasjonen for fysikere forandret seg betraktelig. En har nå en overproduksjon av fysikere, og en må vel si det eksisterer en krisesituasjon for folk med høg utdannelse innenfor alle faggrupper.

Direktør J. Moe (SINTEF) var første innleder. Han mente det ville bli en berikelse for skolemiljøet om sivilingeniører fikk arbeide der, men næringslivet ville også ha utbytte av om realkandidater fikk innpass. Overproduksjonen har ført til at en til og med har avslått universitetsstipend for fysikere med doktorgrad ved NTH. Hvert år utdannes 400 realkandidater med ulike hovedfag ved Universitetene i Norge. Kan næringslivet absorbere noen av disse, og vil de finne seg til rette der?

En ingeniørstudent går gjennom et målrettet studium med sikte på en bestemt yrkeskompetanse. Realstudiet er fagkonsentrert istedetfor yrkesrettet. Ingeniørstudiet inneholder en rekke fagkomponenter. For ingeniøren er de teoretiske grunnfag å betrakte som redskapsfag og en oppnår et relativt bra matematisk/teoretisk nivå. En kan også se på teoristudiet som en åndelig gymnastikk for å bli i stand til å følge med i fagets utvikling seinere, når en er ferdig med utdannelsen.

En sivilingeniør må være faglig gårantist for tekniske løsninger og må derfor ha solid innsikt i de tekniske fag. Norsk industri er del av et internasjonalt teknisk miljø der konkurransen er knivskarp. Dette setter store krav til ingeniørene. Dessuten dukker det stadig opp nye problemer i forholdet mellom industri og samfunn. De tekniske løsninger må være aksepterbare for samfunnet, og det settes nå store krav til energi og ressurssparing, og krav om lite forurensing. Samtidig må ingeniøren være godt orientert om forskingsfronten innen sitt fag. I motsetning til grunnfagene vinnes teknisk viten hovedsaklig innenfor de industrielle laboratorier. Ingeniørstudiet må derfor være i takt med utviklingen av teknikken. Dette setter krav til undervisningspersonellet om å holde seg á jour; foreldet teknologi møtes bare med nedlatenhet og skuldertrekk fra industriens side.

En ingeniørstudent må også gjennom en serie orienteringsfag. Ingeniørtekniske problemer må ses i et samfunnsperspektiv; kunnskaper om økonomi og effektivisering er viktig, men sosiale og økologiske problemer er en del av ingeniørens hverdag. Samtidig må ingeniøren kjenne sin begrensning og kunne trekke inn og samarbeide med andre fageksperter.

I sin arbeidslederfunksjon settes det ofte store krav til samarbeidsevnen hos ingeniøren. Dette kravet vil vokse ytterligere i styrke ettersom de nye lovene for industrielt demokrati og likestilling vil bli effektive. Ingeniøren må kunne gå "på golvet" og samarbeide med ulike grupper med forskjellige faglige forutsetninger.

Ingeniørstudiet tar også sikte på å oppmuntre visse holdninger til arbeidet. *Kreativitet* og evne til problemløsning er egenskaper som ikke kan settes høyt nok. Derfor har en lagt an på en mer prosjektrettet undervisning istedetfor fagoppdeling av studiet. Ingeniøren må ofte foreta en syntese av bare delvis kvantifiserbare størrelser og kan aldri sette to streker under svaret. Han må alltid nages av tvil om ikke oppgaven kan løses bedre. Derfor er ingeniørstudiet noe mer enn ren kunnskapsformidling.

En forståelse av *tidsfaktoren* er også vesentlig. Løsninger eller beslutninger som kommer for seint er ofte bortkastet. Når en oppgave skal løses må en tilpasse nøyaktigheten til arbeidssituasjonen, og bruke sitt faglige skjønn for å komme fram til avgjørelsen. Ingeniøren må derfor kunne skrive rapporter som er forståelige, og de må leveres innen fristens utløp.

Alle disse egenskaper som er nevnt, er knyttet til personens grunnvoll. Det er vanskelig å få endret personligheter, men det er mulig å drive oppdragende virksomhet innen alle disse områder. Det har vært rettet kritikk mot det programmerte studiet ved NTH. Ankemålene har vært at opplegget ikke framelsker noen kritisk reflekterende holdning til teknologien og at studentene ikke får tid til fordypelse i fagene. Kritikken er delvis grunnløs. Studentene får anledning til fordypelse i sitt fag under diplomstudiet. Gir en studenten høve til avslapning underveis kan dette føre til dårlige arbeidsvaner.

Fysikerne har et forsprang på ingeniøren når det gjelder innsikt i teknologiens fysisk-matematiske grunnlag, men fysikerne stiller svakere på de andre feltene som industrien setter pris på. Fysikkstudiet utvikler sine studenter til forskere.

Skal fysikerne få innpass i industrien burde en kanskje legge opp studiet annerledes.

Fysikere leverer ofte for lange rapporter, og de er svært diffuse når det gjelder konklusjonene. De er preget av en unødig forsiktighet. Etterhvert klarer de likevel å omstille seg til industriens krav. En cand.real. vil også gjerne ha sitt navn utenpå rapporter og derved bevise sin forskerkompetanse. Ingeniørene har en god tradisjon med å kunne dokumentere sine beregninger, men de har også sine mangler, bl.a. har de vansker med en verbal framstilling.

Lærerpersonalet ved universitetene må ta på seg å koordinere undervisningsopplegget for en mer målrettet undervisning. Her i Trondheim kjempes det likevel en innbitt kamp for at realfagene ikke skal prostitueres av teknikk.

Det må til en holdningsendring innenfor universitetets kretser, men studieopplegget for ingeniørene må også stadig forbedres ved høyskolen. Det har vært drøftinger på topplanet her i Trondheim, og det har allerede ført til endringer. En kan nevne maskinavdelingens laboratoriekurs som er felles for alle studenter ved denne avdeling. Studentene danner smågrupper og kjøres gjennom en rekke laboratorieoppgaver. De må lære seg å samarbeide og må trekke inn stoff fra flere fagmiljøer for å løse problemene. Elektroavdelingen vil sette i gang med liknende opplegg. Undervisningsopplegget er derfor under stadig fornyelse og en får etterhvert mer erfaring med de nye undervisningsformene.

Lektor i matematikk, B. Kjøllerstrøm (Lund) var neste innleder. Han tok utgangspunkt i akademikereksplosjonen i Sverige som hadde ført til at realkandidater måtte finne seg nye arbeidsfelt. Han hadde fått permisjon fra universitetet og arbeidet ett år i Volvos utviklingslaboratorium for å se hvilke matematiske metoder de anvendte og om det var mulig å forbedre dem. Samtidig hadde han vært interessert i bedriftens utvelgelsesmetoder for sine nye medarbeidere. Som universitetslærer var han vant til å innprente sine studenter at kunnskaper og gode eksamener var nøkkelen til framgang. Hos Volvo hadde han funnet at utdannelse og karakterer var bare en av flere faktorer som ble trukket inn i bedømmelsen. Det ble også lagt stor vekt på praksis, god framstillingsevne, kommunikasjon og samarbeidsevne. Et konsulentfirma ville vurdere sin mann etter hans fysiske og psykiske energi og motivasjon for arbeidet. I tillegg til faktorer som engasjement i oppgavene og personlighet ville dette bestemme den *kvantitative* innsats en kunne forvente. Den *kvalitative* innsats bestemmes naturligvis av kunnskaper, erfaring og praksis, men disse faktorene kom først i annen rekke hos konsulentfirmaene. Denne måten å bedømme mennesker stemmer dårlig med universitetenes vanlige måter å evaluere og motivere sine studenter.

Det trengs altså kontakt mellom universitetene og industrien for å lære arbeidsmiljø og metoder nærmere å kjenne. Det er blitt avholdt et todagers seminar på ASEA for å lære om fysikernes stilling og arbeidsoppgaver der. Industrifysikere fra andre bedrifter var også invitert. Deltakerne fikk være med å løse et industrielt problem, og en fikk følge ASEA's tanker innenfor supraledningsteknikk. Konklusjonen var at teknikken ikke var moden enda.

ASEA var også engasjert i å gi etterutdannelse for arbeidsløse fysikere, og de ble invitert til å ta del i et kveldsgymnas. De syntes det var fælt å begynne på gymnasnivå igjen, men undervisningen var lagt opp med industriens behov for øye, og alle syntes de hadde lært noe nytt.

Det var i alt 18 universitetslære som ble utplassert i industrien noen måneder, og universitetene betalte lønnen så industrien tok i mot tilbudet etter noe nøling. Etter utplasseringen ble deltakerne samlet i et seminar og erfaringene ble diskutert. En prøvde da å finne fram til synspunkter på hvordan fysikkundervisningen burde legges opp for at utdannelsen skulle være anvendbar i industrien.

En antok at fysikernes sterkeste side ligger i problemløsning. Hvordan går en så fram for å løse problemer? Problemet må først *identifiseres:* hva er galt? Så må problemet *formuleres,* gjerne i matematisk-fysiske termer. Deretter må en finne løsningsmåter ved å nytte *fantasi* og *idéskapende* virksomhet. Vanligvis er flere knyttet til oppgaven og ideer om løsningsmåter må *utveksles. Alternative løsninger* må vurderes og en må velge den beste eller samarbeide flere delløsninger. Resultatet må *presenteres* for de andre i bedriften. Til slutt må løsningen *realiseres* i praktiske tiltak. Noen må kanskje endre arbeidsvaner eller nye maskiner må tas i bruk.

I universitetsundervisningen er allerede problemene formulert, og det antas at det eksisterer ett rett svar. I industrien er identifisering og formulering meget viktig, men i dette undervises det altså ikke i. Hvordan skal en så trene opp de kreative evnene? Samtidig skal utdannelsen tjene personlighetsutviklingen og den tekniske utviklingen en kan vente i årene fremover. En person som blir ferdig fra et universitet i år når sitt "inkompetansenivå" rundt år 2010. Hvordan skal en gi en utdannelse som skal strekke til over hele denne perioden, og som både dekker det personlige behov og samfunnets og industriens behov?

Den tredje innleder var *overingeniør O. Vesterhaug* fra Scandpower. Han hadde vært ansatt i 14 år som teknisk fysiker ved ASEA. Energispørsmål og risikoanalyser i kjernekraftsammenheng hadde vært hans arbeidsområde.

Han mente at industrien skilte seg fra andre arbeidsplasser ved at organisasjonskompleksiteten var så mye større. Et nytt produkt krever først forsking, så produktutvikling og produksjon, deretter salg og reklame. På hvert trinn i denne prosessen må ulike grupper samarbeide. Lønnsomhet og økonomi er viktige faktorer som en ingeniør må ta hensyn til.

Når det gjaldt utdannelsen følte han at han hadde fått en god faglig bakgrunn gjennom ingeniørstudiet. Det hadde vært god bruk for all den fysikken han hadde lært, særlig da termodynamikk og statistisk mekanikk. Han var utdannet før datamaskinene slo igjennom, men hadde selv omskolert seg i takt med utviklingen.

Ingeniørene burde i høyere grad komplettere utdannelsen med orienterende fag. Som generalist må ingeniøren ofte avveie mange hensyn mot hverandre. Han hadde måttet erverve mye ny kunnskap om samfunnets økonomi, miljøhensyn, akseptable risikoer, sosiale forhold osv. En vil nok selv supplere sin utdannelse med slik kunnskap etterhvert som en modnes, men en burde ha fått puff i den retning på et tidligere stadium, helst før en kom inn i industriell virksomhet. Dette kunne en kanskje lære under studiet ved å gjennomføre større utviklingsoppgaver sammen med andre ingeniører eller grupper med annen bakgrunn.

De personlige egenskapene er viktige. Mange momenter er nevnt i foredragene foran. Han ville særlig understreke evnen til fleksibilitet – det at en ikke stivner i gamle arbeidsrutiner eller foreldet teknologi. En må ikke stenge seg inne i spesialområder, men se videre. I industrien legger en meget stor vekt på de personlige egenskapene, men det er intet drawback at en har god utdannelse!

Trond Vahl, direktør i Norske Veritas var siste innleder. Han var teknisk fysiker fra NTH, og hadde gått gradene innenfor bedriften inntil han nå satt på toppen. Veritas har 1700 ansatte, derav utgjør sivilingeniører og cand.realer ca. 600, ingeniører ca. 450. Resten utgjorde høyt utdannet administrasjonspersonale og andre med servicefunksjoner. Det var omtrent 60 can.realer ansatt. Naturlig nok utgjorde folk med skipsteknisk utdannelse hovedgruppen, men maskiningeniører, metallurger og kjemikere var også store grupper.

Fysikernes arbeidsområder gikk inn i alle deler av Veritas virksomhet. Innenfor *sikkerhetsteknologi* var feltet særlig risikoanalyser og kvalitetssikring. I *konstruksjonsteknikk* drev fysikerne med styrkeberegninger, måling av vind, bølger, geotekniske belastninger. Innenfor *system-prosessteknologi*, holdt de på med prosessteknikk, akustikk, støy, vibrasjoner og utvikling av måleutstyr for dette feltet. *Hydrodynamikk* og undervannsteknikk var viktige felt. Inspeksjonsroboten "Snurre" var bl.a. utviklet. *Materialteknologi* omfattet studium av materialegenskaper, bruddmekanikk, materialprøving, non-destructive testing (NDT), studium av korrosjon. Utvikling av måleinstrumenter for ulike formål var et viktig område. Krav til bedre miljø og mindre forurensninger forutsatte at en kunne gjøre pålitelige feltmålinger av alle slag. Analyse- og registreringsteknikk var derfor under stadig utvikling.

Gjennom datterselskapene Computas og Geco var Veritas beskjeftiget med databehandling og geofysikk. Innenfor databehandling, som omfattet numerisk analyse, beregningsteknikk og administrasjonssystemer arbeidet ca. 20 fysikere. Reservoarsimulering og geofysiske analyser innenfor oljesektoren var også viktige arbeidsområder.

Veritas hadde en ansettelsesfilosofi som gikk ut på å kjøre nyutdannede kandidater med bredest mulig bakgrunn gjennom en bredest mulig innsikt i institusjonens arbeidsområder før de ble satt på spesialoppdrag. En kunne se på dette som en etterutdanningsperiode som varte i 2 år med turnusordning.

