

Fra Fysikkens Verden

UTGITT AV NORSK FYSISK SELSKAP

INNHold:

Naturvitenskap på nordiske frimerker	25
Brune dverger er oppdaget	26
Ampères 'oppdagelse' av induksjonen	27
Miljøaspekter ved supersonisk flyging	30
Eksponensiell vekst - hva er det?	32
Publikasjonskomittén inom EPS	34
Datamaskinen i norsk fysikkundervisning	35
Experiences from the Teaching Abroad Project	36
Erfaringar frå tilvalstoff i fysikk	37
Senter for Realfagundervisning	38
Fysikk i skolen - nordisk konferanse	41
Fysikermøte på Oppdal	41
Nye medlemmer	42
Experimentella uppgifter och prov i fysik	43
Bøker	46



*Naturvitenskap på nordiske frimerker.
Se side 25.*

Nr. 2 - 1985

Årgang 47
ISSN-0015-9247

TRONDHEIM WORKSHOP 1985

I TEORETISK FYSIKK

ASTROFYSIKK OG PARTIKKELFYSIKK

Det Fysiske Seminar i Trondheim, Fysisk institutt, UNIT/AVH og Institutt for teoretisk fysikk, UNIT/NTH arrangerer i samarbeid med Norsk Fysisk Selskaps gruppe for generell teoretisk fysikk i tiden

9.-13. SEPTEMBER 1985

den tredje Trondheim workshop i teoretisk fysikk.

Forelesningene finner sted ved AVH, Rosenborg, Auditorium I.

PROGRAM

9. september – 13. september	
9.15	Keijo Kajantie, Helsingfors Universitetet: Astrophysics and particle physics
11.15 –13.00	Finn Ravndal, Universitetet i Oslo: General theory of relativity
14.15 –16.00	Bernhard Jones, NORDITA: Cosmological models

Siktemålet er som tidligere å gi informasjonen til forskerstudenter og andre fysikere om utviklingen i teoretisk fysikk, i år med vekt på astrofysikk-partikkelfysikk. Deltakelse er åpen for alle interesserte.

Arrangementskomite: P. Chr. Hemmer, Kjell Mork og Haakon Olsen.

Vi ber om at påmelding skjer innen 15. august 1985 til

Kjell Mork, Fysisk institutt, UNIT/AVH, 7055 Dragvoll.

Studenter kan søke om beskjedne tilskudd til reise og opphold.

Fra Fysikkens Verden

Utgiver: NORSK FYSISK SELSKAP

Nr. 2 - 1985

Redaktører: KNUT JOSTEIN KNUTSEN og HANS KOLBENSTVEDT
Redaksjonssekretær: HALVARD TORGENSEN

47. årgang
ISSN-0015-9247

FFV starter i dette nummer en serie: «Naturvitenskap på frimerker». Første artikkel handler om 100-graders termometeret, neste om Tycho Brahe.

NATURVITENSKAP PÅ NORDISKE FRIMERKER

Anders Johnsson

1. Anders Celsius

Et av de aller vanligste måleinstrumentene i Norge er sikkert hundregraders-termometeret.

Frimerkebildet forestiller *Anders Celsius* (1701-1744) som har fått sitt navn knyttet til hundregraders-termometeret. Han var matematiker og astronom i Uppsala, samtidig med Carl von Linné. Et symbolsk bilde av termometeret ser vi også på frimerket.



Men hvorfra kommer egentlig denne alminnelige temperaturskala?

Standardiseringen innenfor termometrien er fra forholdsvis sein dato. I 1700-årene sukket man over mengden av temperaturskalaer - mellom 10 og 20 forskjellige! Og det er ikke mange år siden både *Fahrenheit* og *Réaumur* ble nevnt på lik linje med Celsius. Men nå ser Celsius-skalaen ut å bli den eneste overlevende praktiske temperaturskalen.

For noen hundrede år siden hadde våre forfedre ikke noen mulighet til å måle temperatur overhode.

*) Fysisk institutt UNIT/AVH

Slike målinger begynte først i 1600-årene - Galilei og hans elever brukte f.eks. lufttermometere (og hadde store problemer med variasjoner i lufttrykket). Fahrenheit tok i begynnelsen av 1700-årene opp et dyptgående studium av termometeret og brukte kvikksølv i termometeret. Mye av fremgangen med hans termometer skyldtes i første hånd hans metoder til å rense kvikksølv.

I løpet av den kalde vinteren 1709 besøkte Fahrenheit den ikke helt ukjente Ole Rømer i København. Sammen gjorde de temperaturbestemmelser på disse nordlige breddegrader. Termometrien var en komplisert vitenskap.

Men når kom hundregraders-skalaen?

Bestemmelsen av *fikspunkter* på temperaturskalaen var vanskelig. Fahrenheit kom i 1724 med noen sentrale arbeider om termometeret. I det første av dem brukte han et fikspunkt, kalt nullpunktet, fra en blanding av vann, is og salt. Det andre fikspunktet ble satt til 96 grader og dette viste hans termometer i munnen eller armhulen på en frisk person. Inndelingen av gradstokken mellom is-vann-salt punktet og kropps-temperaturen ble gjort i 96 deler. Han nevner også i disse arbeidene at når vann koker så måler han 212 grader, men denne temperaturen er avhengig av «atmosfærens vekt».

Réaumur i Frankrike fant at alkohol (blandet med 1/5 vann) utvidet seg fra 1000 til 1080 volumdeler, når man forandret temperaturen fra frysepunktet til kokepunktet av vann. Så han delte inn alkoholtermometeret sitt i 80 deler men den fikk egentlig liten suksess. Réaumur var ikke kjent med Fahrenheits resultater.

Så fortsatt hadde vi ikke noen 100-graders skala.

En fysiker ved navn *du Crest* brukte imidlertid en inndeling i 100 deler mellom to fikspunkter. Hans første fikspunkt var vannets kokepunkt, det andre var temperaturen til jord (her fulgte han den store Boyle) - målt i Parisobservatoriets kjeller. Denne idé med en inndeling i 100 deler har deretter spredt seg. Linné ga i Amsterdam ut en bok i året 1737 der tittelsiden viste en gradstokk med midten merket med tallet 1 og med en skala oppad og nedad, begge til 100.

Men det var i 1742 at Anders Celsius kom inn i bildet. I en avhandling fra det året markerer han

vannets kokepunkt 0° og frysepunkt med 100°. Altså en hundregraders skala med fikspunkter vi er kjent med men ellers snudd på hodet! Mårten Strömer, en kollega av Celsius i Uppsala, innførte åtte år senere den nåværende temperaturskalaen med frysepunktet ved 0°, kokepunktet ved 100° og en inndeling i hundre deler. Den moderne temperaturskalaen er derfor egentlig Strömers og ikke Celsius! Det vil si, om nå ikke den gamle giganten Linné egentlig ligger bak: han skrev en gang i et brev at han var den første som hadde planer om å lage et termometer der 0° var frysepunktet og 100° var kokepunktet.

Celsius vitenskapelige innsats er ikke begrenset til termometrien. Han publiserte nordlysobservasjoner og fikk også pave Clemens XII's tillatelse til å bruke astronomiske instrumenter i Roma. Her gjennomførte han originale eksperimenter med fotometriske bestemmelser av stjernemagnituder. Celsius var også initiativtaker til en franskinnsiert ekspedisjon til svensk-finsk Lappland i 1736-1737. Man gjennomførte der oppmålinger for å bestemme jordkulas form.

Men mest er altså Celsius husket for en temperaturskala som han strengt tatt ikke selv lanserte! Og da den symbolske gradstokken som frimerket viser, syns å ha et frysepunkt på 0° - da er det ikke på linje med Celsius egen avhandling fra 1742!

Mårten Strömer er ikke ihukommet på frimerke, men den tredje i den nevnte trioen i Uppsala, Carl von Linné, er portrettert. Det er imidlertid en annen historie.

BRUNE DVERGER ER OPPDAGET

Det er kanhende befordrende for den menneskelige ydmykhet å legge merke til at mange av de store oppdagelser er blitt gjort «the blind man's way», ved at oppdageren gradvis og nærmest motstrebende er blitt nødt til å erkjenne betydningen av en effekt som man først kanskje betraktet som kun en kjedelig forstyrrelse. Det er nærliggende å tenke på Penzias og Wilsons oppdagelse av den kosmiske bakgrunnstrålingen i denne forbindelse. Men hendelsesforløpet trenger ikke være fullt så dramatisk. Innen eksperimentell astronomi er man jo hele tiden konfrontert med interpretasjonsproblemet av de svake signaler som mottas fra rommet. To astronomer fra Arizona, Donald McCarthy og Frank Low, satte fram en vidtrekkende påstand like før jul 1984 da de erklærte: «Vi har funnet den første planet som noen gang er oppdaget utenfor vårt solsystem». Og det viste seg at de gikk for vidt. Fortolkningen var feil. Men etter nødvendig korreksjon fra den astronomiske verden viste det seg at oppdagelsen var viktig nok likevel: De hadde i virkeligheten funnet den første brune dverg.

En brun dverg er noe midt mellom en stjerne og en planet. Den er for stor til å være planet - noen dusin ganger tyngre enn solsystemets kjempeplanet Jupiter - men den er på den andre siden ingen stjerne ettersom den ikke sender ut stjernestråling. Den brune dvergen lyser, men kun med varmestråling etter sin dannelse. De kjerneprosesser som skjer i normale stjerner er ikke kommet igang i den brune dvergen. Til det er den for lett.

Den brune dvergen er funnet i omløp omkring en uanselig liten stjerne ved navn van Biesbroeck 8 (navnet skyldes en belgisk født astronom, som i USA ga ut en stjerne katalog). Stjernen er en av de mest «forkjølte» man kjenner. Den når akkurat over nedre grense for stjernestatus. Massen er omtrent 80 ganger Jupiters masse. Det betyr at stjernen skinner ved egen kraft, men svakt og rødlig, på nippet til å gå ut. Stjernen ble interessant etter at man i 1983 oppdaget at den oppførte seg underlig. Den beveget seg ikke på en pen bane i Melkeveien men vaklet en del. Dette måtte bety at omkring denne stjerne, i avstand ca. 21 lysår borte fra oss, beveget det seg ett eller annet objekt. Og det var altså den brune dverg.

Oppdagelsen gjør det naturlig å spørre: Løser man med dette problemet med den manglende masse i Universet? Som kjent er masseproblemet astronomiens hovedproblem idag. Etter all sannsynlighet er svaret på spørsmålet imidlertid nei. Innflytelsen fra brune dverger er for liten. Men oppdagelsen markerer et skritt i riktig retning. I de siste år har man vært vitne til oppdagelse av flere nye spesier i den kosmologiske dyrehage. Annensteds i rommet har man faktisk funnet også et planetsystem i dannelse omkring en stjerne. Det synes nå klart at solsystemet ikke er det eneste planetsystem i vår galakse. Planetjegerne har i det hele hell med seg nå for tiden.

Referanse:

Tor Nørretranders' artikkel i Weekendavisen, 22.-28. februar 1985.

Iver Brevik



AMPÈRES 'OPDAGELSE' AF INDUKTIONEN

et historisk eksempel på samspillet mellem teori
og eksperiment

Ole Knudsen

(Foredrag ved Nordisk Forskersymposium i Ebeltoft, Danmark, november 1984. Også trykt i symposieberetningen «Fysik i Skolen» (udg. af Henry Nielsen og Poul V. Thomsen)).