På grunn av sitt nære forhold til industri og skipsfart måtte Veritas være fleksibelt overfor de konjunkturomslag som kommer. Dette setter store krav til institusjonens og medarbeidernes evne til omstilling og fleksibilitet. En legger nok stor vekt på teoretiske kunnskaper innenfor spesialområder, men vel så mye på evnen til tverrfaglighet.

Noe som hadde hemmet foredragsholderen i lang tid var uviljen og den negative holdning til markedsføring som han hadde følt som nyutdannet ingeniør. Dette hadde endret seg, men det spørs om ikke undervisningsanstaltene burde innta en annen holdning på dette feltet. I våre dager heter dette forresten kommunikasjonslære. Her kommer også evnen til å formulere seg og formidle viten til andre grupper av befolkningen. På TV har en ofte sett hvor vanskelig det er å intervjue forskere. De tar ofte mer hensyn til sine vitenskapelige kolleger enn å formidle kunnskap til 2 millioner seere.

I Teknisk Ukeblad har en sett en diskusjon av forholdene for det en kan kalle "mellomledere". Mellom folka på "golvplanet" (representanter for fagorganisasjon, tillitsmenn etc.) og toppsjiktet har det etterhvert skjedd en tilnærming og "golvfolkene" blir etterhvert ganske flinke ved etterutdanning og kursvirksomhe. Bedriftsdemokratiet gjør at disse trer inn i bedriftsforsamlinger, styrer og råd. Folkene i mellomskiktet blir derved "skviset" ut, noe som kan føre til gnisninger. Ikke alle kan nå toppskiktet – så de fleste ingeniører og cand.realer kan få en liknende skjebne under sine arbeidsforhold som mellomledere i industrien. Dette er det greit å være klar over.

Ved Veritas tas det hvert år inn en 60–80 personer, derav blir 35 kjørt inn i turnuspro-

(fortsettes s. 72)

Forskning og utvikling i naturfaglig pedagogikk

Del 2.

Svein E. Sjøberg

Erkjennelsesteori, integrerte naturfag

Hva er naturvitenskap? Hva er den begrepsmessige struktur? Hvordan henger begrepene sammen? Hva er lover, modeller og teorier? Hvilke metoder bruker naturviteren? Hva er kriteriene for riktig og galt, fruktbart eller ufruktbart? Dette feltet er vitenskapsteori, erkjennelsesteori eller epistemologi, og det er av avgjørende betydning for utvalg og organisering av lærestoff. Blant annet kaster det lys over problemet *integrerte naturfag:* I hvilken grad er naturvitenskapen én? Hva er felles, hva er ulikt? Det har vokst fram utallige opplegg som kalles general science, combined science, coordinated science, earth science og integrated science. Bare begrepet integrert naturfag brukes på 20–30 ulike måter i litteraturen[6]).

En skikkelig kunnskapsteoretisk drøfting og begrepsavklaring vil her være en forutsetning for en meningsfylt diskusjon. Argumentene for og imot er både av teoretisk, fundamental karakter og av helt konkret og praktisk karakter. Som vi vet, er dette en sak som er svært så aktuell også her i Norge.

For grunnskolen opereres det med et felles naturfag. *Mønsterplanen* er ikke så lite tvetydig på dette punktet. Det heter innledningsvis at "siktemålet er å gi en *helhetlig* orientering om den levende og livløse natur". Uten noen videre drøfting av hva som er felles for naturfagene, går så Mønsterplanen over til å detaljbeskrive *innholdet* i undervisningen, delt opp i fagdisipliner helt fra 4. til 9. klasse. For endelig helt å slå beina under egne intensjoner, oppgis til og med hvordan timene skal fordeles mellom fagene. Her opereres det riktignok med fysikk/kjemi under samme overskrift.

I vår videregående skole må vel situasjonen sies å være enda mere full av selvmotsigelser. Her heter det også innledningsvis at *"hovedhensikten* må være å få et mest mulig integrert naturfagopplegg..." Umiddelbart etter følger fagplaner der det til og med opereres med ulike *mål* for undervisningen i de ulike fagene. Emnelistene er svært detaljerte og bærer ikke noe preg av tanker om fellestrekk i struktur eller metode. Til overmål er en fordelingsnøkkel for timene mellom de tre fagene oppgitt.

Det eneste som minner om et integrert naturfag er den felles overskriften. Det som altså *ikke* planene får til, det skal altså lærer og elev klare. Jeg er stygt redd at disse lite gjennomtenkte planene og den totale mangelen på hjelp til å gjennomføre dem, for lang tid vil gjøre det vanskelig å arbeide for de mange gode pedagogiske ideene som tross alt ligger begravet under slagordet *"integrerte naturfag".*

Kunnskapssosiologi

Epistemologi og erkjennelsesteori legger vekt på fagenes indre struktur. Like viktig kan det være å se *kunnskapen som et sosialt historisk produkt.* Spesielt viktig er dette i en pedagogisk sammenheng.

Den grunnleggende tanken er at det er et samfunns struktur, dets produksjonsform, kultur, folkenes levekår som bestemmer hvordan kunnskapen er organisert og hvordan den føres videre gjennom utdanning. Det er også slike faktorer som avgjør *hva* som til enhver tid skal regnes som viktig og verdifull kunnskap.

Denne tankegangen skriver seg bl.a. fra Marx, den er videreutviklet av Karl Mannheim, og er for alvor brakt inn i dagens diskusjon ved den innflytelsesrike boka "Knowledge and Control"[7]).

På denne måten er det bragt inn et historisk perspektiv på fagenes form og innhold. For eksempel finnes det ulike "fysikker" i ulike lands skoler. Forholdet til samfunn, teknikk og teknologi er ulikt, vekten på teori kontra empiri er ulik, filosofien og rammen om forsøk og eksperimenter er ulik, stoffutvalget er forskjellig, det antall timer faget har fått i skolen, er forskjellig osv. Denne situasjonen kan bare forstås ved å se på fagets utvikling historisk og sosialt. Når kom det inn i skolen? Hvilke krefter sto bak? En framvoksende industri? Jordbruk og fiske? Universitets- og forskningsinteresser? Hva slags argumenter ble brukt? Skulle faget inn i skolen, måtte det utvilsomt tilpasses datidens skoleideologi og gjeldende psykologiske teori. I en slik engelsk undersøkelse blir det hevdet at framragende forskere bevisst fordreide vitenskapens vesen for å få den til å passe med de dannelsesidealer som gjaldt[8]). Det var *teorier om formaldannelse* som dominerte. Man skulle *trene* seg opp til logisk tenkning og kritiske resonnementer. Hvilket *innhold* treningen hadde, var av mindre betydning. Klassiske språk og grammatikk egnet seg bra, matematikken likedan, spesielt Euklids geometri.

Ved å gjøre naturvitenskapen like logisk og rettlinjet, kunne den bli et like godt hjelpemiddel.

Matematikken hadde sin *deduktive logikk*, og det var da nærliggende å beskrive fysikkens metoder som *induktiv*. Én stein faller, en stein til faller – alle steiner faller. Med logisk nødvendighet følger det generelle fra det spesielle. Dette metodesynet finner vi fremdeles i læreboklitteraturen i flere land[5]). I likhet med en rekke andre trekk ved skolefagenes form og innhold, kan de forklares ut fra den sosiale sammenhengen de er blitt til i.

Lærings- og utviklingspsykologi

Det forskningsfeltet innen naturvitenskapelig pedagogikk som har tiltrukket seg størst oppmerksomhet, og som har hatt de største praktiske konsekvenser, dreier seg om *utviklingspsykologi*.

Mange lærere har lenge hatt en intuitiv følelse av at det ble stilt urealistiske krav til elevenes evne til abstrakt og formell tenkning. Etter som rekrutteringen er blitt bredere, har problemene øket. Mye naturfagundervisning har fått preg av å være utenatlæring av setninger og regler, slik at elevene har vært i stand til å huske eller gjenkjenne de riktige svarene på et visst antall kjente spørsmål. Selv om den nødvendige generelle psykologiske teori har vært utviklet for lenge siden, er det typisk at den i svært liten grad har vært anvendt på spesifikke problemer, som f.eks. undervisning i naturfag.

Denne type forskning har blomstret opp det siste tiåret, og den bygger på flere noe ulike psykologiske teorier. Viktige navn er Gagné, Bruner og kanskje spesielt *Piaget*.

Sentralt i Piagets teori står tanken om ulike *stadier* eller trinn i barnets intellektuelle vekst. Piaget hevder at barnets oppfatning av den *fysiske verden*, av sentrale tanker som *årsak* og *virkning*, den *logikk* de bruker, deres evne til å tenke med *hypoteser*, med *variable* osv., alt dette er *kvalitativt* forskjellig alt etter hvilket stadium det befinner seg på.

Dette får bl.a. den konsekvensen at det ikke er nok å presentere fagene enklere, mindre komplisert, men ellers med samme innhold som vår voksne, logiske måte. Barnet nærmer seg virkeligheten på en annen måte, logisk sett ulik vår voksne. Barn er noe annet enn voksne i miniatyr.

Av spesiell interesse er overgangen mellom de to siste stadiene, kalt henholdsvis det *konkret*-operasjonelle og det *formelle* eller *abstrakte* stadiet. Først på det siste stadiet er eleven i stand til å tenke abstrakt, hypotetisk, med ideer, med variable, systemer, delsystemer. Og først da vil eleven beherske *proporsjonalitet*, først da vil en matematisk formulering som U=RI, F=ma, pV er konstant, $E=\frac{1}{2}mv^2$ være mer enn symboler, og først da vil generaliseringer og teoridannelser bety mer enn setninger som skal huskes.

Overgangen til dette siste stadiet skjer i 12 til 16 års alderen, ulikt for ulike elever. Seinere forskning har vist at overgangen ikke er fullt så trinnvis som i Piagets opprinnelige teori, snarere at evnen og trangen til å tenke med hypoteser og generaliseringer øker etter hvert, inntil det blir den karakteristiske intellektuelle atferd. På noen områder kommer det tidligere enn på andre, og det vil kunne betinges av riktig stimulering og rik konkret erfaring.

Det er her den pedagogiske utfordringen ligger. Problemet har to sider for en lærer; for det *første:* Hvilket nivå befinner eleven seg på? Hvordan kan jeg ut fra spørsmål, svar og handlinger avgjøre, stille en slags "diagnose"? Og for det *andre:* Hvordan skal jeg legge opp en undervisning som tar hensyn til dette, og som stimulerer til videre vekst?

Og likedan som man har påvist at det er mulig å *stimulere* vekst, har man også påvist at for tidlig teoretisering og abstraksjon effektivt kan hindre videre vekst, og altså ha direkte negativ effekt på elevens utvikling.

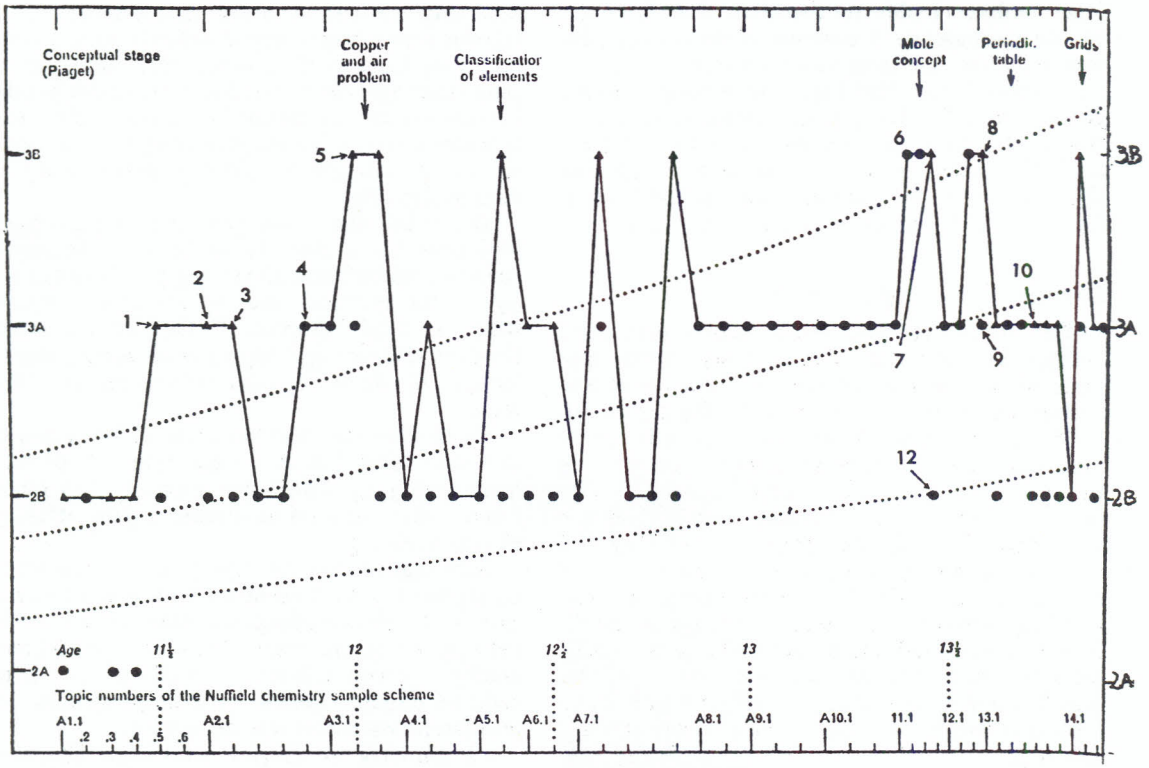
Som sagt forskes det mye på dette området nå, og jeg har lyst til å nevne én undersøkelse som er gjort av M. Shayer i England, siden han tok for seg nettopp et av de mest kjente nye prosjektene, nemlig Nuffield 0-level[10]). Analysen ble utført både på biologi-, fysikk- og kjemiprosjektene, og resultatene viser stort sett det samme.

På grunnlag av Piagets teori laget Shayer et detaljert klassifiseringssystem som gjør det mulig å avgjøre hvilket nivå eleven må være på, for å få fullt utbytte av lærestoffet slik det ble presentert i bøkene.