1. Indledning

Den følgende fremstilling af en episode fra elektromagnetismens tidlige historie har til hensigt at give et eksempel på, hvordan jeg mener at fysikkens historie kan præsenteres for elever som et led i den sædvanlige fysikundervisning. Den forudsætter et kvalitativt kendskab til de elementære elektromagnetiske fænomener, herunder den elektromagnetiske induktion, men forudsætter ikke at eleverne behersker nogen form for matematisk beskrivelse af emnet. Alligevel giver den et vist indtryk af, hvordan fysik bliver til i et samspil mellem teoretiske opfattelser og eksperimentel udforskning, og specielt af hvad der kræves for at gøre en nyopdagelse. Den kan måske bidrage til at modificere den fornemmelse, som elever ofte har af, at de fysiske love er eviggyldige sandheder som aldrig har været omstridte eller genstand for diskussion.

2. Ampères første opdagelse

Den 4. september 1820 blev Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen for første gang bekendtgjort i Paris, ved et af de ugentlige møder i det franske videnskabsakademi. Blandt deltagerne i mødet var den 45-årige André-Marie Ampère, som egentlig var matematiker, men som i de foregående år også havde bevæget sig ind på kemiens område. Ampère blev stærkt optaget af Ørstedes påvisning af, at en strømførende ledning kunne udøve en kraft på en magnetnål, og inden der var gået 3 uger, havde han selv gjort en ny opdagelse der var næsten lige så betydningsfuld som Ørstedes. Han kunne nemlig påvise, at to strømførende ledninger udøver en gensidig kraft på hinanden «uden medvirken af nogen magnet».

Ampère har selv beskrevet, hvordan han blev ført fra Ørstedes opdagelse til sin egen ved at forestille sig, at magnetnålens gammelkendte evne til altid at stille sig i retningen nord-syd først var blevet kendt, *efter* at Ørsted havde opdaget at en magnetnål vil stille sig på tværs af en elektrisk strøm. Hvis de to opdagelser var blevet gjort i denne omvendte rækkefølge, ville man naturligvis have sluttet, at jordkloden må indeholde en elektrisk strøm, der løber rundt i retningen fra øst mod vest. Hvis man så videre havde opdaget,

at en stangmagnet også er i stand til at påvirke en magnetnål, ville man naturligvis have fortsat med at antage, at der også findes strømme inden i stangmagneten. Men en magnetnål er selv en lille stangmagnet; altså må den også indeholde strømme. Og altså må påvirkningen af magnetnålen i alle de tre tilfælde kunne føres tilbage til en kraft mellem elektriske strømme indbyrdes.

Efter at have gennemført denne tankerække, der jo 'blot' bestod i at kombinere kendte ting på en ny måde, gav Ampère sig til at eksperimentere med elektriske strømme. Det lykkedes ham hurtigt at påvise, at der faktisk fandtes en kraft mellem to strømførende ledninger; og det bestyrkede ham naturligvis i den opfattelse, han var nået frem til ved sit ræsonnement. Det betød, at han nu havde to opgaver: for det første at udforske egenskaberne ved denne nyopdagede elektrodynamiske kraft, og for det andet at understøtte hypotesen om, at enhver magnet er en samling af elektriske strømme, og undersøge hvad denne hypotese egentlig indebar. Det er den sidstnævnte del af Ampères arbejde, vi vil se på i det følgende.

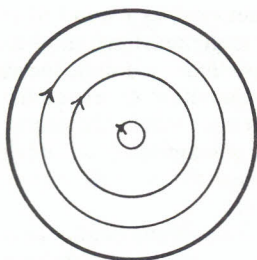
3. Ampères teori for magnetisme

Ampère var altså hurtigt blevet overbevist om, at en stangmagnet fik sine særlige egenskaber, fordi den indeholdt elektriske strømme, og ikke fordi dens poler indeholdt et eller andet særligt, som man kunne kalde 'magnetisme'.

'Der findes intet mere i den ene pol af en magnet end i den anden', skrev han sidst i 1820, 'den eneste forskel mellem dem er, at den ene er til venstre og den anden til højre for de elektriske strømme, der giver stålet dets magnetiske egenskaber'.

I begyndelsen forestillede han sig disse strømme som vist på figur 1, der skal illustrere et tværsnit i en cylindrisk stangmagnet; dvs. han opfattede dem som sædvanlige, makroskopiske strømme, der blev frembragt ved 'at stålpartiklerne virker på hinanden ligesom delene af en voltasøjle'. (voltasøjle: I 1800 konstruerede Alessandro Volta den første kontinuerlige jævnstrømskilde; en stabel plader af skiftevis kobber og zink, adskilt parvis af papplader fugtet med en saltopløsning.) Tilsvarende antog Ampère, at der i jordklodens indre gik strømme rundt i ækvators plan. Her var det de forskellige mineraler i jorden, der måtte opfattes som analoge med delene af en voltasøjle.

Denne opfattelse blev mødt med kritik af Ampères kolleger; og allerede den 15. januar 1821 forklarede Ampère i Akademiet, at man snarere måtte foretille sig, at strømmene løb rundt om de enkelte molekyler i magneten og altså ikke fra molekyle til molekyle. Systemet af makroskopiske strømme (figur 1) måtte altså erstattes af et system af molekyllære strømme som vist på figur 2; og Ampère kunne vise, at et sådant system ville have samme magnetiske virkninger udadtil som det på figur 1.

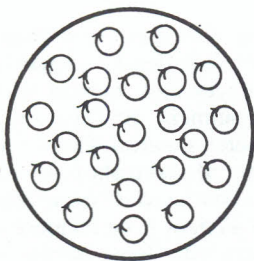


Figur 1

Det var flere grunde til at Ampère skiftede mening. Den mest afgørende var et argument, som han blev præsenteret for af sin ven, Augustin Fresnel, i et privat brev, hvor Fresnel også gav ham ideen om de molekulære strømme. Vi ved, skrev Fresnel, at nårsomhelst vi sender en elektrisk strøm gennem en leder, så udvikles der varme. Hvis vi antager, at strømmene i en magnet er af samme art som sædvanlige strømme, så måtte vi forvente, at enhver magnet ville være varm, hvilket ikke er tilfældet. Hvis vi derimod antager, at strømmene går rundt om de enkelte molekyler, så er vi ude over det problem:

'Vi ved kun lidt om den varme der udvikles af en elektrisk strøm, og vore ideer om legemers opbygning er for ufuldstændige til, at vi kan vide om elektriciteten burde frembringe varme i dette tilfælde'.

Ampères første antagelse om de elektriske strømme gav imidlertid også anledning til en anden diskussion, hvorunder der for første gang opstod en idé om inducerede strømme. Udgangspunktet var, at Ampères kollega Arago i september 1820 havde opdaget de magnetiserende virkninger af strømme. Han havde først konstateret, at en strømførende kobberledning var i stand til at tiltrække jernfilspåner og fastholde så mange af dem, at den blev så tyk som en pennepose (det nederste af en gåsefjer). Når strømmen blev afbrudt, faldt jernfilspånerne straks af igen. Derefter havde han fundet, at hvis man lod en stålnål ligge i nogen tid inden i en strømførende spole, blev den magnetisk, på samme måde som hvis den havde ligget op ad en stangmagnet. Nu gjorde Fresnel opmærksom på, at hvis man gik ud fra Ampères opfattelse, måtte man sige, at de cirkulære strømme i spolen havde induceret et system af cirku-

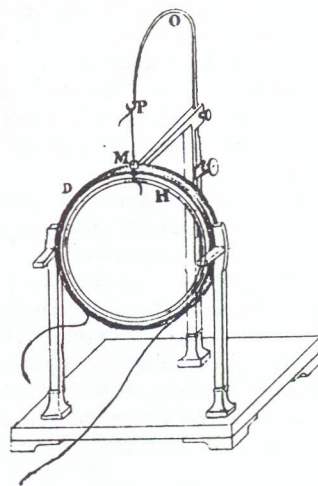


Figur 2

lære strømme i stålnålen (figur 1). Hvorfor skulle den omvendte proces ikke kunne lykkes lige så godt? Fresnel vikled derfor en isoleret ledning rundt om en permanent magnet og dyppede de afisolerede ender af ledningen ned i fortyndet syre for at se, om der viste sig elektrolytiske virkninger i form af en kraftigere oxydering af den ene ende af tråden end af den anden. Resultatet var negativt; selv efter lang tids forløb kunne Fresnel ikke se nogen tydeleg forskel på de to trådender.

Den problemstilling Fresnel havde rejst, ble imidlertid ved med at optage Ampère, også efter at denne var gået ind for tanken om de molekulære strømme. Den væsentligste forskel mellem de to opfattelser var, mente Ampère, at ifølge den gamle opfattelse blev de elektriske strømme i en magnet skabt ved magnetiseringen; og Aragos forsøg viste derfor, at en elektrisk strøm i en spole kunne inducere strømme i en stålnål. Hvis man derimod antog ideen om de molekulære strømme, så kunne man forestille sig, at disse strømme eksisterede i stålnålen også før denne blev magnetiseret, men at de blot var tilfældigt orienterede, så at deres samlede virkning udadtil var nul. Magnetiseringsprocessen ville da bestå i, at strømmen i spolen fik alle de molekulære strømme til at dreje sig, så de blev parallelle med strømmen i spolen.

I juli 1821 udførte Ampère nu et forsøg, som skulle kunne give et direkte svar på, hvilken af de opfattelser der var den rigtige. Forsøgsopstillingen er vist på figur 3. Den består af en spole af isoleret kobbertråd, D, gennem hvilken der går en kraftig strøm. Inden i spolen er der en kobberring, H, som er ophængt i en tynd tråd, der ved P er fastgjort til en galge, og som går ned midt igennem spolen, gennem et lille glasrør ved M. Kobberringen er altså frit drejelig, medens spolen er fastholdt af de to opstandere.



Figur 3

Endvidere er kobberringen i præcis samme position i forhold til spolen som stålnålen i Aragos magnetiseringseksperiment. Ifølge Ampères første teori for magnetisme skulle man da vente, at strømmen i spolen ville skabe en strøm i kobberringen, medens dette ikke skulle være tilfældet ifølge Ampères nye teori; og man kunne derfor skelne mellem de to teorier ved at føre en permanent magnet hen i nærheden af kobberringen og iagttage om ringen bevægede sig eller ej. Resultatet var negativt:

'Denne opstilling syntes mig den mest egnede til at frembringe elektriske strømme i ringen ved influens, hvis dette var muligt; men når jeg undersøgte den virkningen af en stærk magnet, kunne jeg ikke skelne nogen bevægelse af den, på trods af den store bevægelighed af denne ophængningsmåde.'

Forsøget bekræftede altså den opfattelse, som Ampère i forvejen var nået til: I magnetiserbare materialer som jern og nikkel findes der elektriske strømme rundt om de enkelte molekyler. Magnetiseringen består i, at disse strømme orienteres i samme retning, og ikke i en skabelse af strømme.

Dette blev imidlertid ikke det sidste ord i denne sag. Et år senere var Ampère på besøg i Genève, og han gentog her forsøget med kobberringen, sammen med kemiprofessoren Gaspard de la Rive og dennes søn Augustin. Nu gav forsøget et andet resultat. I en afhandling, som A. de la Rive forelagde for 'La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève', den 4. september 1822, hedder det:

'Under sit ophold i Genève havde M. Ampère lejlighed til at udføre nogle nye forsøg, og han har ønsket, at jeg beskriver to af de væsentligste og vigtigste af dem i resten af denne afhandling . . .

Det andet forsøg drejer sig om den indflydelse, som et cirkelformet kobberbånd udsættes for fra en ring af stærke elektriske strømme i hvis midte det er ophængt, og som omgiver det uden at berøre det. Denne indflydelse, som M. Ampère først havde troet var nul, blev i Genève konstateret af ham selv på en meget præcis måde. Ved at sætte en meget stærk hesteskomagnet hen til den ene side af dette bånd så man det snart bevæge sig fremad mellem magnetens to grene, snart derimod blive frastødt af dem, i henhold til strømmens retning i de omgivende ledere. Dette vigtige forsøg viser altså, at de legemer, der ikke er i stand til, som jern og stål er, at opnå en permanent magnetisering under indflydelse af elektriske strømme, i det mindste kan opnå en art forbigående magnetisering, mens de er under denne indflydelse.'