Nivåene 2 og 3, det konkret operasjonelle og det formelle, ble begge oppdelt i undergruppene A og B.

På figur 1 er resultatene av analysen av kjemiprosjektet satt opp. Abscissen representerer avsnittene i boka, eller den normale alderen til en elev som følger kurset.

Vi merker oss flere interessante resultater. Vi ser at de krav som stilles til elevens abstraksjonsevne ikke har noen progresjon fra det konkrete til det formelle, man springer fram og tilbake mellom ulike nivåer. Ettersom kapitlene stort sett bygger logisk på hverandre, betyr det at elever som ikke er på det høyeste nivået, vil ha minimalt utbytte av bøkene som helhet. Det mest interessante er å sammenholde resultatene med de stiplede linjene. De viser hvordan elevpopulasjoner med ulike IQ vil bevege seg gjennom de ulike nivåene. Selv om sammenhengen mellom de svært kritiserte IQ-testene og Piagets beskrivelser teoretisk sett er nokså tvilsom, gir likevel figuren en kvalitativ forståelse for omfanget av problemet. Vi ser bl.a. at "normaleleven" med IQ=100, stort sett ikke vil fatte noe som helst av det stoffet som blir presentert, mens en skoleflink elev med IQ=115 først i 15-års alderen, altså etter nesten 4 år av det 5-årige kurset, vil ha fullt utbytte av stoffet.


Conceptual stage (Piaget)
Copper and air problem
Classification of elements
Mole concept
Periodic table
Grids
3B
3A
2B
2A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12
Age
11½
12
12½
13
13½
Topic numbers of the Nuffield chemistry sample scheme
A1.1
.2
.3
.4
.5
.6
A2.1
A3.1
A4.1
A5.1
A6.1
A7.1
A8.1
A9.1
A10.1
11.1
12.1
13.1
14.1

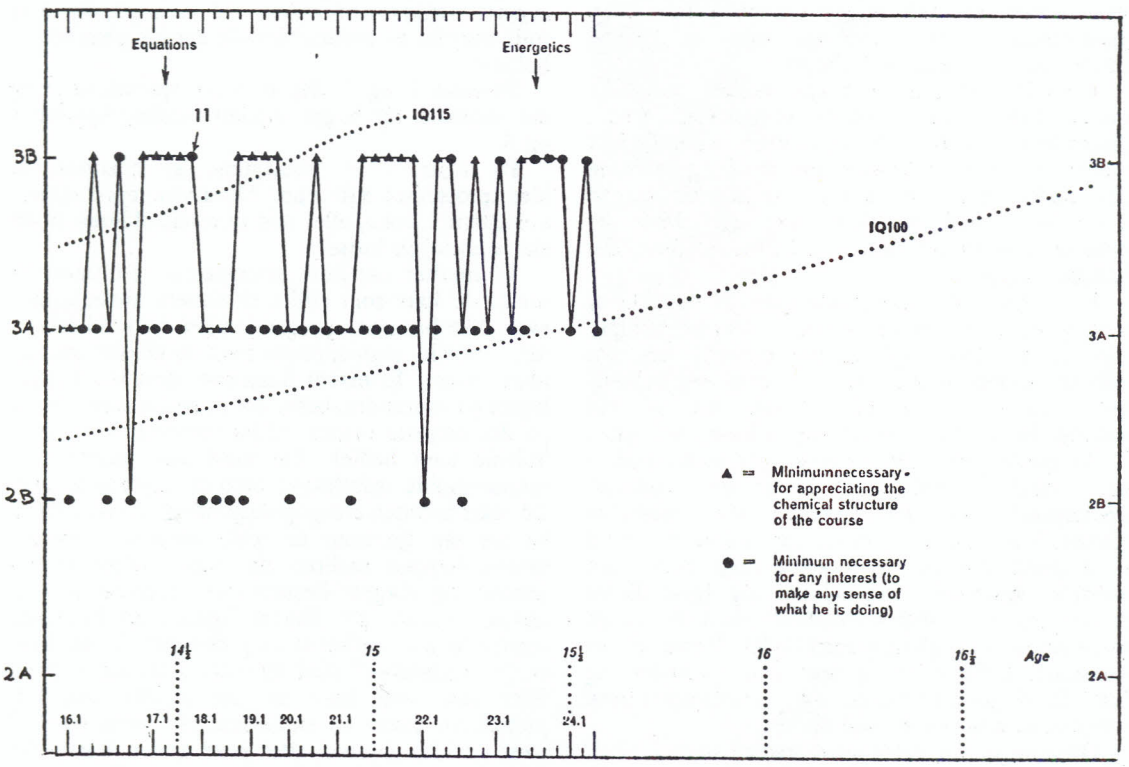
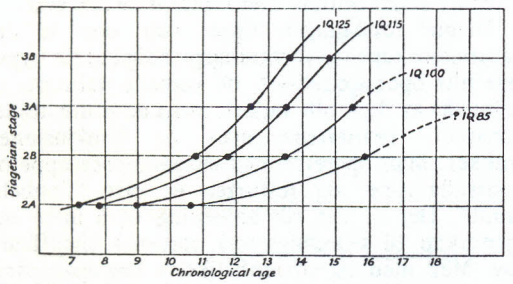

Equations
Energetics
11
IQ115
IQ100
3B
3A
2B
2A
▲ = Minimum necessary for appreciating the chemical structure of the course
● = Minimum necessary for any interest (to make any sense of what he is doing)
14½
15
15½
16
16½
Age
16.1
17.1
18.1
19.1
20.1
21.1
22.1
23.1
24.1

Fig. 1. I original-figuren står anført:
1: Petroleum distallation (for complete observation)
2: Implicit introduction of idea of element
3: Idea of reversibility
4: Use of hypothesis in copper problem
5: Significance of densities
6: Proportion involved in g-atoms calculation
7: To do associated calculations
8: If presented as a complex classification scheme
9: If presented as a 'model'
10: If carbon is 'part of' the compound
11: Multi-reference correlation
12: For experiment only

De stiplede linjene er basert på en empirisk sammenheng som er framstilt på figur 2.



Figur 2. Estimated age at which a Piagetian stage has been established for several IQ populations

Tilsvarende undersøkelser er gjort av svenske læreverk av Bjørn Andersson som nylig la fram sine arbeider til en doktorgrad. Resultatene går i samme retning som de engelske undersøkelsene. Ved Fysisk institutt ved Universitetet i Oslo arbeider to hovedfagsstudenter innen dette forskningsfeltet.

Jeg antydet at denne typen forskning har fått store praktiske konsekvenser. To av de seinere prosjektene, som også på flere andre måter tilhører "den andre bølgen", er direkte inspirert av psykologisk teori.

Det dreier seg om det amerikanske SCIS-prosjektet og det engelske Science 5/13[2]). I det sistnevnte prosjektet finner man på forsiden av hver av de 25 emnebøkene opplysning om hvilket nivå man forutsetter hos eleven. En hel bok i denne serien, beregnet på læreren, gir en innføring i Piagets teori og dens konsekvenser for naturfag-undervisning.

Evaluering, vurdering

De fleste tenker vel på evaluering i betydning *eksamen,* hvor eleven skal testes for å se hvor mye som er "forstått". Men evaluering kan bety mye mer, og kan ha helt andre funksjoner enn å sette et mål på elevens prestasjon for å rangere og sortere.

Vi kan f.eks. skille mellom evaluering av *eleven* og evaluering av *læringsopplegget.*

Vi kan for begge disse grupper også dele i *formativ* og *summativ* evaluering.

Formativ evaluering skjer underveis, mens læring og undervisning foregår. Den kan brukes til å gi informasjon til lærer, elev og andre om hvordan undervisningen forløper. Slik informasjon kan brukes til å rette på åpenbare feil underveis.

Med *summativ evaluering* mener vi en oppsummerende evaluering, etter at undervisningen er fullført. Også her kan hensikten være å få informasjon både om eleven og undervisningen.

Endelig har vi *langtids-evaluering* som tar sikte på å kartlegge de mer langvarige virkningene av undervisning. Dette er antakelig det viktigste problemområdet, men også det som er minst undersøkt. De fleste vil være enige om at reell læring er de kunnskaper, ferdigheter og holdninger som en elev sitter igjen med noen år *etter* at skolen er forlatt. Om eleven klarer å regne ut en friksjonskoeffisient ved eksamensbordet har da mindre interesse.

Et spesielt interessant trekk ved langtids-evalueringen går ut på å kartlegge de *holdninger* som elevene har bygd opp til fagene mens de hadde dem på skolen. Her foreligger det en god del resultater som er lite flatterende for naturfagene i skolen[11]). Stort sett karakteriserer elevene naturfagene (spesielt fysikk/kjemi) med ord som: autoritært, kjedelig, lite fantasifullt, kaldt, kynisk, teoretisk osv. og kanskje mere positive (?) beskrivelser som: vanskelig, krevende, bare for de flinkeste. Elevene gir lignende omtaler av de folkene som arbeider med slike fag. De er kjedelige, lukkede og kalde mennesker, men de er intelligente og arbeidssomme.

Annerledes med historie, språk, samfunnsfag. De er åpne, der er det rom for kreativitet, de er ikke urimelig vanskelige, og folkene som steller med slikt, er varmere og mer menneskelige.

Typisk er det at jentenes reaksjoner er langt mer negative enn guttenes. Også dette problemet er det forsket en del i.

Selv om barn lærer mere *utenfor* skolen enn *på* skolen, kan nok mange av disse holdningene tilskrives den undervisning de har fått. Med sin dyrking av riktige svar, og ved at det ikke gis plass for elevens egne ideer, meninger og fantasi, bidrar skolen til å opprettholde og øke kløften mellom "de to kulturer".

For de av oss som tror på en "humanisering" av naturfagene, bør slike holdninger være et tegn på at noe drastisk må gjøres.

Jeg nevnte eksamen, testing av *eleven,* som én av de mange typene evaluering. Siden eksamen er tillagt så stor vekt, kan det være verdt å si litt mer om dette.

Eksamen

Mange faktorer bestemmer hva et skolefag skal inneholde. Det kan være læreplanen, læreboka, læremidlene, læreren osv. Men det som til syvende

og sist bestemmer, er *eksamen.* Der ser man hva det hele egentlig dreier seg om. Det gjelder i alle fall der eksamen er skriftlig, og der karakteren spiller rolle for videre utdanning. Karakteren åpner og lukker dører for videre skjebne. Fagplaner med vakre intensjoner spiller ingen rolle, så lenge eksamen måler faktakunnskaper og innlærte løsningsmetoder av standardiserte oppgaver. En idérik og engasjert lærer gjør elevene en bjørnetjeneste ved å ta opp de mest interessante problemene. De to tingene *god karakter* og *engasjert undervisning* kan gjensidig utelukke hverandre. Nesten som et komplementaritetsprinsipp.

I pedagogikk er det vanlig å inndele fagets mål i tre dimensjoner: Det *kognitive* eller intellektuelle, det *affektive* som går på holdninger, og det *psykomotoriske* som bl.a. går på manuelle ferdigheter i et laboratorium.

I skolens overordnede mål finner vi *alle* disse dimensjonene, og det gjør vi også i målene for de enkelte fag. Likevel ser vi umiddelbart at det bare er det kognitive som blir testet ved eksamen. Dette får flere åpenbare konsekvenser:

1) Det utelukker på en effektiv måte at faget settes inn i en større sammenheng. Ingen vil ofre tid på å diskutere samfunnsmessige konsekvenser så lenge dette ikke er eksamensstoff.
2) Det samme gjelder *laboratoriearbeidet.* Det blir et vedheng, et nødvendig onde, noe som tar tid på bekostning av eksamensforberedelsene. Skal det eksperimentelle arbeidet få en sterkere stilling, så må det også komme til syne ved evalueringen. Vi arbeider med forslag til slike muligheter.

Ser vi så litt nærmere på det som *blir* evaluert, altså det kognitive, så er det vanlig å klassifisere dette i en såkalt *taksonomi,* en hierarkisk ordning med økende krav[1 2]).

På de laveste nivåene finner vi det å *huske* fakta og informasjon, deretter å *bruke* dem i kjente sammenhenger. Aller øverst finner vi *analyse* av nye situasjoner og *anvendelse* av teorier i konstruktiv *syntese.*

Slike analyser er gjennomført av en rekke eksamener, og teoriene brukes i dag ved konstruksjon av tester i ulike fag. Noen detaljert analyse av norske eksamener i naturfagene ser ikke ut til å være foretatt, men nokså overflatiske vurderinger av f.eks. examen artium i fysikk viser at den umulig kan bygge på noen systematisk gjennomtenkning av problemet.

På den annen side er det etablert en lang tradisjon, og en grundig og formalisert framgangsmåte, som gir inntrykk av "objektivitet" og rettferdighet. Ingenting er tilfeldig: Det er fellessensur hvor karakternivået normaliseres på landsbasis, og alle tvilstilfelle blir vurdert ekstra. Statistiske metoder luker ut sensorer som avviker fra ønsket norm. Man har laget et svært så følsomt instrument, godt tilpasset skolens seleksjonsfunksjon. Men i sin iver etter å *måle* nøyaktig har man kanskje glemt *hva* man skulle måle. Eller med fine ord: Man rendyrker *reliabiliteten,* mens *validiteten* snart er lik null.

Komparative studier av undervisningsmetoder

Er "metode A" bedre enn "metode B"? Litteraturen er full av slike undersøkelser. De prøver å gi svar på det spørsmålet praktiserende lærere oftest stiller til forskningen: "Hvordan skal jeg undervise?"

For å si det brutalt: Det finnes ikke noe svar.

Denne forskningen ligger nær opp til det naturvitenskapelige forskningsparadigma: En hypotese blir operasjonalisert, de variable definert, en (eller få) av dem blir variert, mens de andre holdes konstant, resultatene målt og konklusjonen trukket. Man opererer med eksperimentgruppe og kontrollgruppe, og testingen er ofte "dobbeltblind". Her er det rik anledning til å lufte sitt kjennskap til samplingsteori, statistisk signifikans osv. Men med alt sitt sofistikerte begrepsapparat og analysesystem glemmer man ofte de underliggende problemene.