I et brev til Faraday, dateret 24. september 1822, omtalte Gaspard de la Rive det samme forsøg; og også han beskrev udfaldet ved at sige at 'kobberstykket blev gjort magnetisk ved influens, så at det blev tiltrukket eller frastødt af en magnet'. I Faradays svarbrev, dateret 9. oktober 1822, hedder det tilsvarende:

'M. Ampère's experiments which you mention are I think very important, especially that of the production of magnetism in a piece of copper by mere vicinity to a voltaic current without actual connection with it . . .'

Både de la Rive'rne og Faraday opfattede altså Ampères forsøg som en opdagelse af, at kobber kunne gøres magnetisk. I Ampères egen rapport, som blev læst for Akademiet den 16. september 1822, blev forsøget naturligt nok tolket på mere vidtgående måde:

'I en bevægelig leder, som udgør en fuldstændig lukket omkreds dannes der en elektrisk strøm ved influens fra den strøm, som man frembringer i en fast, cirkulær og spiralsnoet leder, der er placeret meget nær ved den bevægelige leder, men uden forbindelse med den.'

Ampères konklusion var altså klar nok: En stærk, konstant strøm kan inducere en strøm i en leder i nærheden. Men hvad nu med de to teorier for magnetisme? I 1821 havde Ampère brugt det negative udfald af forsøget som et stærkt argument for teorien om de molekylære strømme. Måtte han nu skifte opfattelse én gang til, og gå tilbage til sin første teori? Det var han ikke meget tilbøjelig til; bl.a. stod Fresnels bemærkning om, at magneter ikke er varme, jo stadig ved magt. I sin vildrede valgte han simpelthen at se bort fra sin nye opdagelse:

'Jeg havde allerede prøvet det samme forsøg i juli måned 1821, . . . men da jeg sandsynligvis benyttede en for svag magnet, havde jeg ikke opnået noget tegn på eksistensen af en elektrisk strøm i den bevægelige leder, hvilket fik mig til . . . at forkaste frembringelsen af elektriske strømme ved influens; dette sidste forsøg tvinger én til at indrømme den; men denne kendsgerning, som indtil nu er uafhængig af den generelle teori for de elektrodynamiske fænomener, medfører ingen ændring i denne teori'.

Herefter findes der intetsteds hos Ampère nogen omtale af det nye fænomen, førend efter Faradays (gen-)opdagelse af induktionen i 1831. Vi har her et tydeligt eksempel på det forhold, at en 'videnskabelig opdagelse' ikke er en simpel, pludselig hændelse. Det nyopdagede fænomen skal undersøges nærmere, det skal udforskes under varierende forsøgsomstændigheder, og der skal opstilles lovmæssigheder for det, hvilket Faradays arbejde i 1831 er et strålende eksempel på. Men for at man kan gøre det må man have en teori, eller i det mindste en begrebsramme, som fænomenet kan indpasses i. I modsat fald bliver det nye fænomen blot en anomali, noget der falder uden for ens forestillingsverden, og som man derfor ikke kan stille noget op med. Det er på sin plads at bemærke, at Ampères holdning ikke bør betegnes som uhæderlig. Han gjorde, hvad man altid må gøre i en sådan situation: lade det anomale fænomen ligge, indtil ens teorier er blevet tilstrækkeligt udviklede til at rumme det.

Det er nødvendigt at overveje lidt nøjere, hvordan Ampères og de la Rive's iagttagelser kan forklares ud fra moderne forudsætninger. Det er på forhånd klart, at deres egen forklaring må forkastes; en konstant strøm i spolen vil ikke fremkalde elektriske strømme eller magnetiske virkninger i kobberingen. En mulig forklaring er, at det er selve bevægelsen af hestekomagneten henimod ringen, der frembringer en induceret strøm i denne; og at ringens bevægelse skyldes vekselvirkningen mellem denne inducerede strøm og feltet fra hestekomagneten. Hvis man forsøger at eftergøre eksperimentet, opdager man, at ringen altid drejer sig væk, når man nærmer hestekomagneten til dens ene side; og at denne drejning er fuldstændig uafhængig af, om der går en strøm i spolen eller ej. Hvis man omvendt begynder med at holde magneten i ro nær ved ringens ene side, og derefter trækker magneten bort, vil ringen dreje sig, så den søger at følge med magneten. Disse iagttagelser stemmer godt overens med Lenz's lov. De er derimod i modstrid med A. de la Rives bemærkning om, at man så ringen 'snart bevæge sig fremad mellem magnetens to grene, snart derimod blive frastødt af dem, i henhold til strømme's retning i de omgivende ledere.' Denne bemærkning passer bedre med en anden mulighed: at man først placerer hestekomagneten i stilling, bringer ringen i ro og derefter sender en strøm gennem spolen. Der induceres da i ringen et strøms-tød, hvis retning afhænger af strømretningen i spolen, og som derfor kan få ringen til at bevæge sig som beskrevet af de la Rive.

Til slut en bemærkning om sprogbrugen: i citaterne har jeg oversat det franske ord 'influence' enten ved 'indflydelse' eller ved 'influens'. I 1831 benyttede Faraday det engelske ord 'induction', og denne sprogbrug har holdt sig. I begge tilfælde stammer ordvalget fra elektrostatikken. I datiden ville en fransmand betegne fordelingsladninger som frembragt 'par influence', medens en englænder ville sige, at de var frembragt 'by induction'. Sprogbrugen er et godt udtryk for det fælles træk, at både fordelingsladninger og inducerede strømme opstår i et legeme, der ikke er i direkte kontakt med det legeme der fremkalder dem.

Litteratur

Kilder:

Collection de mémoires relatifs à la physique, publiées par la Société Française de Physique, tome II, Paris 1885.

L. Pearce Williams, ed.: *The Selected Correspondence of Michael Faraday*, Cambridge 1971.

Sekundær litteratur:

Christine Blondel: *Ampère et la création de l'électrodynamique*, Paris 1982.

Ole Knudsen: *Elektromagnetismens historie 1820-1831 og Faradays opdagelse af induktionen*, Gyldendal 1980.

L. Pearce Williams: *Michael Faraday. A Biography*, London 1965.

MILJØASPEKTER VED SUPERSONISK FLYGING

K. Jostein Knutsen

Lydmursmell generelt

Med machtall M (eller bare mach) for et objekt forstår man forholdet mellom den relative hastighet v som objektet har i forhold til en luftstrøm og lydhastigheten u .

$$M = v/u$$

Dersom M er mindre enn 1, sies objektet å bevege seg med subsonisk hastighet, er M omtrent lik 1 beveger legemet seg med transonisk hastighet, og er M større enn 1 er bevegelsen supersonisk.

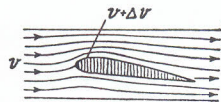


Fig. 1.

På fig. 1 ligger strømlinjene over vingen tettere sammen enn foran og bak, følgelig vil strømningshastigheten være større på oversiden enn ellers. Tenker man seg at den relative strømhastighet v øker, vil den relative hastighet $v + \Delta v$ over vingen først nå lydhastigheten u . Det machtallet som man da får, kalles det kritiske machtall:

$$M = v/u = (u - \Delta v)/u = 1 - (\Delta v/u).$$

Når det kritiske machtall nåes, dannes en sjokkbølge. Det kritiske machtallet kan økes på to måter: enten ved å gjøre vingen tynnere eller ved å bruke tilbakestrøkne vinger. Strømningshastigheten normalt på vingen blir da mindre.

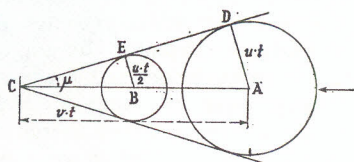


Fig. 2.

På fig. 2 beveger et legeme seg med supersonisk hastighet v fra høyre mot venstre. I løpet av tiden t er avstanden AC tilbakelagt, og den lydbølgen som ble dannet da legemet befant seg i A , danner nå en kule med radius $u \cdot t$. Dersom man nå tenker seg lagt tangenter fra punktet C til alle de kuler som lydbølgene danner på veg fra A til C , fremkommer en kjegleflate, den såkalte machkjeglen. Med machvinkel forstås kjeglens halve toppvinkel. Kjeglens generatriser kalles for machlinjer. Den lyd som legemet frembringer, vil ikke høres utenfor machkjeglen. Dersom de trykkforandringer som frembringes er store, får man sjokkbølger som forplanter seg med større hastighet enn lydens. Dette vil gi en større machvinkel, og en machkjegle med ujevn overflate.

Et fly som beveger seg med supersonisk hastighet, vil være omgitt av et meget komplisert system av sjokkbølger. Men disse vil i noen avstand fra flyet bare gi to bølger, baugbølgen (bow wave) og halebølgen (tail wave). Fig. 3 viser baugbølgen og halebølgen.

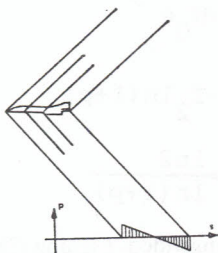


Fig. 3.

Som man ser av den grafiske framstillingen av trykkvariasjonene på figuren, tegner disse opp en N. P.g.a. dette betegnes da også dette bildet som en N-bølge (N-wave). De to sjokkfrontene bevirker at øret ofte vil høre to smell, men er avstanden mellom sjokkfrontene liten, vil ikke øret kunne skjelle de to smellene fra hverandre.

Sjokkbølgene vil være omtrent rotasjonssymmetriske om flyets fartsretning slik at man ikke bare vil høre smell like under flyet, men også til side for flyet (slik som antydnet på fig. 4.)

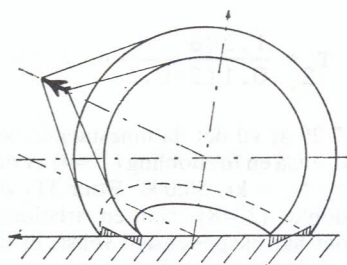
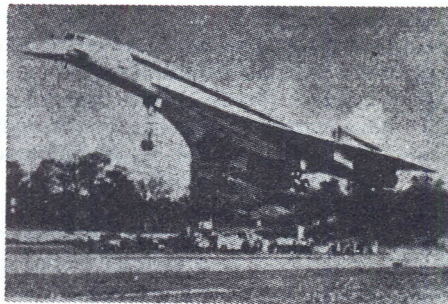


Fig. 4.

Smellene avtar raskt i intensitet med avstanden fra flyet, men likevel må man gjøre regning med at de kan være sjenerende i et 100 km bredt belte. Størrelsen av overtrykket i N-bølgen avhenger av flyets masse, størrelse, form, hastighet og høyde.

Miljøspørsmål

Det har i de senere årene vært ført en livlig diskusjon både i fagpressen og i dagspressen om hvilke farer og ulemper supersonisk flyvning medfører, da spesielt om overlydsflyene tas i bruk i sivil lufttrafikk. Og problemet er også blitt tatt opp av politikerne. Det er nok å minne om de planene Danmark, Norge og Sverige hadde om å få vedtatt et forbud (på FN's miljøvernkonferanse i Stockholm) mot all bruk av overlydsfly i sivil luftfart til man fikk undersøkt nærmere hvilken virkning slike fly har miljømessig sett.



Concorde ved «take off».

Nesten alle er enige om at støyen nødvendigvis må bli sjenerende om flyene beveger seg med supersonisk hastighet over befolkede områder. Og sjokkbølgene vil f.eks. kunne ødelegge bygninger. Det er derimot delte meninger om hvilken innvirkning flyenes eksos vil ha på ozonet i stratosfæren. Ozonet absorberer som kjent det meste av det ultrafiolette stråling i sollyset slik at det lyset som når jordoverflaten er ufarlig. Eksosen bryter ned ozonmolekylene til vanlige oksygenmolekyler, og hvis dette skjer i stor målestokk vil den ultrafiolette strålingen som menneskene utsettes for kunne bli farlig.

Eksosen vil også danne kondensstriper. De vil i stor høyde kunne bli flere kilometer lange og omlag en kilometer brede. Blir det tett i tett av dem, vil dette ha betydning for sollyset som når frem til jorden, og således bevirke en klimaforandring.

Sikkerhetsspørsmål

Flere vitenskapsmenn mener at supersonisk flyvning i seg selv er forbundet med større fare enn subsonisk (mindre enn lydhastigheten) flyvning. Den svenske forskeren Bo Lundberg som regnes som en av verdens fremste eksperter når det gjelder flysikkerhet, mener således at det er fire hovedgrunner som gjør supersonisk flyvning farligere enn subsonisk.

For det første må et supersonisk fly både fly subsonisk og supersonisk. De lovene som gjelder i det subsoniske området er forskjellige fra de som gjelder i det supersoniske området. Dette gjør at konstruksjonen av det supersoniske flyet blir mere komplisert. I Concorde, f.eks. må en pumpe brensel frem eller tilbake, luftinntakene må varieres og det som er mest iøyenfallende, helningsvinkelen på nesepartiet må varieres. Forandringene som foretas øker faren for uhell.

For det andre blir den aerodynamiske oppvarmingen større, og dette setter større krav til det materialet flyet er laget av og til kjølesystemet.

For det tredje er det supersoniske flyet mere følsomt for dårlig vær. Man kan jo bare tenke seg hvilken kraft haggel treffer et slikt fly med. Det byr også på problemer å legge om kursen for å unngå dårlig vær. Av økonomiske hensyn er det nødvendig å operere med et minimum av reservebrensel.

For det fjerde er det foretatt en masse tekniske forandringer. Selv om hver enkel forandring er testet slik at de farene man kan forutsi blir minst mulig, er ikke de uforutsette farene fjernet. Og det er de tilfeldige sammentreff av uheldige omstendigheter som skaper de fleste ulykkene, og mulighetene for tilfeldige uheldige sammentreff øker raskt med antall tekniske forandringer.

Det er meget vanskelig å avgjøre hva som er riktig og hva som er galt i det store materialet som er lagt frem om supersonisk flyvning. At supersonisk flyvning kan være farlig vitner ulykken med det sovjetiske TU-144 flyet utenfor Paris om. Det som er meget betenkelig i denne sak er at ikke alle land har tid til å vente med å ta de supersoniske flyene i bruk før man vet hvilken virkning de vil ha miljømessig sett.

Ref.:

Iver Brevik og Jostein Knutsen: Aerodynamikk.
Tiden Norsk Forlag, 1982.

EKSPONENSIELL VEKST - HVA ER DET?

*Asbjørn Solheim **

1. Innledning

Et uttrykk som en nesten daglig ser og hører i massemedia er at forbruket av den og den ressurs vokser eksponensielt. Hvordan oppfatter vi som seere/hørere dette utsagnet? Er dette en informasjon som folk flest har like klare forestillinger om som f.eks. en opplysning om at det er -40°C på ett eller annet sted i Norge? Et slikt temperaturvarsel fører til at folk på andre steder sier uff og uff, stakkars folk som opplever noe slikt. Med andre ord: Folk føler intuitivt en opplysning om temperatur, men artikkelforfatteren tviler sterkt på at en opplysning om at noe vokser eksponensielt fører til klare intuitive forestillinger.

Denne artikkelen vil prøve å klarlegge begrepet eksponensiell vekst, og ta for seg noen typiske eksempler på slik vekst. Til slutt omtales et forsøk til belysning av begrepet.

2. Definisjon. Eksempel

Når en mengde N_0 , f.eks. et bankinnskudd med fast innskuddsrente $p\%$ pr. år, får stå urørt, så vil det beløp som over tid står på bankkontoen vokse på grunn av rente og rentesrente. Etter n år vil det beløp som står i banken være gitt ved

$$N = N_0 (1+p)^n = N_0 e^{n \cdot \ln(1+p)} \quad (1)$$

Av (1) ser vi at N 's vekst er gitt ved en eksponensialfunksjon. En sier derfor at bankkontoen har eks-

ponensiell vekst. *Det essensielle ved eksponensiell vekst er altså at mengden, i dette tilfelle bank-kontoen, øker med en bestemt brøkdel pr. tidsenhet.* Etter et bestemt antall år $n = T_2$ er $N = 2N_0$, med andre ord at mengden er fordoblet. Altså:

$$\begin{aligned} 2N_0 &= N_0 e^{T_2 \ln(1+p)} \\ \ln 2 &= T_2 \ln(1+p) \\ T_2 &= \frac{\ln 2}{\ln(1+p)} \end{aligned} \quad (2)$$

T_2 kalles for doblingstiden. Ligning (2) er det eksakte uttrykket for doblingstiden, men med god tilnærming kan T_2 skrives

$$T_2 = \frac{1.386}{p(2-p)} \quad (3)$$

For $p=10\% = 0.1$ er feilen i T_2 beregnet etter (3) mindre enn 3‰.

Eksempel: Bankinnskudd på kr. 50.000 med 10% rente pr. år vil være øket til kr. 100.000 etter:

$$T_2 = \frac{1.386}{0.1(2-0.1)} = 7.29 \text{ år}$$

Etter nye 7.29 år vil det da innestående beløp være kr. 200.000, altså en firedobling ($2^2=4$) av det opprinnelige beløp $N_0 =$ kr. 50.000. Etter $3T_2$ vil beløpet være åttedoblet ($2^3=8$). Når en arbeider med en mengde som har eksponensiell vekst, er det derfor naturlig å snakke om en vekst i potenser av tallet 2.

3. Noen eksempler på eksponensiell vekst

a. Legenden om oppfinnere av sjakkspillet ⁽¹⁾

Legenden går ut på at sjakkspillet ble oppfunnet av en matematiker som arbeidet for en oldtidskonge. Kongen ønsket å belønne matematikeren for oppfinnelsen og spurte han hva han ønsket seg. Matematikeren ba da om å få den mengde hvetekorn som fremkom på følgende måte: Kongen skulle legge et hvetekorn i den første ruten på sjakkbrettet. I rute nr. 2 skulle han legge to hvetekorn, altså det dobbelte av det i rute 1. I rute nr. 3 skulle han så legge fire hvetekorn, m.a.o. dobbelt av det i rute 2. Slik skulle kongen doble innsatsen oppover i alle de 64 rutene på sjakkbrettet. I rute nr. 64 ville antall korn være 2^{63} . Oppbyggingen av dette antallet er fremstilt i Tabell 1:

*) Fysisk Institutt, AVH, UNIT

Tabell 1. Oppfylld av sjakkbrettet

Rute nr.	Antall korn i hver rute	Totalt antall korn etter hvert
1	1	1
2	$2=2^1$	$3=2^2-1$
3	$4=2^2$	$7=2^3-1$
4	$8=2^3$	$15=2^4-1$
5	$16=2^4$	$31=2^5-1$
6	$32=2^5$	$63=2^6-1$
7	$64=2^6$	$127=2^7-1$
.	.	.
64	2^{63}	$2^{64}-1$

Hvor mye er egentlig 2^{64} hvetekorn? Etter ⁽¹⁾ er dette tilnærmet 500 ganger hele verdens hveteproduksjon i 1976!! Om matematikeren mistet hode sitt på grunn av det ublue krav, sier legenden ingenting om.

Av tabell 1 ser vi også et annet vesentlig trekk ved eksponensiell vekst. Etter at rute 4 er oppfylt med 8 korn ser vi at dette antallet er mer enn summen av det som tidligere var lagt i rutene 1, 2 og 3. Altså: *For hver gang en doubler innsatsen i en rute vil totalkvantumet på brettet bli mer enn fordoblet.*

b. Oljeforbruket i 1950- og 1960-årene

I en tale den 18. april 1977 sa daværende president Carter til det amerikanske folk ⁽¹⁾:

«And in each of these decades (the 1950's and 1960's), more oil was consumed than in all of man's previous history combined».

Det president Carter sa var altså at oljeforbruket i disse årene hadde eksponensiell vekst med en fordoblingstid $T_2 = 10$ år. Benyttes ligning (3) finner vi at den prosentvise økningen blir $p \approx 7\%$ pr. år i disse 10-årene. Med utgangspunkt i det vi så i punkt 3a betyr dette, som Carter sa, at oljeforbruket i 10-året 1951-60 var like stort som summen av alt tidligere oljeforbruk opp til 1951. Det samme skjedde i 10-året 1961-70 slik at forbruket i dette 10-året var like stort som summen av alt forbruk før 1961.

Heldigvis har forbruket av olje blitt avdempet i 1970- og 1980-årene, men fortsatt er det vel en svak vekst som da medfører at dobblingstiden blir lenger.

c. Forbruket av elektrisk energi i Norge

Den 27/12-84 opplyses det i «Adresseavisen» at forbruket av elektrisk energi i Norge var steget med 5.5% siste året til 98 milliarder kilowatt-timer (TWh). Dersom en forutsetter at denne veksten holder seg konstant i 1980- og 1990-årene, betyr det at Norge i løpet av ca. 13 år, altså fra og med 1984 til og med 1996, må bygge ut sin kapasitet for produksjon av elektrisk energi til nesten *det dobbelte av hva vi hadde i 1983*, dvs. til ca. 186 TWh utregnet etter ligning (3). Artikkelforfatteren tar ikke standpunkt

til om det er mulig eller ønskelig med en slik utbygging, han bare konstaterer at under de gitte betingelser vil behovet for utbygging bli slik som nevnt.

d. Oppblomstring av en bakteriekultur

Mange sydenreisende har fått ødelagt sin ferietur ved angrep av bakterier av ulike slag som de har fått i seg gjennom den maten de inntar. Her skal vi ta for oss en bestemt bakterie, den såkalte E.coli-bakterien med en dobblingstid på ca. 20 min. Sykdomsbildet som følge av denne bakterien må, av gode grunner, overlates til legene å gjøre rede for, men som eksempel på eksponensiell vekst under oppblomstringsprosessen egner E.coli-bakterien seg ypperlig.

La oss stille problemet slik: En turist får i seg 1 slik bakterie kl. 12.00, hvor mange bakterier vil det være i turistens tarmkanal kl. 18.00? Kl. 12.20 er der 2 E.coli-bakterier, kl. 12.40 er der $4=2^2$, kl. 13.00 er der $8=2^3$, kl. 14.00 er der 2^6 bakterier og kl. 18.00 er der 2^{18} E.coli-bakterier til stede. Dette betyr at på 6 timer har den ene bakterien ved deling formert seg til $2^{18}=262.144$, altså ca. 1/4 million. Hvor syk turist er på dette tidspunkt må legen bedømme, men kommer ikke turist snart under kyndig behandling vil bakterietallet raskt øke til mange millioner.

Tilsvarende eksempler på eksponensiell vekst som er nevnt under 3a, 3b, 3c og 3d kan en finne overalt. Tenk bare på lønninger, bruttonasjonalprodukt, oppblomstring av lemen i et «lemenår», jordens befolkning osv, osv. Det en må vite for å løse et problem med eksponensiell vekst er altså *enten* den prosentvise økningen *eller* dobblingstiden. Med en av disse opplysningene er problemet løst ved bruk av ligning (3).