For eksempel å operasjonalisere "metode A" kontra "metode B". Ofte setter man opp som metode A: katetermetoden, forelesningen, "chalk and talk", mens motsatsen, metode B, er: elevsentrert, "inquiry" eller "discovery"-metoder. Men så enkelt er det ikke. Et engasjert lærerforedrag kan f.eks. stimulere elevene til egenaktivitet og sette i gang reell læring hos dem, mens en strukturløs og lite planlagt "inquiry-situasjon" kan lede til apati og giddesløshet. Dessuten vil de fleste lærere gjerne veksle mellom ulike metoder, slik at en forskningsmessig undersøkelse med én metode vil representere en helt urealistisk situasjon.

Hva betyr det dessuten at A er "bedre" enn B? Hva er kriteriene for vellykkethet, og hvem definerer dem? Noen spør f.eks. om det er en fordel med mye laboratoriearbeid i et naturfagkurs. Her er det forsket en del, og svarene er like klare som de er selvsagte: Hvis hensikten er å bli flink til å bruke laboratorieutstyr, er svaret et klart "ja". Er hensikten å bestå en skriftlig prøve av typen examen artium, er svaret i beste fall at det spiller ingen rolle, i verste fall har laboratoriearbeidet negativ effekt. Det ville vært "bedre" å drille eksamensoppgaver.

Slike komparative studier av metoder har altså vist seg å ha liten verdi. Det betyr ikke at man ikke kan si noe som helst om hva som er god og dårlig undervisning. En del undersøkelser i det siste har benyttet et annet, "bløtere" forskningsparadigma, mer inspirert av nyere tendenser i sosiologi og

sosialantropologi[13]). Man tar her for seg grundige "case-studies", for eksempel av lærere som åpenbart lager vellykket undervisning. Uten å introdusere noen kunstig eksperimentsituasjon prøver man å gi beskrivelser av *hva* det er som gjør undervisningen vellykket. Lesning av slike studier er lærerik og den peker på en rekke faktorer ved lærerens holdninger til elevene og til stoffet som ser ut til å skape en gunstig situasjon for læring. Men "forskning" i tradisjonell forstand er det vel ikke. Rapportene bærer preg av å være subjektive vurderinger av enkelttilfeller. De kan ikke klamre seg til klart definerte signifikansnivåer, reliabilitet i statistisk forstand eksisterer ikke, og forsøk på reproduksjon av eksperimentet har ingen mening.

Men det man taper etter vitenskapelige kriterier, det vinner man igjen ved relevans for de som vil lære av resultatene. Og det er vel et bra mål for pedagogiske utredninger?

Oppsummering og avslutning

Her er en forenklet oppsummering av de feltene hvor det i dag drives forskning innen naturfaglig pedagogikk:

- Fagenes struktur, prosesser, metoder
  1) Epistemologi, erkjennelsesteori
  2) Kunnskapssosiologi
- Fagenes mål og hensikt
  1) Normalt (hva *bør* man lære?)
  2) Kognitivt (hva og hvordan *kan* man lære?)
  3) Teknisk (hvordan bør målene formuleres: i klare, testbare atferdstermer, eller som ønskede utviklingsretninger?)
- Psykologiske analyser; lærings- og utviklingspsykologi, motivasjon.
- Komparative studier, sammenligning av ulike undervisningsmetoder.
- Evaluering: Formativ, summativ og lang-tids.
  1) Av undervisningsopplegget
  2) Av eleven.
- Holdningsundersøkelser, karriereprofiler, demografiske studier.
- Spredning av fornyelser: "implementering" og "diffusjon".

I denne artikkelen har vi gått gjennom noen trekk i naturfaglig pedagogisk forskning og utvikling. Gjennomgåelsen av kortfattet og overflatisk. Den antyder problemområder og viser bare i liten grad til konkrete resultater. Hensikten er å vise at det i dag arbeides energisk innen dette området, og at vi har en del å lære. Vi bør også selv ta del i slikt arbeid. Slik kan vi unngå å begå de feil andre har gjort før oss.

For ingen mener vel at alt er såre vel med naturfagene i vår egen skole?

Referanser

1) The Clearinghouse Report on Science and Mathematics Curricular Developments, University of Maryland, USA.
2) For en omtale av engelskspråklige tidsskrifter og prosjekter, se S. Sjøberg: "Utenlandske læreprosjekter i naturfag. Noen utviklingstrekk",
i Odd E. Johansen (red.) Naturfag i skolen, Tanum 1976.
3) F.eks.:
   A. Studies in Science Education, Leeds University, England.
   B. Journal of Research in Science Teaching, John Wiley & Sons, New York.
   C. A Summary of Research in Science Education, John Wiley & Sons, New York.
4) F.eks.:
   A. Science Teaching Centre, University of Maryland, USA.
   B. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel, Tyskland.
   C. Lawrence Hall of Science, University of Berkeley, California, USA.
   D. Centre for Studies in Science Education, Leeds University, England.
   E. Centre for Science Education, Chelsea College, London.
5) Problemet er diskutert i detalj i
S. Sjøberg: "Naturvitenskapelig metode – Finnes det noe slikt?",
i Odd E. Johansen (red.) op. cit.
6) For en grundig drøfting av teoretiske og praktiske problemer i integrerte naturfag, se
Sally Brown: A review of Meanings of, and arguments for, Integrated Science,
i Studies in Science Education, vol. IV. (to be published in 1977)
7) M.F.D. Young (ed): Knowledge and Control, Collier-MacMillan, London, 1971.
Se spesielt artikkelen av B. Bernstein.
8) D. Layton: "Science for the People. The origins of the school science curriculum in England."
George Allen and Unwin, London, 1973.
9) For en bredere behandling, se
S. Sjøberg: Alder og begrepsutvikling i naturfagene,
i Odd E. Johansen (red.) op.cit.
Her finnes også en fyldig referanseliste.
10) Det dreier seg om flere undersøkelser, og resultater er publisert bl.a. i:
M. Shayer: "How to assess science courses", Education in Chemistry, 1970.
M. Shayer: "Conceptual demands in the Nuffield 0-level biology course", School Science Review, Dec. 1974.
M. Shayer: "Piaget in the classroom", School Science Review, March 1974.
11) Ormerod and Duckworth (eds.): "Pupils' Attitudes to Science", NFER, London 1976.
12) Bloom et al.: "Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I, Cognitive Domain", London 1956.
Kratwohl et al.: "Taxonomy of Educational Objectives. Handbook II, Affective Domain", London 1964.
13) For en diskusjon av disse problemene, se:
C. N. Power: Competing paradigms in science education research, Journal of Research in Science Teaching, vol. 13, no 6 (1976).

Forøvrig anbefales medlemskap i The Assocation for Science Education (ASE), College Lane, Hatfield, Herts, England. Da får man bl.a. abonnement på tidsskriftet The School Science Review. ASE kan også skaffe all engelsk naturfaglitteratur til 10% under *engelske* priser. På forespørsel sender de litteraturliste.

Atomfysikk med akselererte ioner

Nyere aspekter ved et forskningsfelt i utvikling

Johannes M. Hansteen[*]

1. *Innledning.*

For litt over femti år siden, i første halvdel av 1926, ble de endelige fundamenter lagt for den kvantemekaniske beskrivelse av atomære fenomener. I de følgende år ble store fremskritt gjort både når det gjelder forståelsen av atomenes struktur og av atomære kollisjonsprosesser og strålingsprosesser. Mest iøynefallende var kanskje de oppdagelser som ble gjort i de følgende tiår innen kjernestrukturfysikken, altså den spesialiserte del av atomfysikken hvor man søker å beskrive atomkjernene, deres oppbygning og de spesielle krefter som holder kjernene sammen. Dette hadde blant annet sammenheng med utviklingen av de forskjellige typer av kjernefysiske akseleratorer såsom syklotroner og elektrostatiske akseleratorer av Van de Graaff-typen.

Tidsrommen fra slutten av 1950-årene og frem til i dag kan med atskillig rett betegnes som en mindre dramatisk periode innen den rene kjernestrukturforskning. Tilsynelatende hadde man nådd en form for platå.

I årene fra nå av (1977) og til et stykke ut i 1980-årene vil en ny generasjon av spesielle akseleratorer bli tatt i bruk, nemlig nye og kraftigere akseleratorer for tunge ioner. Dette impliserer maskiner som kan akselerere de forskjelligste typer ioner opp til energier på 10 millioner elektronvolt (MeV) pr. nukleon eller mere, avhengig av omstendighetene[1]. Eksempelvis vil dette si at uranioner vil kunne akselereres i alle fall opp til energier av størrelsesorden 2–3 giga elektron volt (GeV), dvs. 2–3 milliarder elektron volt ($\approx 10^9$ eV).

Det bør i tillegg bemerkes at ved Lawrence Berkeley Laboratory, California, har man nylig klart å akselerere jernkjerner til meget høyere energier, ca. 2 GeV/nukleon, i det såkalte "Bevalac complex". Dette er en sammenkobling av Super-HILAC tungion-akseleratoren og Bevatron-synkrotronen[2]. De oppnådde stråleintensiteter er imidlertid inntil videre meget lave.

Som et nærliggende eksempel på den internasjonale forskningsanstrengelse på tungionfeltet, nevner vi UNILAC-maskinen ved GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung) nær Darmstadt. Denne akseleratoren er nå operativ og vil etter planen kunne gi et vilkårlig ion energier på opptil 10 MeV/nukleon.

[*]) Fysisk institutt, Universitetet i Bergen.

Hovedargumentene for konstruksjonen av de nye tungionakseleratorer er av rent kjernefysisk karakter. Ved særlig å studere de nye fenomentyper som induseres ved kollisjoner mellom energirike mangenukleonkomplekser, har man berettiget håp om en fornyelse av kjernestrukturfysikken.

I denne artikkel vil vekten bli lagt på andre aksepter av den generelle ione-atomkollisjon, nemlig de atomære aspekter. Den nye generasjon av tungion-akseleratorer frembyr rik anledning til utforskning av atomenes ekstranuklære deler, mere bestemt av det som skjer når elektronsfærene til de kolliderende atomer skjærer inn i hverandre. Et nytt forskningsfelt er således i ferd med å åpne seg; i virkeligheten er det allerede i rask utvikling.

En hensikt med denne redegjørelse er å prøve å demonstrere at atomfysikk med akselererte ioner, spesielt tunge ioner, inneholder potensielle muligheter for økt innsikt i temmelig fundamentale fysiske prosesser, faktisk mere fundamentale enn man på forhånd kunne ane.

Allerede i dag tyder meget på at den atomfysiske del av forskningsprogrammene ved de nye tungion-akseleratorene, som følge av de nyeste utviklinger innen feltet, vil bli tillagt større vekt enn man på forhånd med rimelighet kunne ha ventet.

2. Detaljer med ione-atom kollisjoner.

I en generell ione-atom kollisjon vil det bombarderende ion med sin ledsagende elektronsky treffe targetatomet hvor elektronene helt analogt er ordnet i elektronskall. Har ionet tilstrekkelig kinetisk energi, vil elektronskyene trenge inn i hverandre, de vil overlappe. En rekke kompliserte fenomener vil da kunne oppstå.

Ved hjelp av figur 1 kan vi oppnå et kvalitativt begrep om slike fenomener. I figuren er søkt

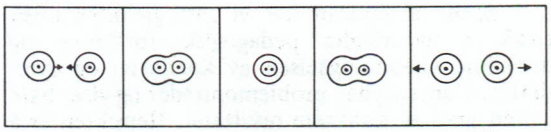


Fig. 1: Skjematisk indikasjon av forskjellige mulige stadier i en langsom ione-atom kollisjon. Stadiene (1) og (5) betegner henholdsvis innledning og avslutning på kollisjonsprosessen. I midten det såkalte forenede atom, "united atom", (3). På begge sider er antydet dannelsen av et kortlevet kvasimolekyl, (2) og (4).

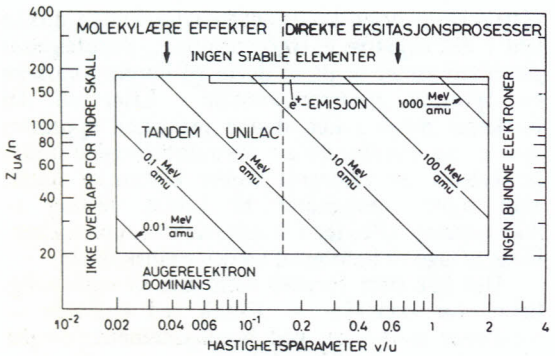


Fig. 2: Atomære prosesser ved generelle ione-atom kollisjoner.

antydet forskjellige mulige stadier i kollisjonen. Under forutsetning av at kollisjonen er langsom nok, vil det finne sted en dannelse av kortlivede, kvasimolekylære tilstander. Elektronene innordner seg i molekyllignende tilstander[3]. To slike tilstander er antydet på figuren. Er de fysikalske betingelser slik at de to kjerner kommer tilstrekkelig nær hverandre, grovt regnet betraktelig nærmere enn Comptonbølgelengden for elektronet, så vil de ledsagende elektronskall innordne seg som om de tilhørte et kombinert atom, "united atom", med atomnummer lik summen av kollisjonspartnernes ladningstall. Bare i dette grensetilfellet kan man tale om et kvasiatom[4]. Blir kollisjonen for hurtig, vil de kvasimolekylære eller kvasiatomære tilstander ikke ha tid til å dannes i det hele tatt. Vi bemerker at når det kombinerte atomnummer er tilstrekkelig stort, kan det dannes kvasimolekyler eller eventuelt kvasiatomer av ekstremt tunge elementer, i prinsippet med atomnummer helt opp til 184 (=92+92, svarende til kollisjonen uran mot uran). Dette har interessante implikasjoner som vi skal komme tilbake til nedenfor.

Figur 2 gir en bredere oversikt over atomære effekter ved generelle tungionkollisjoner. Langs abscissen er angitt størrelsen v/u, hvor v er ionets hastighet og u er banehastigheten for det aktuelle elektron bundet i det kombinerte system. Langs ordinaten er avsatt Z_{UA}/n med Z_{UA} lik atomnummer for det forenede kollisjonssystem og n hovedkvantetallet for elektronet i det mulige kvasimolekylet eller kvasiatomet.