4. Forsøk til belysning av eksponensiell vekst

a. Forberedende informasjon

Forsøket er ment å gi studenter en intuitiv forestilling om hva begrepet eksponensiell vekst innebærer. Skal studentene virkelig *forstå* begrepet, må de være kjent med begrepet *logaritme*, slik at de kan følge tankegangen i kapittel 2. Elever i dagens videregående skole er dessverre avskåret fra å følge denne tankegangen, i og med at opplæring i begrepet logaritme er tatt ut av pensum. Det er egentlig fantastisk at dagens pensum i den videregående skole hindrer elevene i å forstå betydningen av et dagligdags begrep. Det er likevel mulig at gymnasiaster kan få en viss føling med begrepet ved å gjennomføre forsøket, men da bør de forberedes så mye at de kan godta ligning (3) som uttrykk for dobblingstiden. Dette kan gjøres ved at de regner på rente og rentesrente av et beløp, f.eks. kr. 50.000, som står urørt i banken i 7 år med rente 10.45% pr. år. På 7 år vil de da komme ut med et beløp på kr. 100.260, som er innenfor de feilgrensene som er oppgitt for ligning (3). På analo-

gibasis burde de da kunne godta at beløpet kr. 100.000 også vil bli dobbelt så stort i løpet av nye 7 år med samme prosent rente pr. år. Dette betyr da at grunnbeløpet $N_0 = \text{kr. } 50.000$ er firedoblet ($4=2^2$) i løpet av $(7+7)$ år. Tar en enda en doblingstid på 7 år, så vil elevene kunne være med på at vi da har oppnådd en åttedobling ($8=2^3$) av grunnbeløpet.

b. Selve forsøket

Studentene, eventuelt elever i den videregående skole, deles inn i grupper på 4-6. Med bakgrunn i det som er nevnt i 4a, stilles gruppen overfor følgende forsøk:

Utrustning:

Plastkar som rommer minst 17l og som er avmerket for akkurat 17l. Pipette, måleglass og kolber i varierende størrelser, stoppeklokke.

Oppgave:

Start med å legge 1 dråpe vann fra pipetten ned i det tomme plastkaret. Etter 10 sek. legges 2 dråper i karet, og etter ytterligere 10 sek. tilføres karet 4 dråper. Doblingen av vandrdråper fortsettes hvert 10. sek. Mål tiden som brukes for å fylle karet opp til 17 l's merket.

Studentene må gjerne sette igang uten å forberede forsøket nærmere, men de vil da snart oppdage at de er nødt til å ta seg en tenkepause for å legge opp en strategi for gjennomføringen, i det det er umulig å fylle på f.eks. 1000 enkeltdråper fra pipetten i løpet av 10 sekunder. La studentene organisere gjennomføringen mest mulig på egen hånd før de setter igang med forsøket på nytt. Lærerens jobb må først og fremst være å stille til rådighet den utrustning som studentene har behov for f.eks. en bøtte på 8-10 l sammen med nok utvalg av måleglass og kolber.

Det kan synes som om det vil ta en evighet å fylle opp karet til 17 l's merket ved å starte med en dråpe fra en pipette. I virkeligheten tar det bare 3-4 minutt (avhengig av hva slags pipette som brukes) når arbeidet er godt organisert slik at doblingstiden på 10 sekunder blir nøye overholdt. Resultatet vil nok forbaure alle studentene, og denne forbauselse gir grobunn for å diskutere andre ressurser som forbrukes eksponensielt voksende, f.eks. noen av de tilfellene som er nevnt foran.

Forsøket vil, foruten å vise eksponensiell vekst, også gi studentene øvelse i omregning av metriske størrelser i forbindelse med organiseringen og utførelsen av forsøket. Forsøksresultatene i form av tid og antall dråper kan også danne utgangspunkt for en grafisk fremstilling av eksponensiell vekst. Men her møter studentene/elevne temmelig snart på store praktiske vansker dersom de bare er kjent med grafisk fremstilling på vanlig lineært millimeterpapir. Dette at studentene/elevne innser at dimensjonen av millimeterpapiet langs ordinataksen må være av størrelsesorden 100 m, skulle moti-

vere dem til å lære seg bruk av semilogaritmisk grafisk fremstilling. Forsøket gir dermed innblikk i flere viktige begreper og hjelpemidler som er aktuelle i fysikk.

REFERANSER:

1. Albert A. Bartlett, Am. J. Phys. 46, 876 (1978).
2. Fred Golberg and James Shuman, The Physics Teacher, oktober 1984.

PUBLIKATIONSKOMITTÉN INOM EPS

En del av arbeidet inom Europeiska Fysikersamfundet (EPS) bedrivs inom de s.k. rådgivande komitéerna, av vilka den som sysslar med publiceringsfrågor är ett exempel. De senaste sammanträdena har hållits i Genève i november 1984 och i Berlin i mars 1985. Bland ledamöterna finns representanter för EPS' olika sektioner liksom företrädare för de största tidskriftsförlagen (North-Holland t.ex.) och det brittiska Institute of Physics. För närvarande leds komittén av J M Araujo från Oporto - han efterträdde för bara några månader sedan G Eilenberger från Jülich.

Ett av skälen till att upprätta publiceringskomittén var att bevaka området för EPS' del: ta initiativ till egna tidskrifter och följa utgivningen av dessa men även att komma med förslag till sanering i tidskriftsfloran i Europa, i den mån detta var möjligt. Som ett exempel på initiativ i strävan att undvika onödiga dubbleringar kan nämnas att man lyckats smälta ihop två tidigare s.k. Letter Journals, utgivna i Frankrike och Italien, till en: Europhysics Letters, som beräknas utkomma med sitt första nummer i januari 1986.

Etiketten «Europhysics Journal» som år 1980 tilldelats 32 tidskrifter efter särskild prövning, innebärande kontroll av om vissa kriterier var uppfyllda, har diskuterats livligt vid de senaste sammanträdena. Komittén beslutade i mars, att föreslå EPS Council, att man skulle upphöra med tilldelningen av denna etikett och att dra in den från år 1987 på de tidskrifter, som har den för närvarande. Undantagna skulle vara EPS' egna tidskrifter och sådana där EPS har ett dominerande inflytande på redationell nivå. Det ansågs inte klart, att tilldelningen av denna etikett betytt någon kvalitetsgaranti, och faktum är att några av de ledande fysiktidskrifterna i Europa aldrig intresserat sig för att tas upp i kategorin Europhysics Journals.

Gunnar Tibell i Fysik-Aktuellt

DATAMASKINEN I NORSK FYSIKKUNDERVISNING

*Herman Ruge *)*

[Denne artikkelen er skrevet for «Europhysics Education News».]

EDB-teknikken kom tidlig til norske fysikkstudenter. I 1952 kjøpte NTNf en Apex computer fra krytallograferen dr. Boothe i England, forbedret den endel, kaldte den Nuss, og plasserte den i fysikkbygningen på Blindern. Dens regnefart og 512-ords hukommelse var imponerende, den tiltrakk seg store regnearbeidere i kjemi, økonomi og fysikk og stimulerte studentenes interesse for EDB. Mange tok hovedoppgaver i denne retningen, og Fysisk institutt ga også etterhvert en allsidig undervisning i kybernetikk. Idag, noen tiår og mange maskingenerasjoner etter, kan vi nok si at fysikklærerne kunne få med seg ganske mye datakunnskap fra sin studietid i 60- og 70-årene.

Det ble også fysikklærerne som bragte datamaskinen inn i gymnasene, ikke i fysikktimene, men i matematikken. Våren 1968 la vi planene for hva vi skulle bruke dem til. All tidligere skolematematikk tok sikte på å unngå større regnearbeid, og det var et problem å finne interessante og forståelige elevoppgaver som virkelig rettferdiggjorde bruken av datamaskiner. Vi vendte oss da mot simuleringsteknikken, med skrittvis beregning av tilstanden i dynamiske prosesser, fra en startverdi. Vi brukte helt elementære prosesser, som en stein som faller i luft og vind, utbredelsen av en smittsom epidemi, - hvor mange blir syke imorgen? Mest avansert var simuleringen av Kepler-bevegelsen til en planet rundt sola. Alle disse prosessene kunne bli gjennomgått og programmert av elever og lærer i fellesskap, med ganske elementær matematikk, men med et profesjonelt tilsnitt. Det var ikke bare trening i matematikk og programmering. Kjøring av programmene med forskjellige startverdier og parametre ga en helt ny følelse med prosessene, og av sammenhengen mellom matematisk modell, datamaskin og den natur som ble avbildet. Hvilket skolefag hørte så dette til? Fysikk, matematikk eller informatikk? Oppgavene var lærerike for alle tre, men også perifere innen dem alle. Og derfor er de da heller ikke så mye brukt i dagens norske skole.

De tidlige EDB-maskiner ble primært brukt til fysikkberegninger, tildels direkte in-line med f.eks. Geiger-tellere og andre måleutstyr. Dette ble også et forbilde for skolen, og alt i 1969 kom det igang en norsk produksjon av elementære logikksimulatorer til bruk i skolens undervisning i matematisk logikk (Boolsk algebra), i dataundervisningen, og til styring av f.eks. fallforsøk i fysikken. Senere har det kom-

met langt mere avanserte komputerstyringer av laboratorieforsøk i fysikk, og flere kommer stadig. Det går imidlertid ganske tregt å få slike systemer i bruk, og det er grunn til å stille spørsmål om hva som er fysikkundervisningens og elevenes egentlige behov på dette området.

I 1974 kom det en ny type datamaskin som nesten øyeblikkelig og uten planlegging fant veien inn i alle fysikktimer. Det var lommeregneren. Denne «data-behandlingens sykkel» hadde en begrenset oppgave og trengte ingen forandringer i undervisningsformer, lærebøker eller skolebudsjetter. I 1979 ble den tillatt til eksamen både i fysikk og matematikk, og er nå et påbudt hjelpemiddel. Også de programmerbare er tillatt, men uten alfanumeriske tastaturer.

Lommeregnerne har selvfølgelig forandret arbeidssituasjon for fysikkelevne, mindre tid går med til tallregning, og ganske store regnearbeidere kan gjøres unna på kort tid. Men tatt i betraktning at alle elevene nå sitter med hver sin private regnemaskin som etter eldre mål har enorm regnekapasitet, er det påfallende små forandringer i både matematikk og fysikkundervisning. Lommeregneren selv har heller ikke blitt noe objekt for undervisningen, - hva den godt kunne fortjene. En ting er imidlertid klart: Lommeregneren er datamaskin nummer en i norsk fysikkundervisning i 1985.

Med 1980-årene kom mikromaskinene flomende inn over hele samfunnet, også til elevenes fritid, og de ble vanlige i skolen. Først og fremst ble de brukt til det elementære og frivillige valgfaget databehandling, som med to uketimer i et år hadde fungert siden 1969. Nå fikk man også et videregående linjefag, på siden av matematikk og naturfag. Myndighetene våkner til dåd og gjennomfører en mild standardisering av skolemaskiner, til en norsk og en svensk modell. Også databehandlingens profesjonelle oppdager skoleundervisningen for alvor, og liker ikke hva de ser. Fysikk og matematikklærerne, som lenge har holdt en tigger i halen, må slippe taket. Datafaget må bli mindre «matematisk» og mere samfunnsrettet, mere rettet mot store programsystemer og Pascal, mindre småprogrammering i Basic. Dette var en naturlig utvikling. Universitetets institutt for informatikk, som ble startet i 1977 på basis av fysisk institutts kybernetikkavdeling og NTNf-instituttet Norsk Regnesentral, var nå blitt en mektig og ekspansiv kraft og ville selvfølgelig delta i styringen av skolefaget, og også heve dets faglige nivå. Men virkningen på helheten i skolen f.eks. på samarbeidet med fysikken, kan bli mere tvilsom. Få av deres studenter vil bli skolefolk.

Det er to måter å bruke datamaskinen på i almen-skolen. Man kan legge vekten på elevenes arbeid med å lage egne programmer, fra analyse og strukturering av et problem, og til et ferdig utprøvd program. Programmene må nødvendigvis bli korte og primitive, men ikke derfor trivielle. Tildels må de

*) Forsøgsgymnasene i Oslo.

også bygge på noen enkle og innlærte standardstrukturer. Enkle keplersimuleringer kan foregå på denne måten, med programmer som er gjennomsiktige for eleven, og kanskje 10-50 linjer lange. Eller man kan basere seg på profesjonelle, ferdigkjøpte standardprogrammer, med forskjellige variable parametre. For mange anvendelser i skolen, særlig i ikke-matematiske fag, er dette det realistiske. Det er også denne retningen som dataprofesjonen selv arbeider langs. Men i fysikken er dette en risikabel linje. Dagens fysikk er sterkt integrert i datateknikken. Prosess-simulering og in-line datamaskiner er vanlig arbeidsteknikk. Dette er derfor også et viktig lærestoff, som elevene kan ha glede av å forstå til bunns. Fjerner man dette poenget, med et ferdigkjøpt, perfekt og uforståelig program, så fjerner man samtidig et viktig argument for å bruke datamaskinen. Et ferdigkjøpt program som tegner keplerbaner på skjermen kan ha mindre verdi enn en god skolefilm.

Mange norske fysikklærere har gjort et godt arbeid med datamaskiner i fysikkundervisningen, til simulering og større regneprosjekter, til styring og data-logging, og til spørsmål og svar. Men neppe noen har gjort det til en viktig og vanlig del av undervisningen. Det er flere grunner til dette. Datamaskinene mangler, eller er ikke for hånden, skjermene er for få eller for små, arbeidet er ikke direkte relevant for eksamen, dagens programmer er «for dårlige». Og alt dette er sant. men det er også en dypere årsak: Fysikk er et naturfag, og fysikklærere vil heller vise elevene virkelig fysiske fenomener enn deres matematiske modeller på en skjerm. Norsk skolefysikk arbeider med økende stoff, i retning av kjerne- og astrofysikk, og med femdagers-ukens reduserte arbeidstid. Vi har liten tro på datamaskinens muligheter til å lære elevene mere fysikk på kortere tid. Datamaskinene vil sikkert få mange roller å spille i fysikkundervisningen, særlig i datarelaterte emner, men disse vil også avhenge av utviklingen i nabofagene matematikk og informatikk og programmenes evne til varig aktivisering av elevene.

Experiences from the Teaching Abroad Project

*L. Silverberg *)*

The «Teaching Abroad» project was initiated by Lennart Samuelsson from Linköping, Sweden, who was then the chairman for ACPE. Originally the

*) Universitetet i Lund.

project was intended to take the form of the exchange of two university lecturers for at least a term. The original idea has now developed so that a teacher normally spends 2 or 3 months at a foreign university and retains his salary from his home university, while the host university pays for his travelling and living expenses.

Naturally, Sweden became involved in the Teaching Abroad project and we in Lund were especially favoured perhaps because, of all the Swedish universities, Lund is closest to Europe.

In 1980 Prof. A. Stuart Mc Kirdy from Edinburgh spent two months in Linköping and then two more in Lund.

In Lund he engaged himself in student laboratory work and developed a fine demonstration of the ratio e/m . He also gave a greatly appreciated seminar with the title «the Physics of Golf».

Similarly Prof. Franciszek Kaczmarek, from Poznań in Poland, spent two months in Lund in the autumn of 1983. He worked with the development of a new course in electricity for highschool teachers and with the laboratory work associated with the introductory course in physics. He also introduced a special experiment to demonstrate the different forms of energy emitted by an incandescent lamp.

Prof. Karl Luchner from Munich, West-Germany, will spend April and May, 1985, in Lund. He will devote most of his time to courses in solid state physics and to the experimental work of the students and has already introduced us to some very interesting and illuminating ways of demonstrating lattice structure and we are sure that we will learn a lot from him about physics teaching.

Generally our experiences from the visitors we had have been very positive, and we are surprised that the Teaching Abroad project has not been more exploited by European physics teachers.

It is very inspiring to work with a teacher from a completely different background. He will always have some new approaches to the problems, and we have learned something new from all our visiting physicists, that has introduces lasting changes into our teaching. The students have been very positive to the radical change a foreign lecturer gives, and it should be noted that they especially appreciated the chance to practice their English.

The most profitable part of this project may well be the informal discussions we have had during coffee and lunchbreaks. We have discussed and compared the physics curricula in our home countries, and have exchanged literature and suitable problems for examinations etc.

We have the impression that the visiting lecturers have, in turn, enjoyed their stay in Sweden and have returned to their own universities with some new knowledge and new ideas which will positively affect the teaching at their home university.

ERFARINGAR FRÅ TILVALSTOFF I FYSIKK

Einar Oterholm *)

Tankar omkring tilvalstoffet.

Pensumet i fysikk har i fleire år vore delt i kjerne-
stoff og tilvalstoff. Til tilvalstoffet står elevane og
læraren heller fritt i val av tema til fordjupning.

Det er sider ved måla for fysikken som kjem lite
fram i den ordinære undervisninga i kjernestoffet.
Slike sider har eg freista fått fram, både i val av stoff
og i arbeidsmåtar med tilvalstoffet.

Eg synes det er viktig at elevane får innsyn i at
fysikken *også* omfattar tilhøve *utanfor laboratoriet*
og *fysikkbøkene*. Dei må t.d. bli klar over at når
fysikaren og politikaren snakkar om *energi*, så snak-
kar dei eigentleg om same begrepet.

For å oppnå dette har eg funne det hensiktsmessig
å legge vekt på ein *kvalitativ betraktningssmåte* av
fenomena og tilhøva. Dersom ein skal forklara eitt
eller anna for andre, så må ein forstå det sjølv først.
Dette har ført til at eg har lagt vekt på at elevane
skulle *presentera* hovudmoment i tilvalstoffet sitt.

Konstruktivt samarbeid har ofte vist seg å føra til
lange steg framover. Men slikt samarbeid må lærast
- ellers har det lett for å bli samrot.

Forberedelsene til arbeidet.

Elevane har sjølve bestemt kva for tema dei ville
arbeida med. Men eg kan ikkje nekte for at eg til ein
viss grad har påverka valet.

Valprosessen har oftast starta med at eg presen-
terte ei liste over aktuelle tema. Denne lista omfatta
både utdjuping av tradisjonelt stoff og meir utradis-
jonelle tema - noko som lista som følger vitnar om.
Eg kommenterte i generelle vendingar om kva eg
meinte innhaldet i dei forskjellige tema burde omfat-
ta. I tillegg vart elevane sterkt oppfordra til sjølve å
koma med forslag. Elevane har ikkje vore flinke til
å koma med eigne forslag. Etter lang tids modning
(2 - 3 - 4 mnd.) bestemte elevane seg for tema.

Når valet var gjort, har eg laga forslag til disposi-
sjon med litteratur, forsøk, arbeidsmetodar og
aktuelle problemstillingar. Eg skaffa også nødvendig
litteratur og utstyr.

Sidan skoleåret 77/78 har eg saman med elevane
mine eksperimentert med desse tema:

77/78 - 2Fy - vindenergi	- 6 elevar
solenergi	- 5 elevar
78/79 - 3Fy - energikjelder, miljø	
energipolitikk	25 elevar
79/80 - 2Fy - romfart	- 2 elevar
økofysikk	- 3 elevar
kornmalingshistorie	- 7 elevar

*) Tingvoll VGS.

80/81 - 3Fy - vasskraft	
bølgefysikk	- 6 elevar
solenergi	
81/82 - 2Fy - varmepumpe	- 6 elevar
hudtemperaturen	- 7 elevar
82/83 - 3Fy - varmepumpe	- 3 elevar
solenergi - ovn	- 4 elevar
solenergi - biogass	6 elevar
83/84 - 2Fy - Stirlingmotoren	- 6 elevar
linser - augefysikk	- 3 elevar
84/85 - 3Fy - Atomkrig - fysikk	- 8 elevar

Arbeidet med tilvalstoffet.

Arbeidet med tilvalstoffet har stort sett gått føre
seg i grupper. I forslaget til disposisjon er rammene
for arbeidet gitt - det var no opp til gruppene sjølve
å bestemme det konkrete innhaldet i arbeidet. Læra-
ren fungerte som ressursperson og korrektiv. Møn-
stret for framdrifta i arbeidet har vore først teori -
deretter eksperiment - til slutt presentasjon. Presen-
tasjon har variert frå rapportskriving og framlegging
for medelevar, til utstilling og skriving i lokalavisa.

Evalueringa av elevane sitt arbeid har vore tradi-
sjonelt med muntlege og skriftlege prøvar og vurde-
ring av rapportane.

Erfaringar.

Når eg skal summera opp erfaringar frå desse
tilvalstoffa, vil eg starta med å fastslå at alle har vore
vellukka, men enkelte meir vellukka enn andre.
Etter kvart som elevane arbeidde seg inn i stoffet,
vart dei meir og *meir engasjerte* - vesentleg meir
engasjert enn ved den vanlege fysikkundervisninga.
Dette engasjementet gav seg t.d. utslag i at elevane
frivillig okkuperte fysikk auditoriet langt utover kvel-
dane. Fleire elevar blomstra tydeleg opp og viste
stor *skaparevne* i utforminga av plakatar, modellar
og forslag til eksperiment.

Etter kvart som elevane kom i tidsnød, vart både
organiseringa av gruppearbeidet og *samarbeidet meir*
konstruktivt. Det er tydeleg at dette er område som
krev trening for å fungere godt.

Tilvalstoffet har vist at det er mogleg å dra *nytte*
av *lokalsamfunnet* på ulike måtar, som t.d. bygging
av Savonius-rotor på ein mekanisk verkstad eller
ekskursjon til eit stort vasskraftverk.

Tilvalstoffet har vist at det er fullt mogleg å *samar-
beida på tvers av faggrensar* - er det integrering dette
så fint heiter? I vasskraftprosjektet fungerte samar-
beidet godt mellom faga fysikk, biologi, kjemi, norsk
og historie, og likeeins mellom faga fysikk, norsk og
engelsk i arbeidet med Stirlingmotoren. Det var
heilt tydeleg at elevane har oppfatta at fysikk er
mykje meir omfattande enn arbeidet med formalar og
teoriar som gjeld for forenkla modellar av naturen.

Dei har fått innsyn i at kunnskapar i fysikk kjem til nytte på mange ulike område.

Eit moment som eg finn grunn til å dra fram som ekstra interessant er dette:

Gjennom arbeidet med tilvalstoffet på denne kvalitative måten vart elevane meir klar over *behovet for vidare og grundigare skoloring i «formelfysikk»*. Denne motiverande effekten er det grunn til å merka seg.

Sett frå læraren sin synsstad har dette tilvalstoffet ført med seg eit omfattande og arbeidskrevjande forarbeid. Dei timane når elevane dreiv med litteraturstudier vart kjedelege - men det vart dei slett ikkje når vi samarbeidde i dei praktiske timane eller når vi diskuterte problem som dukka opp. Kort sagt, læraren har fått utvida horisonten sin vesentleg og han synes at tilvalstoffet har verka som herleg krydder, både for elevar og lærar.

SENTER FOR REALFAGUNDERVISNING - En foreløpig orientering

Svein Sjøberg

Ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet ved Universitetet i Oslo er det under etablering en institusjon som i en prøveperiode bærer navnet Senter for Realfagundervisning. Fakultetet har utnevnt en komite som innen utgangen av 1985 skal legge fram en plan for den videre drift og organisering av virksomheten. I det følgende gis en kort redegjørelse for bakgrunnen for dette initiativet samt en kort oppsummering av situasjonen slik den er pr. i dag.