Dette toparameter-diagram er ment å gi et bredt bilde av de forskjellige typer atomære prosesserom som opptrer ved ioneatom kollisjoner[5]. Området til venstre for den vertikale, stiplede linje er det såkalte nesten-adiabatiske område hvor molekyllignende fenomener ventes å dominere. I området til høyre for den stiplede linje dominerer direkte eksitasjons- og ionisasjonsprosesser. Figur 2 kan deles opp i bånd som begrenses av de aktuelle prosjektilenergier pr. atomær masseenhet (MeV/amu). De forskjellige eksisterende akseleratortyper dekker forskjellige energiområder. Således er Tandem-akseleratorer meget velegnet for atomære studier i det nesten-adiabatiske område, altså der hvor kvasimolekylære fenomener ventes å spille en viktig rolle.

Av stor interesse for øyeblikket er den mulighet som den nå operative UNILAC-akseleratoren gir til å undersøke nesten-adiabatiske kollisjoner for de tyngste systemer. Man skulle således kunne nå regionen for superladninger langt oppe i det transurane området. Av særlig aktualitet er området der $Z_{UA} \geqslant 172$. Dette har sammenheng med den indikerte positronutsendelse i det smale båndet i overdelen av figuren. Dette gjenspeiler viktige, noen mener fundamentale problemer i den nye form for atomfysikk.

Ut fra figur 2 konstaterer vi at atomære fenomener vil gjøre seg gjeldende nesten uansett hvilke eksperimenter man velger å utføre med den nye generasjon av tungion-akseleratorer. Dette faktum stemmer til ettertanke.

3. *Dannelse av kvasimolekyler.*

Vi betrakter et kortlivet ione-atom kollisjonskompleks og forutsetter at det under kollisjonen er dannet hull, vakanser, i et indre elektronskall. Slike hull kan fylles enten ved utsendelse av røntgenstråling eller ved emisjon av Augerelektroner. Den siste prosess er en strålingsløs reorganisering av atomkomplekset.

Dersom utsendelsen av røntgenstråler finner sted etter kollisjonen, vil de tilsvarende røntgenstråler ha energier som er karakteristisk for de separate atomer.

I tillegg til de karakteristiske røntgenstråler fra de separate atomer, har man observert ikke-karakteristiske røntgenkontinua fra kvasimolekyler

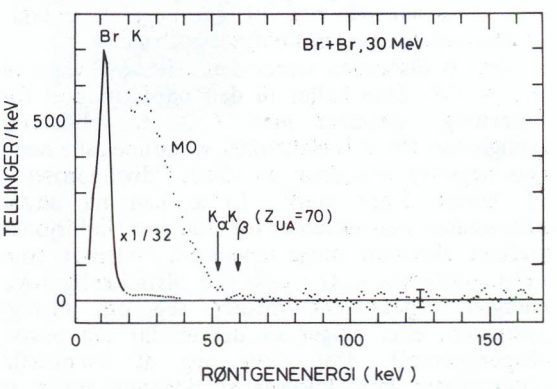


Fig. 3: Røntgenspektra fra kollisjonen $_{35}Br \rightarrow {}_{35}Br$ ved 30 MeV. Vist antatt K MO-røntgenbånd og antatt posisjon av K_{α}– og K_{β}– røntgenlinjene fra grensetilfellet $Z_{UA}=70$. Dessuten sees karakteristisk K-stråling fra Br. Basert på måledata angitt av W. E. Meyerhof og medarbeidere[6].

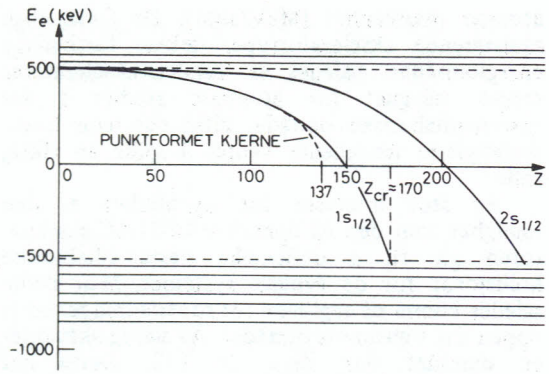


Fig. 4: Energier for noen lave elektronnivåer som funksjon av kjerneladningen.

og, ikke minst viktig, indikasjonen på eksistensen av kvasiatomer[6].

Figur 3 viser et røntgenspektrum fra kollisjonen $_{35}Br \rightarrow {}_{35}Br$ med en prosjektilenergi på 30 MeV. Det molekylærorbitale røntgenbånd, MO-bånd, som her observeres, antas å skyldes oppfylling av en K-vakanse i kvasimolekylet. De to små topper nederst til høyre i spektret formodes å svare til karakteristiske K-røntgenlinjer for det forenede atom $Z_{UA}=70$, dvs. lantaniden ytterbium. Begrepet "united atom" synes altså virkelig å ha en fysisk realitet.

4. *Indre elektronskall for supertunge systemer.*

Ved hjelp av Diracs relativistiske bølgeligning kan man drøfte elektronstrukturen for tunge atomer som en funksjon av kjerneladningstallet Z. For en punktformet kjerne kan den funne verdi for energien E_e vil et ls elektron ikke brukes for $Z > 137$, hvilket er et gammelkjent resultat. Man kan ta hensyn til at atomkjernen har en endelig utstrekning. Det viser seg da at man kan oppnå løsninger av Diracligningen helt opp til det punkt hvor ls nivået når ned til det negative energikontinuum. Situasjonen belyses ved figur 4.

For ls tilstanden svarer den kritiske Z-verdi til $Z_{cr} \approx 170$. Man heller til den oppfatning at for supertunge systemer med $Z > Z_{cr}$ eksisterer muligheten for at ls elektronet vil kunne falle ned i den negative energisjø; en såkalt "divingprosess" vil kunne finne sted[7]. Dette kan ha uhyre interessante konsekvenser for studiet av kollisjoner mellom ekstremt tunge ione-atom systemer, som f.eks. prosessen $_{92}U \rightarrow {}_{92}U$ ved tilstrekkelig høye energier. Spørsmålet melder seg om divingprosessen, eller følger av denne, lar seg påvise eksperimentelt. Det viser seg at eventuelle observerbare konsekvenser av divingprosessen er betinget av at det finnes en vakanse i K-skallet i det supertunge kvasiatom som formodes dannet ved tungionkollisjoner av denne typen. Elektronhullet i den indre orbital vil i så fall ved tilstrekkelig høye kollisjonsenergier kunne dukke ned i det negative energikontinuum. Forutsigelser går blant annet ut på at dette vil kunne forårsake en spontan positrondannelse[7]. Etter en del forskeres mening kan danne prosessen oppfattes som et sammenbrudd av vakuumtilstanden under innflytelse av ekstremt sterke elektriske felter. Mån øyner muligheter til kritisk testing av ikke-lineære effekter i kvanteelektrodynamikken. Disse utsagn er imidlertid sterkt omdiskuterte.

Det har vært foretatt estimater av sannsynligheten for dannelse av K-hull ved kollisjon av uranioner mot uran ved bombardementsenergier på rundt regnet 1500 MeV. En atomær Coulombeksitasjonsmekanisme[8] antas å kunne gi opphav til K-vakanser under nettopp slike omstendigheter.

Etter en lovende start på den nye generasjon av tungionakseleratorer, – i Europa vesentlig UNILAC-maskinen, – skulle man snart kunne få svar på dette og lignende både fundamentale og stadig uløste problemer innen den atomære tungionfysikk.

5. *Avslutning og fremtidsperspektiver.*

Vi har betraktet tunge ioner som prosjektiler i atomære kollisjoner. Generelt er hverken prosjektiler eller targetatomer nakne kjerner. De bringer tvert om vesentlige deler av sine elektronsystemer med i kollisjonsprosessen.

Vi har søkt å beskrive noen få av de spesielle fenomener dette gir, eller kan gi, årsak til. For en kjernefysiker kan disse fenomener enten være forstyrrende eller en sjelden gang til direkte hjelp i hans arbeide.

Eksempel på dette siste er bruken av ioneindusert karakteristisk røntgenstråling som mikroanalytisk hjelpemiddel[9,10]. Figur 5 illustrerer denne metoden som vil være kjent for mange.

På figurens øvre del (A) antydes visuelt hvordan et akselerert ion produserer et hull i et indre elektronskall, hvorpå karakteristisk røntgenstråling utsendes og eventuelt kan registreres.

Nederste del (B) av figuren viser den type informasjon som oppnås. Støv fra en atomsfærisk luftprøve er her bombardert med protoner med energier på 3 MeV i 10 minutter. Tilstedeværelsen av en rekke elementer i meget små kvanta kan påvises. De respektive karakteristiske røntgenstrålinger brukes som merkelapper, og mengden av stoffene kan bestemmes, i alle fall semikvantitativt. Utviklingen er kommet så langt at vi her er over på nærmest analytisk-teknologiske problemer[10].

Eksisterende lavenergetiske akseleratorer i vårt eget land måtte kunne utnyttes mere og bedre til slike mikroanalytiske formål.

De atomære kollisjonsfenomener er en form for bro som forbinder kjernefysiske og atom-

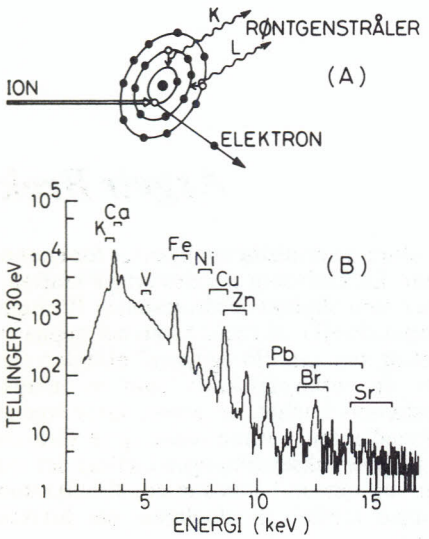


Fig. 5. (A): Indikasjon av karakteristisk røntgenstråleproduksjon ved ionebombardement. (B): Røntgenspektrum fra atmosfærisk støv etter bombardement med 3 MeV protoner i 10 minutter. Måledata angitt av F. Folkmann[9].

fysiske prosesser. Brodannelsen er særlig markant innenfor denne nye form for tungionfysikk.

Atomfysikk og kjernefysikk har lenge vært betraktet som to skarpt atskilte felter. En konstruktiv syntese av disse forskningsområder må sees som et verdifullt fremtidig mål.

Vi har grunn til å tro at en slik syntese ville vært helt i de tidlige pionerers ånd, – og altså ha vunnet bifall hos fysikere som Lord Rutherford og Niels Bohr. Dette alene, rent bortsett fra uventede praktiske anvendelser, burde gi mer enn tilstrekkelig oppmuntring til fortsatt gransking av dette lovende området innen den moderne fysikk.

Referanser.

1. Se f.eks. Physics Today **29**, No. 9, p. 17 (September 1976).
2. CERN Courier **16**, 397 (November 1976).
3. U. Fano, W. Lichten, Phys. Rev. Lett. **14**, 627 (1965).
4. B. Müller, H. Peitz, J. Rafelski, W. Greiner, Phys. Rev. Lett. **28**, 1235 (1972).
5. P. Armbruster, i Proceedings of the Second International Conference on Inner Shell Ionization Phenomena, Freiburg, March–April 1976. W. Mehlhorn, R. Brenn, (red.), (Fakultät für Physik, Universität Freiburg, 1976) p. 21.
6. W. E. Meyerhof, T. K. Saylor, S. M. Lazarus, A. Little, B. B. Triplett, L. F. Chase, Jr., A. Anholt, Phys, Rev. Lett. **32**, 1279 (1974); W. E. Meyerhof, Science **193**, 839 (1976) 3 September. (Copyright 27 April 1977 by the American Assorciation for the Advancements of Science).
7. B. Müller, W. Greiner, Z. Naturforschung **A31**, 1 (1976).
8. J. Bang, J. M. Hansteen, Kgl. Dan. Vidensk.Selsk., Mat.Fys.Medd. **31**, No.13 (1959).
9. F. Folkmann, J. Phys. E.: Scient. Instr. **8**, 429 (1975).
10. S.A.E. Johansson, T.B. Johansson, Nucl.Instrum. Methods **137**, 473 (1976).

8. NORDISKE HALVLEDERMØTE

Det 8. Nordiske Halvledermøte holdes 30/1 –1/2 1978 i Røros Turisthotell. Det vil ha det format som etter hvert er blitt praksis: Plenumssesjoner med inviterte forelesere, fulgt av kortere bidrag fra nordiske deltakere. Denne gang legges særlig vekt på nye teknikker for overflateanalyse og nye metoder for framstilling av halvledere og -komponenter.

Deltakere og foredragsholdere må melde seg til sekretariatet innen *15. oktober 1977,* foredragsholderne sender samtidig et utdrag på ialt 300 ord.

Nærmere informasjon fås ved sekretariatet:

8. Nordiske Halvledermøte,
Seksjon for fysikalsk elektronikk,
Elektrotekn. avd., NTH
7034 Trondheim-NTH.
Tlf.: (075) 92718 - 94404.

RETTING AV TRYKKFEIL

I artiklen i FFV no. 2, 1977, s. 31 og s. 32 om presesjon av fermioner er det kommet inn noen trykkfeil.

I formel (2) skal det stå i-er foran begge φ-ene i matriseelementene på høyre side. I formel (3) skal X^- og X^+ byttes om. På s. 32 skal det stå: ".....den midtre krystallen....."

Nøytrale vinder i den øvre atmosfæren

*Asgeir Brekke**

INNLEDNING

Med den øvre atmosfæren vil en her betegne høydeområdet mellom ca. 80 og 500 km. I dette området vil tettheten av den nøytrale gassen avta gradvis med høyden, fra omlag 10^{-5} kg/m^3 til omlag 10^{-12} kg/m^3. Trykket vil også avta, om noe langsommere, fra omlag 10^{-4} torr ved 80 km til omlag 10^{-8} torr ved 500 km. Temperaturen derimot øker gradvis fra sitt minimum på omlag 180 K ved 82 km til en verdi i nærheten av 1000 K ved 500 km. I dette høydeområdet finner en den vesentligste delen av ionosfæren, men idet elektrontettheten i ionosfæren sjelden kommer opp i mer enn 10^{12} partikler pr. m^3 i noen høyde, vil tettheten av de nøytrale partiklene avta fra omlag 10^{20} pr. m^3 ved 80 km til ca. 10^{14} partikler pr. m^3 ved 500 km. Ionisasjonsgraden er derfor ikke på noe sted større enn ca. 10^{-3}. Det vil til enhver tid finne sted kollisjoner mellom de ladde partiklene i ionosfæren og de nøytrale partiklene i atmosfæren i samme høydeområde, slik at bevegelsene i ionosfæren vil være meget sterkt koblet til bevegelsene eller vindsystemene i den nøytrale atmosfæren. For en ionosfærefysiker er det derfor viktig å ha et noenlunde klart begrep om hvordan de nøytrale vindene varierer i disse høydeområdene, både som funksjon av døgntid og årstid.

Fordi om en her setter en nedre grense ved 80 km, betyr ikke det at atmosfæren under dette høydeområdet er uten interesse i ionosfærisk sammenheng, men det forholdsvis klare temperaturminimum i nærheten av denne høyden, gjør det naturlig å sette et skille her.

At det virkelig forekommer bevegelser i den øvre atmosfæren kan ikke lenger betviles, men en meget begrenset datamengde har vært tilgjengelig om disse bevegelsene gjennom tidene.

Den nøytrale atmosfæren består av flere forskjellige dynamiske områder

Et studium av de dynamiske forhold i et medium som varierer så sterkt som den nøytrale atmosfæren, mellom 80 og 500 km, gjør det nødvendig å anvende forskjellige angrepsmåter i de ulike områdene. Dette kan kanskje best illustreres ved å ta utgangspunkt i den generelle bevegelseslikningen for atmosfæren. Et avgrenset lite volum av atmosfæren utsettes for en serie med krefter: En kraft som skyldes tyngdekraften, andre krefter som skyldes jordrotasjonen (Corioliskraft, sentripetalkraft), så krefter som har opphav i måne og sol og som gir "flo og fjære" effekter. Dessuten virker en viskositetskraft som er uttrykk for atmosfærens seighet, en annen kraft som skyldes trykkgradienten i atmosfæren og til slutt en kraft som skyldes vekselvirkningen mellom den nøytrale gassen og ionene i ionosfæren. Resultanten $\underline{F}$ av alle disse krefter vil akselerere det luftvolum vi betrakter

$$\underline{F} = \rho d\underline{U}/dt \qquad (1)$$

der ρ er luftens tetthet og $\underline{U}$ hastigheten til den nøytrale atmosfæren relativt til jordens overflate.

I vertikalretningen antar en vanligvis at hastigheten av den nøytrale atmosfæren er meget liten, og denne vil bli sett bort fra i det følgende. Velger en seg en atmosfæremodell og en rimelig ionosfæreprofil, så kan en få et visst begrep om størrelsesordenen av de ulike krefter som virker på luftvolumet (fig. 1). I høydeområdet fra 90 til 150 km ser en at det er trykkgradientene og Coriolis kraften som er mest betydningsfulle for bevegelsen av den nøytrale atmosfæren.

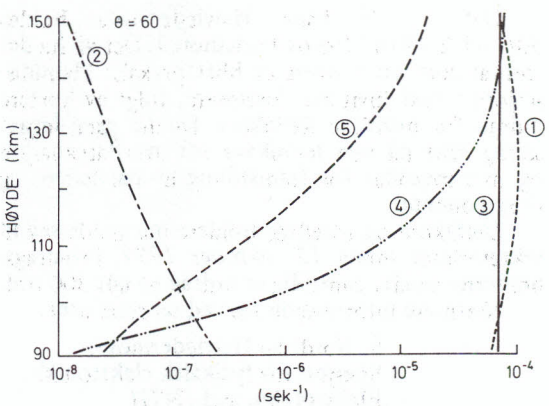


Fig. 1. En sammenlikning ved 60° bredde av trykkleddet (1), "flo og fjære"-leddet (2), Corioli's leddet (3), ionedragsleddet (4) og viskositetsleddet (5) i bevegelseslikningen for den nøytrale atmosfæren i høydeområdet 90–150 km. Alle leddene er normalisert til en hastighet tilsvarende 10 ms^{-1}. (Etter Maeda og Fujiwara, 1967)

*) Nordlysobservatoriet, postboks 953, 9001 Tromsø.

Ionedraget og viskositetskraften er av mindre betydning under 100 km, men øker med en faktor på 10^3 og 10^2 henholdsvis opp til 150 km. Tidevannkreftene som avtar med høyden i dette området, er forholdsvis ubetydelige ifølge denne modellen.

For å unngå at viskositetskraften skal bli helt avgjørende ved store høyder, antas for de fleste modeller at den horisontale hastigheten er konstant med høyden over ca. 500 km. Vanligvis antas også at temperaturen og tettheten er konstant ved 120 km, alik at den horisontale trykkgradienten vil være null der. Dessuten settes den horisontale hastigheten lik null ved den samme høyden. Denne antakelsen om at atmosfæren er stasjonær ved 120 km er neppe realistisk, men representerer en grei forenkling for konstruksjonen av termosfæriske vindmodeller.

Vindsystemet under 120 km er komplisert

Når det gjelder vindsystemet under 120 km, er dette ganske komplisert i og med at det synes å bestå av flere komponenter, hvorav kan nevnes rådende vinder, planetare bølger, "flo og fjære" oscillasjoner og atmosfæriske tyngdebølger. Når en spesielt diskuterer vinder, mener en her kun de såkalte rådende vinder, men de andre komponentene er også så pass viktige for bevegelsen av den nøytrale atmosfæren i den lavere termosfæren at de krever litt oppmerksomhet.

Den rådende vind i dette høydeområdet er den en finner fra bevegelseslikningen dersom en antar at vindhastigheten er konstant, og en neglisjerer alle andre krefter enn de horisontale trykkgradienter og Coriolis-kraften. Dette fører til at vindhastigheten er rettet vinkelrett på trykkgradienten eller parallelt med isobarene. Denne type vind blir vanligvis kalt geotrofisk, dvs. noe som er vridd på grunn av jordens rotasjon. Vårt kjennskap til de rådende nøytrale vindene mellom 80 og 100 km bunner vesentlig i regelmessige meteorsporobservasjoner fra to steder, Jordell Bank, England, ved 53° N og Adelaide, Australia, ved 35° S. Ved disse midlere breddegrader er vindene vesentlig rettet øst-vest. Om sommeren er vinden hovedsakelig rettet østover, og den øker med høyden; om vinteren er den også rettet østover, men den avtar med høyden, slik at den blåser noe vestover over 100 km. Ved jevndøgnene er vindhastigheten nesten uavhengig av høyden, og den er rettet mot øst om høsten og mot vest om våren.

Fra de observerte vindretninger kan en regne seg tilbake til de trykkgradienter som er vindenes opphav. Dersom de funne gradienter bare skyldes temperaturforskjeller, finner en det paradoksale resultat at den halvkule som har vinter eller vår har den høyeste temperatur i høydeområdet 80–100 km. I en detaljert analyse av temperaturmålinger under 110 km er det vist at temperaturfordelingen virkelig er slik at vinterhalvkulen er varmere mellom 85 og 100 km enn sommerhalvkulen, slik at resultatene er noenlunde konsistent.

Den globale temperaturfordelingen er motsatt av hva en kunne vente

Vindforholdene i atmosfæren mellom 80 og 100 km er uklare, og spesielt kompliserende har det vært at den globale temperaturfordelingen, med en kald sommerhalvkule og en varm vinterhalvkule, er stikk i strid med hva en kunne vente, ut fra antakelsen om at temperaturforholdene i disse høydeområdene er dirigert av solstrålingen. Det er blitt foreslått at en sirkulasjon fra sommerhalvkulen til vinterhalvkulen i høyder over 100 km vil bringe varmere luft ned i 100 km-området ved høyere breddegrader. Denne luftstrømmen vil være rik på atomært oksygen som blir tvunget til å rekombinere når den bringes ned under 100 km, og denne rekombinasjonsprosessen kan frigjøre varme.

Ved høyere breddegrader, slik som i nærheten av nordlyssonen, er også vindene stort sett regelmessige, men i forbindelse med nordlysutbrudd er det gjerne en tendens til at vindretningen blir hovedsakelig rettet mot ekvator på ekvatorsiden av nordlyssonen. En mangler en detaljert beskrivelse av vindsystemet i meteorhøyder ved høye breddegrader under forstyrrende forhold, fordi det er problematisk å tolke vind-dataene fra meteor-radare under nordlysutbrudd. Vindmålingen fra rakettutslipp ved høye breddegrader er foreløpig ikke så omfattende at pålitelige modeller kan konstrueres.

Vindene i dynamo-området

En vil nå bevege seg litt opp i høyden til det området som har fått navnet dynamo-området. Det ligger mellom ca. 100 og 150 km, der hvor det meste av den horisontale elektriske strømmen i ionosfæren finnes. Dynamo-teorien bygger på den antakelse at de magnetiske variasjonene som observeres på bakken, skyldes strømmer i ionosfæren som er satt i bevegelse av en indusert elektromotorisk kraft, som igjen er generert ved at ionisert gass blir ført på tvers av jordens magnetfelt.

På annen måte å beskrive denne prosessen på er å si at ionosfæregassen beveger seg med en nøytral vind med hastighet $\underline{U}$ på tvers av megnetfeltet, og dermed induseres et elektrisk felt

$$\underline{E}_u = \underline{U} \times \underline{B} \qquad (2)$$

Dette induserte feltet driver en strøm

$$\underline{j}_u = \underline{\sigma} \cdot \underline{U} \times \underline{B} \qquad (3)$$

hvor $\underline{\sigma}$ er ledningsevne-tensoren i ionosfæren.

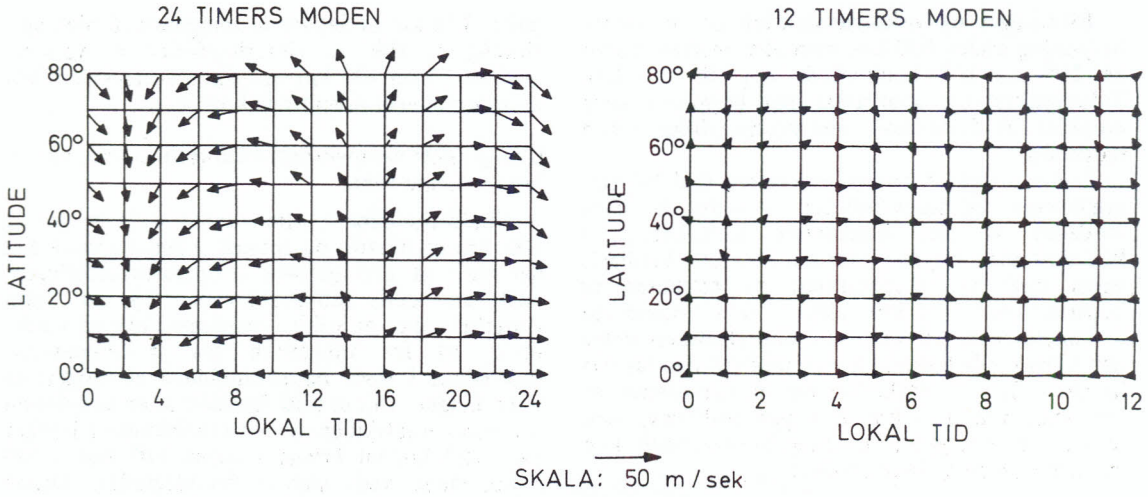


Fig. 2. Fordeling av nøytrale vindhastigheter i jamndøgnperioden beregnet på bakgrunn av dynamo-teorien for den såkalte S_q variasjonen. Jordens rotasjon er ikke tatt hensyn til. (Etter Maeda, 1955).

En vil under bestemte forhold få områder der ladning hoper seg opp slik at atmosfæren blir polarisert, men et elektrisk potensial vil da bygges opp og justere seg slik at strømmen som flyter blir kildefri og horisontal.

En kan benytte de globale døgnlige variasjonene i magnetfeltet under magnetisk rolige forhold og konstruere et ekvivalent system av horisontale strømmer som flyter i høydeområdet 100–150 km. Denne flatestrømmen $\underline{J} = (J_x, J_y)$ og de geomagnetiske fluktuasjonene $\underline{\Delta H} = (\Delta H_x, \Delta H_y)$ vil være tilnærmet forbundet ved

$$J = \frac{f}{2\pi} \Delta H \qquad (4)$$

hvor f er en proporsjonalitetskonstant som er innført for å korrigere for induksjon i bakken, og J er antatt å ha uendelig utstrekning.

En vindmodell for den nordlige halvkule laget av Maeda (1955) på bakgrunn av slike analyser av globale bakkeobservasjoner av geomagnetiske variasjoner i jamndøgnperioden, vises i fig. 2. Av figuren finner en at vindkomponenten med en døgnlig periode (24 timers moden) er sterkere enn komponenten med en halvdøgnlig periode (12 timers moden). Dette er et meget viktig resultat som indikerer at vindene i dynamoområdet er av termisk opphav, og ikke en type tidevannbølge som antatt tidligere. En legger da også merke til at vindene blåser fra dagsiden av jorden over polene, og på tvers av meridianene mot nattsiden.

Dynamo-teorien er ikke problemfri

De teoretiske vindsystemene er alle avhengig av modeller for konduktivitetstensoren $\underline{\sigma}$. Siden konsentrasjonen av elektrontettheten i E-laget varierer med en faktor på 30 eller mer mellom dag og natt, vil $\underline{\sigma}$ gjennomløpe en betydelig døgnlig variasjon, men høyere harmoniske vil også være til stede. Dermed er det vanskelig å si noe avgjørende om forholdene mellom de ulike moder som framkommer ved slike modellstudier. En annen kompliserende faktor er bestemmelsen av null-nivået i de magnetiske variasjonene, det vil si variasjoner i magnetfeltet når det ikke finnes noen ionosfæriske strømmer. Spesielt er dette usikkert ved høye breddegrader hvor det sannsynligvis alltid finnes en del strøm i ionosfæren på grunn av partikkelnedbør og elektrostatiske felter av magnetosfærisk opphav.