Bakgrunn

I over 10 år har Fakultetet hatt en bred kontaktflate med skoleverket gjennom Skolelaboratoriene for Naturfagene, som har avdelinger for biologi, kjemi og fysikk. Hver enkelt avdeling er knyttet til de respektive faginstitutter. Staben består delvis av universitetsansatte, delvis av lærere fra skolen som er tilsatt på åremålsbasis, oftest for en periode på 2-3 år. De tre avdelingene av Skolelaboratoriene har til en viss grad samordnet sine virksomheter, kurstilbud, utviklings- og forskningsprosjekter. En viktig del av arbeidet har vært å gi råd og veiledning og å arrangere kurs. Dette har skjedd i samarbeid med de sakkyndige råd for skoleverket, med Statens Lærerkurs og med lokale skolemyndigheter. Etter hvert har man også begynt å spille en sentral rolle i utviklingen av realfagene i norsk skole, bl.a. ved å delta i fagplanarbeid for alle trinn i skoleverket. Denne delen av Skolelaboratoriets virksomhet har sin basis i at personalet i tillegg til kursvirksomheten også har engasjert seg i forskningsprosjekter som har tatt for

seg realfagene i skolen. Disse prosjektene har delvis vært eksternt finansiert (KUD og NAVF). Om lag 15 studenter har tatt sine hovedoppgaver i forbindelse med slike skoleforskningsprosjekter.

Selv om virksomheten har hatt et stort omfang, har den variert en god del fra semester til semester, og det har vært vanskelig å lage noen langsiktig planlegging. Dette kommer av at den eksterne finansieringen har variert, samtidig som de enkelte faginstituttene har prioritert ulikt fra tid til annen. Dette er en av grunnene til at Fakultetet ønsker en mer permanent institusjon som står mer uavhengig av de enkelte faginstituttene. Dette vil muliggjøre en mer helhetlig og langsiktig planlegging av ulike initiativ overfor skoleverket og overfor Universitetet.

Opprettelsen av Senteret må også sees i sammenheng med et ønske fra Universitets side om et sterkere engasjement overfor skoleverket, både når det gjelder grunnutdanningen av de framtidige lærere og når det gjelder videre- og etterutdanning. Kollegiets såkalte «12-punkts vedtak» er et klart uttrykk for at dette skal prioriteres.

Personale

Når driften er kommet i gang, vil det vitenskapelige personalet bestå av en amanuensis i full stilling, en amanuensis i halv stilling og en stipendiat. Administrasjonen vil bli dekket av en instituttsekretær og en administrasjonssekretær, begge i halv stilling.

Framtidige arbeidsoppgaver

Inneværende semester brukes til klarlegging og prioritering av arbeidsoppgaver, men her skisseres noen av de ideene som er framme i denne debatten:

Det er klart at ulike grupper har noe ulike oppfatninger til hvor hovedtyngden skal ligge og hvilke arbeidsoppgaver Senteret primært skal ta seg av: Er det universitetets *lærerutdanning* som er det primære, eller er det kurs, etterutdanning, fagplanarbeid, utviklingsarbeid for *skoleverket* som er det sentrale? Man må finne fram til en balanse mellom virksomhet som er *innadrettet*, dvs. rettet mot Universitetet og den undervisning som drives der, og den virksomhet som er *utadrettet*, dvs. rettet mot skoleverket.

Nedenfor er en (ufullstendig?) oppstilling av mulige framtidige arbeidsoppgaver, et utgangspunkt for den debatten som må føres i tiden som kommer:

1. *Universitetets utdanning* av framtidige lærere i realfag: engasjement i de ulike instituttene integrering av fagdidaktiske komponenter i sine emner og/eller opprettelse av et eget vektallsgivende kurs i fagdidaktikk som et felles tilbud til studenter ved fakultetet.
2. Utvikle et faglig miljø og et forum for realfagenes pedagogikk. Dette kan f.eks. skje ved at man arrangerer ukentlige seminarer og kollokvier der man tar opp aktuelle problemer, tidsskriftartik-

ler, forskningsrapporter. Til et slikt forum bør man antakelig søke å invitere folk fra de ulike fagmiljøer på Universitetet samt skolelærere, de sakkyndige råd m.fl. Gjennom de såkalte *onsdagsseminarer* har man lagt et godt grunnlag for en slik utvikling. Seminarene vil være et ledd i synliggjøring og profesjonalisering av «science education» som eget fagfelt. Det kan også være aktuelt å invitere foredragsholdere fra de mange eksisterende utenlandske fagmiljøene på dette området.

3. *Hovedoppgaver* (og dr.scient.-oppgaver?) med problemstillinger knyttet til realfag i skole eller annen undervisning. Man kan her bygge videre på den praksis som i løpet av drøyt 10 år er utviklet ved Fysisk institutt og som nylig er startet også ved Kjemisk og Biologisk institutt. En mulig modell bør antakelig baseres på et samarbeid mellom en interessert fag-veileder ved et faginstitutt og personale ved Senteret. Hovedfagpensum bør kunne bygges over en felles kjerne for alle realfagene, og bør bl.a. bygge på det emnet som er antydnet i punkt 1 ovenfor.
4. *Skoleforskning og utviklingsarbeid*. Senteret bør kunne bli en slags «paraply» for initiativ til prosjekter som angår realfagene i skolen. Gjennom ekstern finansiering (De sakkyndige råd, KUD, NAVF, NTNf(?)), vil man kunne trekke inn ekspertise som finnes i skoleverket. Ved at slik forskning koordineres gjennom Senteret, vil prosjektmedarbeidere raskt kunne få oversikt over hva som tidligere er gjort, og hvilken litteratur som finnes på området. Skolelaboratoriets og Senterets mange kurs vil gi en fin anledning til å føre informasjonen tilbake til brukerne, skoleverket. Personalet ved Senteret og Skolelaboratoriet har allerede en lang erfaring og internasjonale kontakter på dette området, og man vil kunne bygge videre på de tradisjoner som har utviklet seg.

Noen mulige problemområder:

★ *Ny Mønsterplan* vil bli klar i løpet av 1985. Den nødvendiggjør et betydelig utviklingsarbeid, som i sin tur kan bringes videre gjennom kurs og muligens publisering av undervisningsmaterieell. (Ansatte ved Senteret har deltatt i arbeidet med den nye planen, både i o-fag på barnetrinnet og naturfag på ungdomstrinnet).

★ *Nye fagplaner i videregående skole* er også under innføring og vil kreve utviklingsarbeid, metodiske veiledninger og annen form for oppfølging.

★ *Likestilling* er et sentralt utdanningspolitisk mål i Norge, og det er i realfagene at rekrutteringen er skjevst. Vårt prosjekt «Jenter og fysikk» ble finansiert av KUD, og dette følges nå opp med bl.a. lokale initiativ, arbeid i samarbeid

med forlagene osv. Prosjektet kartla en rekke årsaker til at jentene velger seg vekk fra spesielt de «harde» realfagene. Problemet vil nå kunne følges opp med utviklingsarbeid og med kursvirk-somhet.

★ «Hverdagsforestillinger» er blitt en samlebe-tegnelse på oppfatninger som ofte brukes av barn (og voksne!) til å forklare naturvitenskapelige fenomener. Disse forestillingene er ofte kvalita-tivt forskjellige fra de vitenskapelige men de er ofte stabile, alment utbredte og aksepterte og brukes så konsekvent at de kan omtales som «teorier». Forskning har vist at disse forestil-lingene kan leve videre til tross for undervisning. Det er et sentralt anliggende å avdekke slike forestillinger og utrede de pedagogiske conse-ksensene. Folk ved Senteret og Skolelaboratoriet er allerede engasjert i slik forskning, og dette engasjementet bør videreutvikles. Et nordisk samarbeid er også satt i gang på dette området, og et mer omfattende prosjekt er under planleg-ging.

★ *Norsk naturfagundervisning i et internasjonalt perspektiv*. Det er nylig samlet inn et svært omfat-tende datamateriale i forbindelse med KUD's og IMTEC's skoleforskningsprosjekt «The Second International Science Study». Mange tusen norske lærere og elever fra flere hundre skoler har deltatt i denne undersøkelsen, som utføres i samarbeid med om lag 30 land fra hele verden. Sjøberg er prosjektleder, og de fleste ansatte ved Skolelaboratoriet har deltatt i den faglige utfor-mingen av prosjektet ved at de er medlemmer av prosjektets resursgruppe. De første projektrap-portene vil bli laget av prosjektmedarbeiderne i regi av IMTEC og innen grunnbevilgningen fra KUD. Etter dette vil data fra prosjektet kunne frigis også for annen forskning. I dette datamate-rialet ligger det store muligheter for interessante analyser. Vi har her et fint utgangspunkt for eventuelle hovedfagsoppgaver. (To hovedfagstu-denter er allerede knyttet til prosjektet, en i bio-logi, en i fysikk).

★ *Mikromaskiner og naturfagundervisning*. Det satses i dag store midler på innføring av mikroma-skiner i norsk skole. På ulike måter vil dette berøre undervisning i realfagene:

1. Maskinene vil kunne bli benyttet til målinger, registrering og behandling av måledata, styring av forsøk.

2. Det lages undervisningsprogrammer for real-fagundervisning. Disse spenner over et vidt regi-ster, helt fra ren drill av riktige svar til interaktiv simulering av idealiserte prosesser.

3. «Innmaten» i maskinene er i stor grad «fy-sikk», det som foregår når data bearbeides er «matematikk» osv.

Alt dette gjør at realfagmiljøer som vårt bør se med stor interesse på utviklingen i skoleverket på dette området.

5. Undervisning og læring også ved *Universitetet* bør på samme måte kunne gjøres til gjenstand for studium: på hvilke måter klargjøres undervisningens mål, eller hvilke prinsipper velger man lærestoff, hvilke undervisningsmetoder brukes for å realisere studieplanene, hvordan stemmer eksamen og annen evaluering med mål og intensjoner? Studenter fra fakultetet har allerede deltatt som delpopulasjoner i skoleforskningsprosjekter i mekanikk. Resultatene viser klart at selv hovedfagsstudenter ikke «tror på» den «elementære» klassiske mekanikken når de blir gitt nokså enkle spørsmål der de ikke kan benytte seg av standardiserte løsningsalgoritmer. Antakelig vil man også blant viderekomne realfagsstudenter kunne identifisere det som ovenfor er omtalt som «hverdagsforestillinger». Resultater fra slik forskning vil være av betydning for å forbedre Fakultetets undervisning.
6. *Etterutdanning* av lærere har hele tiden vært et sentralt anliggende for Skolelaboratoriet. Senteret må finne sin plass i dette bildet. Det kan være aktuelt å utvikle en modell for samordning av Skolelaboratoriernes kurstilbud; man bør ha et felles forum for å legge opp kursenes mål og innhold og en mer langsiktig og helhetlig plan. De administrative rutiner for utlysning, påmelding, økonomi osv. bør med stor gevinst kunne samordnes. Dette er nå under utredning. Også faglig sett kan Senteret engasjeres i de kurs som Skolelaboratoriene arrangerer, selv om ansvaret for det praktiske, faglige og pedagogiske opplegget av de enkelte kurs antakelig også videre bør være et ansvar for Skolelaboratoriene (og de faginstittutt de tilhører).
7. Deltakelse i *lokale kurs, planleggingsdager o.l.* Senterets personale er, i likhet med Skolelaboratoriets ansatte, sterkt engasjert i slikt arbeid. Dette skjer gjerne etter invitasjon, og ofte som resultat av skoleforskning og artikler om dette. Selv om slik virksomhet er viktig, er det allerede nå umulig å takke ja til alle slike lokale initiativ.
8. Annen utadrettet virksomhet overfor *forlag, yrkes- og arbeidsliv, skolemyndigheter*. Ved flere anledninger har personalet ved Senteret representert norske skolemyndigheter ved internasjonale konferanser. Det er sannsynlig at et fast etablert fagmiljø i enda større grad vil bli benyttet til slike oppdrag, siden det da er store muligheter for at erfaringene da blir bragt videre og fulgt opp.
9. Uttalelser om (og medvirkning til å lage) *fagplaner* og andre offentlige utredninger og publikasjoner av betydning for realfagene i skolen.