Men den alvorligste begrensningen, ved siden av de spesielle virkningene som er nevnt for høyere breddegrader, er antakelsen om at vindene er konstante i styrke og retning uavhengig av høyden. Vindprofiler målt ved å observere forskyvningen av gassutslipp fra raketter illustrerer svakheten ved denne antakelsen bedre enn noe annet (fig. 3). En ser av denne figuren at vindretningen varierer på en usystematisk måte i høydeområdet 90–160 km. De vindretninger en oppnår ved hjelp av dynamo-teorien er sterkt avhengig av en ukjent vektfaktor som er representert ved produktet av vindstyrken og elektrontettheten i forskjellige høyder.

Vindene over dynamo-området

I høyden over dynamo-området har systematiske observasjoner med flere satellitter avslørt at det eksisterer en vesentlig forskjell i luftmotstand mellom dag og natt i den øvre atmosfæren. Ved å benytte passende atmosfæremodeller, kan en på bakgrunn av slike data, innføre de tilsvarende

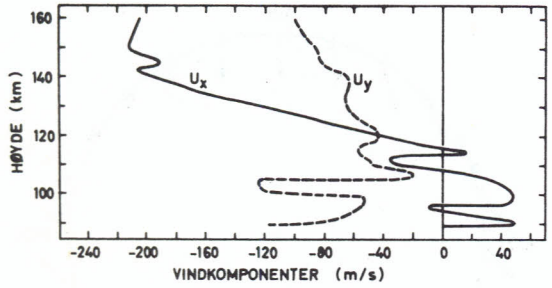


Fig. 3. Øst-vest (U_x) og nord-syd (U_y) komponentene av den nøytrale vind mellom 90 og 160 km målt ved å observere forskyvningen av gassutslipp over Kauai, Hawaii. (Etter Smith, 1968).

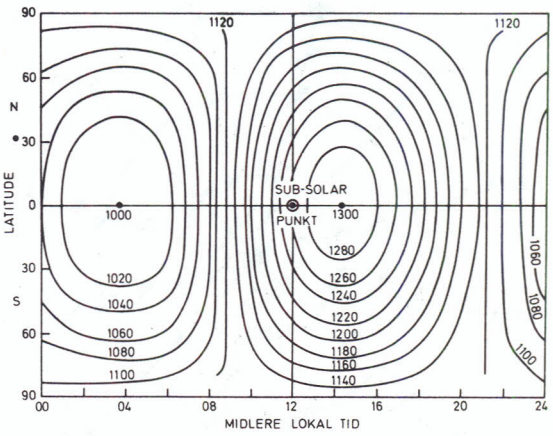


Fig. 4. Den globale temperaturfordelingen ved jevndøgnene i termopausen. Isotermkonturene er tilnærmet konsentriske sirkler rundt den atmosfæriske utbulningen som finner sted ved ekvator ca. kl. 1430 lokal tid. Avstanden mellom isotermene tilsvarer 20 K. (Etter Jacchia, 1965).

variasjonene i tettheten av den nøytrale atmosfæren, og også av atmosfærens temperatur. Figur 4 viser en modell av den globale temperaturfordeling ved ca. 400 km oppnådd på bakgrunn av slike satellittdata. Det er et tydelig temperaturmaksimum ved ekvator på ca. 1300 K ved kl. 1430 lokal tid, og et tilsvarende minimum på ca. 1000 K finnes også ved ekvator ved ca. kl. 0330 lokal tid. Fordelingen av isotermene og følgelig også av linjene som representerer konstant tetthet, antyder at atmosfæren har en øket tetthet i nærheten av middag lokal tid ved ekvator. Opprinnelig trodde en at denne utbulningen ville flytte seg nordover og sydover fra ekvator alt etter hvilken årstid en befant seg i, men senere resultater antyder nå at utbulningen har en ganske stor utstrekning i nord-syd retningen og at bevegelsen av den er mindre tydelig.

Ionedraget er av spesiell betydning ved høye bredder

Ut i fra slike globale temperaturmodeller (som gjengitt i fig. 4) kan en konstruere en global trykkfordelingsmodell, hvor trykkgradientene kan benyttes som de drivende krefter i bevegelseslikningen for den nøytrale atmosfæren. Ved å anvende passende modeller for ionetettheten og den kinematiske viskositetskoeffisienten kan en oppnå modeller for det globale vindsystemet.

Av spesiell interesse er det å undersøke betydningen av ionedraget for den nøytrale vinden. Fig. 5 viser en global vindmodell i en høyde av 300 km over den nordlige halvkule i et tilfelle hvor den maksimale ionetettheten er 10^{12} m^{-3}. Den midlere vindhastigheten er ca. 45 m/s, og retningen er hele tiden meget nær parallell med den drivende kraften. Dette er spesielt tydelig ved kl. 1500 lokal tid hvor trykkgradienten er rettet fra ekvator mot polen og tilbake til ekvator ved kl. 0300 lokal tid. For å oppnå mer realistiske vindproviler, må en i bevegelseslikningen for de nøytrale partiklene innføre i tillegg til drivkraften på grunn av de naturlige trykkgradientene, en kraft overført gjennom kollisjoner med ionene som en følge av at disse drives av et elektrostatisk felt.

Vindene i den øvre atmosfæren er avhengig av geomagnetiske forhold

Så langt har en betraktet globale vindsystemer under rolige magnetiske forhold uten å ta hensyn til effekter i forbindelse med geomagnetiske forstyrrelser. En del observasjoner av nøytrale vinder ved lavere breddegrader viser imidlertid at vindhastighetene vanligvis er høyere ved forstyrrede enn ved rolige forhold, og dessuten er vindretningen nesten uavhengig av høyden over 140 km. Som nevnt tidligere varierer vanligvis vindretningen ganske kraftig med høyden nesten opp til ca. 200 km under rolige forhold. Disse resultatene indikerer derfor at geomagnetiske effekter har en betydelig innflytelse på de dynamiske forhold i den nøytrale atmosfæren. En har vanligvis antatt at under geomagnetiske forstyrrelser utvikles det, spesielt ved høyere breddegrader, relativt sterke elektriske felt som setter ionosfæren i bevegelse, slik at bevegelsesmengde blir overført til atmosfæren via kollisjoner med ionene. De horisontale elektriske feltene er relativt konstant i høydeområdet over ca. 130 km, slik at den resulterende vindretningen også skulle kunne bli relativt uavhengig av høyden i overensstemmelse med observasjonene.

Det er klart at modeller som er utviklet for det globale elektrostatiske feltet ut fra dynamoteorien,

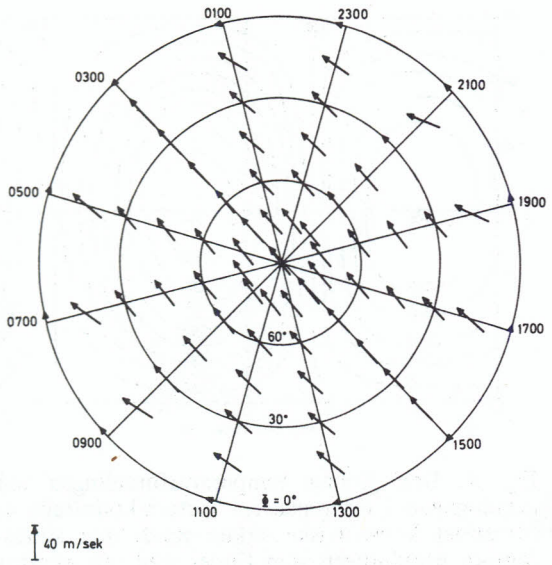


Fig. 5. Det atmosfæriske vindsystemet i en høyde av 300 km over den nordlige halvkulen når høyeste elektrontetthet er 10^{12} el m^{-3}. Vindene er i hovedsak rettet fra trykkmaksimum i atmosfæren i tilknytning til den daglige utbulningen. Lokal tid er indikert ved tallene langs den ytterste sirkelen. (Etter Kohl og King, 1967).

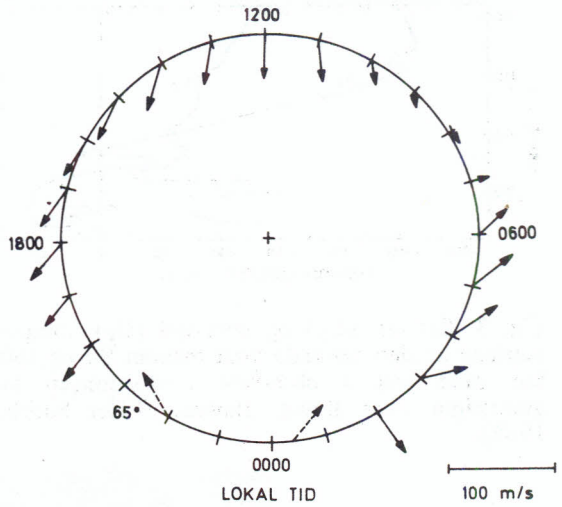


Fig. 6. En empirisk vindmodell for høydeområdet 90–120 km laget på bakgrunn av data fra en inkoherent spredningsradar i nordlyssonen. Sirkelen tilsvarer breddegraden hvor radaren er plassert. En hastighetsvektor rettet mot sentret av sirkelen vil alltid være nordover, mens en vektor til høyre for dette sett fra et punkt på periferien mot sentrum vil være østover.

generelt ikke vil gjelde under forstyrrede magnetiske forhold, og spesielt ikke ved høye breddegrader uansett forhold, for det er alltid et potensialfall over polarområdene i forbindelse med den magnetosfæriske konveksjon som ikke har sitt opphav i dynamo-området.

Driftobservasjoner av gassutslipp fra raketter i nordlyssonen indikerer at de sterke elektriske feltene som oppstår rundt midnatt i nordlyssonen i forbindelse med geomagnetiske forstyrrelser og nordlys, driver den nøytrale atmosfæren vestover før midnatt og østover etter midnatt, og at denne oppvarmede luften sannsynligvis bringes ned til midlere breddegrader i løpet av noen timer. Noe av den varme luften vil også bli brakt fra nordlyssonen mot høyere breddegrader.

I den senere tid har det også lykkes å studere nøytrale vinder i ionosfæren mellom 100 og 150 km med en såkalt inkoherent spredningsradar i nordlyssonen (Chatanika, Alaska). Metoden er indirekte på den måten at det er ionedrift-hastigheter som måles i to ulike høydeområder. En måling tas rundt 200 km og den andre tas gjerne ved ca. 110 km. I den største høyden vil tettheten av den nøytrale atmosfæren være så lav at både ioner og elektroner vil bevege seg på tvers av magnetfeltet kun påvirket av elektriske felter, $\underline{E} \times \underline{B}$-drift. Ved den laveste høyden derimot er tettheten i den nøytrale atmosfæren så høy at ionene vil kollidere med nøytrale gasser og bli hindret i å bevege seg med E-feltet i en ren $\underline{E} \times \underline{B}$-drift. Tettheten av de nøytrale gasser i 100–150 km høyde er imidlertid ikke så høy at elektronenes bevegelse blir forskjellig fra $\underline{E} \times \underline{B}$-driften. Dette er den direkte årsak til at strømmer flyter i ionosfæren i dette høydeområdet. Ved hjelp av en modell for den nøytrale atmosfæren kan en finne om dreiningen av ionedriftvektoren mellom disse to høydeområdene er i overensstemmelse med det en skulle vente for en statisk atmosfære. Hvis dette ikke er tilfelle, må en kunne anta at den nøytrale atmosfæren mellom 100 og 150 km er i bevegelse, altså at det er en nøytral vind tilstede. Vindene som en finner på denne måten vil være et veiet middel over det høydeområdet hvor radaren har fått sitt reflekterte signal fra (ca. 40–50 km i utstrekning).

En syntese av de resultatene en hittil har fått ved hjelp av denne metoden er vist i fig. 6. Om dagen finner en i det vesentligste vinder som er rettet mot nord i samsvar med at de er drevet av de naturlige trykkgradientene fra den varme dagsiden mot den kalde nattsiden, i likhet med fig. 5 som gjelder forholdene ved ca. 300 km høyde. Om kvelden og morgenen derimot er vindretningen noe mer ekvatorrettet enn hva en skulle vente dersom de naturlige trykkgradientene var de eneste drivkreftene. Dette henger sammen med at det elektriske feltet som vanligvis er rettet nordover om kvelden og sydover om morgenen, vil drive

ionene vestover før midnatt og østover etter midnatt. På grunn av den høye kollisjonsfrekvensen mellom ioner og nøytrale partikler, vil den nøytrale atmosfæren bli dradd med i de samme retninger (nøytralt drag), og de resulterende vinder vil bli rettet mer mot ekvator i disse områdene enn tilfellet er i fig. 5. Rundt midnatt er imidlertid forholdene mye mer komplisert og varierer i langt sterkere grad fra dag til dag. Dette kommer av at på denne tid av døgnet vil Chatanika vanligvis være i et område med nordlysaktivitet, men posisjonen av Chatanika i forhold til denne aktiviteten vil være bestemt av tilstandene i magnetosfæren.

Konklusjon

De nøytrale vindene i den øvre atmosfæren er, som en har sett, et mangesidig problem. For det første vil forholdet mellom de ulike kreftene som påvirker atmosfærens dynamikk, variere sterkt i de ulike lag av atmosfæren. Om disse krefter hver for seg varierte noenlunde regelmessig med tiden, skulle en tro at en i de grove trekk skulle kunne konstruere realistiske modeller. Men når det med stor hyppighet opptrer slike kraftige perturbasjoner på vindsystemet i den øvre atmosfæren som tilfellet er i nordlyssonen, er det klart at problemet blir et annet. En kan vel si at betydningen av forstyrrelsene i nordlyssonen med hensyn til energibalansen i den øvre atmosfæren fortsatt er lite kjent, og at vi foreløpig befinner oss på et innledende stadium i studiet av dette. Det synes nå sannsynlig at de dynamiske forhold i den øvre atmosfæren vil bli viet betydelig oppmerksomhet i årene framover. Her i Norge bør en i denne sammenhengen spesielt imøtese EISCAT med stor interesse fordi nettopp dette instrumentet vil være meget godt skikket til å utforske de kompliserte vindforholdene i den øvre atmosfæren i forbindelse med magnetosfæriske forstyrrelser i nordlyssonen.

Referanser

Jacchia, L. G.: Space Research V, p. 1135, North-Holland, Amsterdam, 1965.

Kohl, H. og J. W. King: Atmospheric winds between 100 and 700 km and their effects on the ionosphere. J. Atmos. Terr. Phys. **29**, pp. 1045–1062, 1967.

Maeda, H.: J. Geomagn. Geoelect. Kyoto **7**, p. 121, 1955.

Maeda, H. og M. Fujiwara: Lunar ionospheric winds deduced from the dynamo theory of geomagnetic variations. J. Atmos. Terr. Phys. **29**, pp. 917–936, 1967.

Smith, L. B.: An Observation of Strong Thermospheric Winds during a Geomagnetic Storm. J. Geophys. Res. **73**. pp. 4959–4963, 1968.

Stoffregen, W.: Anomaly of the neutral wind at ≅ 220 km height at high latitudes. In Magnetospheric-Ionospheric Interactions (ed. K. Folkestad), Universitetsforlaget, Oslo, pp. 83–86, 1972.

Bøker

Øivind Hauge: I bane rundt solen. Planeter, måner, kometer og meteorider. Universitetsforlaget, mai 1976, 188 sider, kr. 45.

Boka tar for seg et fagområde hvor våre kunnskaper årlig øker i store sprang, særlig som følge av vår tids romferder til månen og de 4 nærmeste planeter. Akkurat i disse dager prøver USA's Vikingsonde å gi svar på det fundamentale spørsmål om noen form for liv eksisterer på Mars mens romsonder underveis til planeter utenfor Jupiter kanskje vil forandre vår viten om denne del av rommet på vesentlige punkter innen kort tid.

Boka formidler en stor mengde fakta om vårt eget solsystem. Også de nyeste tilskudd til vår viten er kommet med. Forfatteren må roses for at han i stor grad har lykkes å presentere tilhørende fysikalske argumentasjoner på en oversiktlig måte. På tross av at fagområdet tradisjonelt har vært et der konkurrerende teorier og oppfatninger har stått steilt mot hverandre har han i stor grad også greidd å holde en nøytral linje og å skille mellom fakta og spekulasjoner. Boka synes å inneholde bare meget få faglige unøyaktigheter og trykkfeilen i omslagets subtittel er ikke karakteristisk for boka.

Boka går ikke inn på noen analyse av solsystemets dynamikk. De matematiske hjelpemidler har derfor kunnet holdes på et lavt nivå. Boka skulle derfor selv om den dekker pensum i et av kursene i astronomi ved Universitetet i Oslo, være tilgjengelig for et meget videre publikum. Med gymnasets kunnskaper i fysikk, kjemi og matematikk skulle det meste av stoffet kunne leses.

Boka representerer et verdifullt bidrag ikke bare til den norskspråklige litteratur om vårt solsystem og vil kunne anbefales for astronomistudenter, lærere i den høyere skole, amatørastronomer og de mange interesserte i å følge med i den pågående utforskning av det nære verdensrom.

Jan Trulsen.

R. Bech, W. Englisch, K. Gürs: Table of Laser Lines in Gases and Vapors. Springer Series in Optical Sciences. Vol. II. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976, 130 sider. Pris US $ 19.70.

H. Walther (ed.): Laser Spectroscopy of Atoms and Molecules. Topics in Applied Physics. Vol. II. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976, 383 sider. Pris US $ 39.80.

K. Shimoda (ed.): High-resolution Laser Spectroscopy. Topics in Applied Physics. Vol. XIII. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976, 378 sider. Pris US $ 39.80.

Disse tre bøker fra Springer hører naturlig sammen. Den ene "Table of Laser Lines in Gases and Vapors" er en katalog av over 1000 linjer som er blitt rapportert i litteraturen opp til april 1976. Den er hendig for forskere som nytter gass lasere i spektroskopi og i kjemi. De to andre bøkene omhandler forskjellige anvendelser av laser i fysikk og kjemi. Dette er felter som er i rivende utvikling og det er symptomatisk at boken "High Resolution Laser Spectroscopy" bli publisert av det samme forlag like etter volum II "Laser Sprectroscopy".

Hensikten med disse bøkene har vært å gi en innføring i, og en relativ uttømmende informasjon om dette felt av spektroskopien for såvel begynnere som for etablerte forskere i feltet. Jeg må si at de har oppnådd dette. Artiklene i bøkene er skrevet av kjente pionerer i bruk av lasere.

Fra titlene av artiklene i bøkene kan en få et inntrykk av hvordan laseren har erobret spektroskopien i atom og molekylfysikken. Man har nå tilgjengelig en hel hærskare av lasere som gjør det mulig å studere prosesser som foregår i området fra det infrarøde helt over i det fjerne UV.

Det siste oppnås ved to-foton absorpsjon. Derved kan en studere rotasjon, vibrasjon og elektronisk overganger. Ved to-foton teknikken er det også mulig å eliminere dopplerforbredning slik at en kan studere høyt eksiterte tilstander med høy spektroskopisk oppløsning. Det er ikke plass til å komme nærmere inn på de enkelte artikler, men en kan slå fast at bøkene er av høy kvalitet og anbefalelsesverdige.

Torbjørn Sikkeland

(fortsatt fra s. 55)

grammet. Hvert år trengs det 6–8 nye fysikere og denne andelen vil øke i åra framover. Disse fysikerne bør ha mest mulig tverrfaglig bakgrunn. Veritas er en interessant arbeidsplass med framtida foran seg.

I debatten som fulgte ble representanter fra produksjonfabrikker etterlyst. Det er sikkert stor forskjell mellom institusjoner som driver forsking og fabrikker som produserer forbruksvarer eller kapitalvarer. I disse vil økonomiske og markedsmessige forhold spille en vesentlig rolle. En må da ha god greie på hvilke behov som foreligger for ulike varer. Dette er vel særlig tilfelle innenfor norsk elektronisk industri og "underholdningsindustri", jamfør Tandbergs vanskeligheter.

En hadde før et krav om 9 måneders praksis før en kunne begynne ved NTH. En praktikant fikk da visse elementære kunnskaper om de sosiale forhold på en arbeidsplass. Han fikk innsikt i arbeidet på golvet, formannens jobb, klubbens funksjon, miljø osv. Nå er dette kravet skrumpet inn til 12 uker, og det sier seg selv at en praktikant vil ha liten bakgrunn for å forstå arbeidslivets hverdag. I andre land har en forsøkt seg med et praksisår i midten av studiet, i Sverige har en tekniske gymnas der arbeid i industri inngår før en kan begynne høyskolestudiet. Slik det er nå blir militærtjeneste og noen måneders øltapping godkjent som praksis. Nå er studentene nesten kjemisk fri for samfunnskontakt før studiet. Dette burde rettes på.

Det ble påpekt at det ofte foregår faglig innavl rundt i institusjoner og bedrifter f.eks. ved at en sjef som selv er bygningsingeniør ansetter en bygningsingeniør i den nye jobben. En avskjærer da muligheten for at nye, friske synspunkter kan komme inn. Dette er likevel forståelig fordi en er redd for å få inn folk som ikke kan operere målrettet. En bedrift kan frykte at en can.real. er formet av studiet, og kanskje har andre motiver for sitt arbeid enn det bedriften er tjent med. Hans interesser går kanskje mer i retning av detaljstudier og forsking. En mindre bedrift vil ikke ha råd til slike folk. Industrifolkene mente likevel at de var fornøyd med fysikerne, enten de var utdannet ved høyskoler eller universiteter. En bemerket spøkefullt at fysikerne blir bra til tross for studieoppleggene.

Men en må ikke bare tenke på hvordan en skal tilpasse studieformer og pensum til dagens industri og samfunn. Samfunn og produksjonsformer er under stadig omforming. Vi kan delvis selv bestemme kursen for samfunnsendringene, og holdninger og vurderinger hos høyere utdannet personell er viktig. Vi må derfor spørre oss selv hvordan undervisningen skal legges opp for å få folk som kan drive samfunnet i den retning vi ønsker. En har også lett for bare å ta hånd om de godt utrustede og veltilpassede. Vi burde i større grad tilpasse undervisningen til dem som ikke har så lett for å lære,

Det har altså ikke vært noe skred av fysikere over til industrien de siste åra, men det fins allerede flere hundre fysikere der og antallet øker langsomt. Industrifysikerne gjør alle en god jobb og bereder derved grunnen for dem som skal komme etter. Samfunnet har bruk for fysikernes fagkunnskap og metodikk for å løse de kompliserte problemer som melder seg i et høyt utviklet industrisamfunn.

O.Steinsvoll

DEN NEDERLANDSK-NORSKE REAKTORSKOLEN

Institutt for Atomenergi, Kjeller

Kurs i Databehandling oktober–desember 1977

10/10–11/10	NOS/BE, operasjonssystem for Control Data CYBER 74
7/11–11/11	Videregående programmeringsmetodikk i FORTRAN
21/11–22/11	INTERCOM
23/11–24/11	UPDATE
28/11– 2/12	Filbehandling
5/12– 9/12	PASCAL

Nærmere opplysninger og søknadsskjemaer fås ved henvendelse til
Kurssekretær Gerd Jarrett
Den nederlandsk-norske reaktorskolen
Institutt for Atomenergi
Boks 40, 2007 Kjeller **Telefon (02) 71 25 60**

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim — NTH

Norsk Fysisk Selskap

Formann: Dr. philos, Tormod Riste, Inst. for Atomenergi, Kjeller.

Styre: Professor dr. philos. Arnfinn Graue, Universitetet i Bergen.
Amanuensis Ove Bratteng, Universitetet i Tromsø.
Førstelektor T. Engeland, Universitetet i Oslo, Blindern.
Dosent R. S. Sigmond, Universitetet I Trondheim, Norges tekniske høgskole.

Selskapets sekretær:
Gerd Jarrett, Nøytronfysikkavdelingen, Institutt for Atomenergi, Boks 40, 2007 Kjeller.

Postgirokonto: 5 88 38 89 **Bankgirokonto:** 5102.20.16001

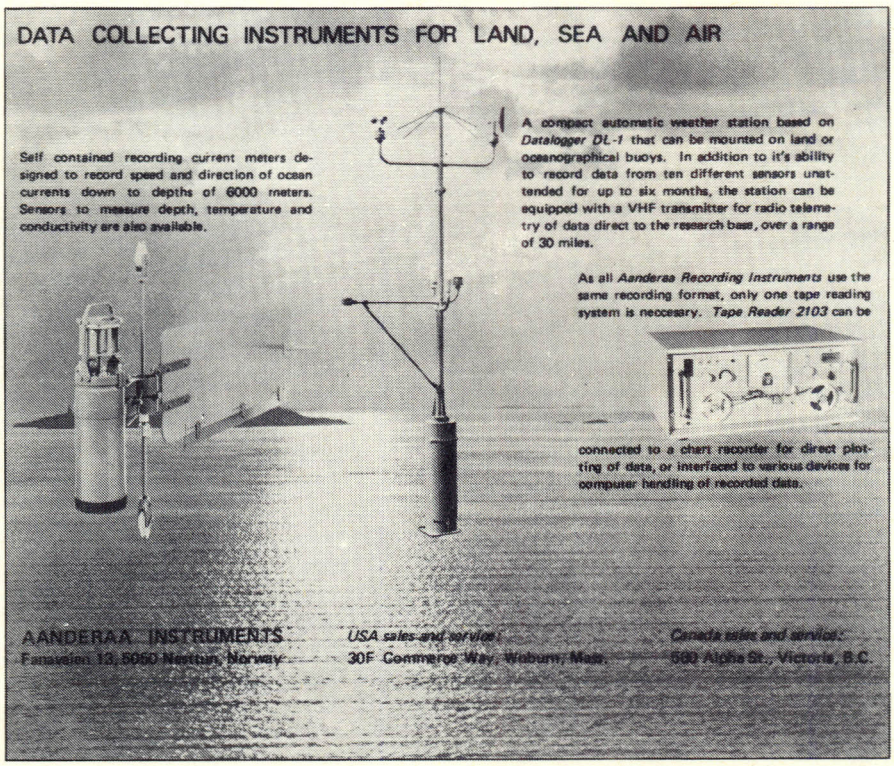
Fra Fysikkens Verden

Redaktør:
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for Atomenergi, 2007 Kjeller.
Redaksjonssekretær:
Lab.ing. Halvard Torgersen, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høgskole.
Redaksjonskomité:
Førsteamanuensis Tryggve Grotdal, Fysisk Institutt,Universitetet i Bergen, 5014 Bergen.
Forsker Jan Myrheim, EP Division, CERN CH-1211-Geneve 23, Sveits.
Førstelektor Øivin Holter, Fysisk Institutt, Universitetet i Oslo, Blindern, Oslo 3.
Lektor K. Jostein Knutsen, Luftkrigsskolen, 7000 Trondheim.
Fagsekretær Helge Klemsdal, Nordlysobservatoriet, 9000 Tromsø.

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen. Årsabonnement kr. 30.00. Årsabonnenment for studenter og skoleelever kr. 15.00.

Sekretær: Gudrun Græsmann.
Ekspedisjonens adresse: Fra Fysikkens Verden, Fysisk institutt, Universitetet i Trondheim, Norges lærerhøgskole, 7000 Trondheim.

Postgirokonto: 5 10 47 24 **Bankgirokonto:** 8601.36.12279



STRØMMÅLERE

For registrering av styrke, retning og temperatur av havstrømmer. Instrumentene kan også utstyres med følere for registrering av dybde og ledningsevne.

AANDERAA INSTRUMENTS
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR
Fanaveien 13, 5050 Nesttun, Tel. (05) 27 40 30, Telex 40049aan

NTH-Trykk
Trondheim