10. *Offentlighet og publisering* er viktig for å holde «saken varm». Ansatte ved Senteret bør så ofte som mulig skrive om saker som angår realfagernes plass i skoleverket. Vi ser at det ofte er slike utspill som fører til politisk og offentlig interesse rundt en sak. Slik debatt bør ikke bare føres i fagtidsskrifter, men i vanlige skoletidsskrifter og i dagspresse.

Tverrfaglighet og samarbeidspartnere

Som man ser av oppstillingen ovenfor, er det et vidt spektrum av mulig oppgaver. På en rekke av områdene er man godt i gang med arbeid, men nå har vi mulighet til en mer langsiktig prioritering og arbeidsdeling. Man ser også umiddelbart at flere av oppgavene faglig sett er av tverrfaglig karakter. Ulike samarbeidspartnere er aktuelle for de ulike arbeidsfelt som er skissert.

Skolelaboratoriet (og de *faginstittutter* de er tilknyttet) vil på de fleste områdene være den primære samarbeidspartner, likedan *Museenes Skoletjeneste*. Det er viktig at Fakultetets ulike skolerettede miljøer forener sine krefter til et samlet faglig miljø.

Men samarbeidet må også gå ut over Fakultetets grenser. Selv i utlysningene for stillingene ved Senteret er dette trukket fram, og *Pedagogisk Seminar* og *Pedagogisk Forskningsinstitutt* er spesielt nevnt.

På de områder som har med lærerutdanning å gjøre, vil *Pedagogisk Seminar* være en naturlig samarbeidspartner. For eksempel bør eventuelle vekt-tallsgivende kurs faglig sett kunne legges opp i samarbeid med *Pedagogisk Seminar*. Også den formelle status (obligatorisk - ikke obligatorisk) til slike kurs bør avklares med *Ped.Sem.* Antakelig vil *Ped.Sem.* med sine gode skolekontakter også være en egnet samarbeidspartner når det gjelder skoleforskning.

Et samarbeid med *Pedagogisk Forskningsinstitutt* vil være aktuelt på en rekke områder, bl.a. lærerutdanning og fagdidaktikk samt veiledning av hovedfagsstudenter. Som realister vil vi ha mye å lære av pedagogisk fagekspertise, samtidig som vi selv kanskje vil kunne bidra med veiledning av studenter i pedagogikk som velger problemstillinger som angår realfagene i skolen.

Internasjonalt samarbeid

Det eksisterer et stort internasjonalt miljø innen «science education». Det er viktig å holde seg ajour med det som foregår i dette miljøet, bl.a. ved å lese (og bidra til) vitenskapelige tidsskrifter og ved å delta i internasjonale konferanser.

Ved universiteter i en rekke land er det opprettet egne faginstittutter eller sentra for naturfagernes pedagogikk. Der drives det forsknings- og utviklingsarbeid i tillegg til at det finnes studier som gir grader i «Science Education» opp til doktorgradsnivå. Kontakten med slike fagmiljø er svært viktig. Forskere fra andre land vil f.eks. kunne legge sin

forskningstermin til Norge. (Vi har allerede slike kontakter.)

Så vidt vi vet, er Universitetet i Oslo det første i Norden som oppretter et slikt senter for realfagpedagogikk, selv om det finnes flere ikke-institusjonaliserte aktive miljøer ved andre nordiske universiteter. Vår utvikling følges derfor med stor interesse, og vi bør ta vare på det initiativet vi nå har ved at Fakultetet gjennom sine vedtak har vist at de ønsker å markere Universitetets ansvar overfor utviklingen av realfagene i norsk skole og undervisning.

Artikkelen er noe forkortet.

Red.

Fysikk i skolen - En nordisk konferanse

I november ifjor var 40 fysikk-pedagoger samlet til en ukes konferanse i Ebeltoft i Danmark. De 40 deltakerne kom fra alle 5 nordiske land, og de arbeidet alle med undervisning eller skoleforskning knyttet til fysikkfaget både i grunnskole og videregående skole. Det var en nordisk komite som sto bak arrangementet, og denne komiteen hadde skaffet midler både fra Nordisk Råd og fra ulike danske forskningsfond. Dette gjorde det mulig å dekke reise og opphold også for «vanlige» lærere, som jo ellers ikke har så lett for å skaffe stipend o.l.

Hensikten med konferansen var å oppsummere «tingenes tilstand» for fysikkfaget i de ulike land, og å peke på områder der det er behov for innsats i form av forskning og utvikling. Konferansen startet derfor med redegjørelser om fagets stilling i de ulike landene. Deretter ble arbeidet delt inn i ulike sesjoner:

1. «Elevers forståelse av fysiske begreper»

Her ble det presentert empiriske undersøkelser som viste hvilke begreper og ideer som elever har problemer med å tilegne seg, og det ble anledning til å sammenligne resultater fra ulike land.

2. «Metodikk og filosofi»

Her ble både undervisningsmetodikk og mer prinsipielle emner behandlet, og både læringspsykologi og vitenskapsteori ble trukket inn.

3. «Elevers holdninger til og interesse for naturvitenskap og teknologi - emperi og teori»

Her ble det lagt frem flere undersøkelser som alle dokumenterer at fysikkfaget på mange måter er i en krise. Det ble spesielt lagt vekt på at jentene reagerer negativt på det bildet av faget som skolen formidler.

4. «Lærerens holdninger til og erfaringer fra fysikkundervisningen»

Her dokumenterte man hvordan lærerne oppfatter fysikkfaget og de problemer de møter i sin undervisning.

Konferansen hadde også flere arbeidsgrupper som tok for seg ulike problemer. Et helt konkret resultat av konferansen var at man ble enig om å følge opp arbeidet med et felles nordisk forskningsprosjekt om elevers forestillinger og begreper om fysikk. Norske representanter i denne komiteen er Odd Erik Johansen fra Telemark lærerhøgskole og undertegnede.

Konferansen har resultert i en fyldig rapport på over 300 sider, der bl.a. alle foredragene er trykket. Rapporten kan fåes tilsendt for kr. 25,- ved henvendelse til det nyopprettede

Senter for realfagundervisning

Universitetet i Oslo

Boks 1124 Blindern

0317 OSLO 3

Svein Sjøberg

FYSIKERMØTE PÅ OPPDAL

«The Trondheim Seminar on Solid State Physics 1985» ble arrangert på Oppdal Turisthotell i dagene 11.-13. mars i år. Professor Kristian Fossheim og førsteamanuensis Birger Stølan hadde planlagt og organisert dette tredagersmøtet på en glimrende måte, og det ble en stor suksess.

Mottoet for konferansen var «Physics, fun and friendship», dvs. hovedhensikten var å skape kontakter og at internasjonalt kjente «størrelser» skulle informere norsk fagmiljø og norske fysikere om dagens situasjon og «front line research» innen fagområdet «Faste stoffers fysikk». Dette lyktes fullstendig. Dessverre tillater ikke plasshensyn en nøyere vurdering og faglig kritikk her av det som foregikk. Men programmet konsentrerte seg spesielt om overflate-fysikk, «fractaler», faseoverganger, og ny material-fysikk, og en kort oppsummering kan gjøres slik:

Møtet åpnet med at John Wilkins, Cornell University, USA, snakket humorfylt og inspirert om nye og spennende «Heavy fermion materials». Så fulgte slag i slag: Fred Koch, Technische Universität, München, om «Physics of two-dimensional electron gas», Paul Horn, IBM Watson Research Center, USA, om «Synchrotron X-rays as a probe of fundamental problems in condensed matter physics», Hans Lüth, Technische Hochschule, Aachen, om «Collective surface excitations and band structure studied by electron scattering», og Nils Baas, NTH, om «The mathematics of fractals». Det var tydelig at ordet «fractals» er utledet fra «fraction» og ikke fra «fracture».

Neste dag åpnet programmet med Yuval Gefen, University of Tel Aviv, om «Application of fractals to statistical mechanics and solid state physics». Vi lærte at «fractal»-teori kan anvendes både på snøkrystaller, Norges kystlinje, fordelingen av galakser i

universet, osv. Så fulgte fortløpende: Jens Nørskov, NORDITA, København, om «Electronic structure theory in surface physics and catalysis», Fenton Mc Feely, IBM Watson Research Center, USA, om «New problems and new perspectives in surface chemical physics», Kristian Fosshem, NTH, om «Dynamics of sound near phase transitions», og Arne Skjeltorp, IFE, Kjeller, om «Recent experiments with magnetic holes». Skjeltorp avslørte en frapperende eksperimentell teknikk med polystyren-kuler, magnetiske væsker, osv.

Siste dagen åpnet Gottfried Döhler, Max Planck Institut, Stuttgart, om «Solid state superlattices». Her kunne vi tydeligvis finne både «God-made» og «man-made» eksempler, og vi så fremtidsperspektiver som f.eks. anvendelse av kvantefysikk i forbindelse med «ingeniør-kunst» for integrerte kretser, osv. Så fulgte videre: Øystein Fischer, University of Geneva, om «New superconducting materials», Finn Ravndal, Universitetet i Oslo, om «Application of field theoretic methods in the study of phase transitions», Torstein Jøssang, Universitetet i Oslo, om «Problems in porous media», og John Hertz, NORDITA, København, om «The physics of complex systems». Det siste kunne tydeligvis omfatte både «spin-glasses», «computers», «brains», osv.

Konferansen hadde samlet 80-90 deltakere pluss noen sjarmerende fruer og barn, slik at Oppdal Turisthotell var fullstendig okkupert i de tre dagene møtet varte. Cirka 30 studenter deltok, og det gir kanskje løfter om lysere tider rekrutteringsmessig for faget. Årdal og Sundal Verk innså også sin besøkestid og forsøkte seg med et lite reklame-«fremstøt», som forhåpentlig gjorde inntrykk på utlendingene ihvertfall.

Til slutt ble det selvfølgelig mye ros til radarparet Fosshem og Stølan som hadde tatt på seg arbeidet og anstrengelsene med å planlegge og organisere et slikt vellykket møte. Det ble uttrykt sterke ønsker om at dette initiativet må følges opp med nye tilsvarende konferanser, den neste kanskje om 2 år? Dvs. at «The Trondheim Seminar on Solid State Physics» forhåpentligvis er kommet for å bli!?

Erlend Østgaard

Løsninger till XV Internationella fysikolympiaden

Sigtunå, Sverige 1984

Kortfattede løsninger till de teoretiska uppgifterna

1. a) Man delar in plattan i ett antal tunna parallella skikt. Sammansättning av brytningslagen tillämpad på varje skikt ger åstundad formel.
- b) Totalreflexion i den varma luften vid marken.
- c) $n = 1 + k\rho = 1 + k'/T$. Uppgifterna i texten ger $k' = 0,0795$. Totalreflexionen ger

$n_{30} \sin \alpha = n_T =$ brytningsindex vid marken. Kallar vi ögats höjd över marken för h och avståndet till vattnet (längs marken) för L får vi $\sin^2 \alpha = L^2/(L^2 + h^2) = (1 + (h/L)^2)^{-1}$. Totalreflexionsvillkoret kvadrerar medför $(1 + k/303^2)/(1 + (h/L)^2) = (1 + k/T)^2$ eller $(1 + k/303)^2 = (1 + k/T)^2 (1 + h^2/L^2)$. Om små termer försummas i kvadratutvecklingarna, får man $1 + 2k/303 = (1 + 2k/T)(1 + h^2/L^2)$ eller $2k/303 = 2k/T + h^2/L^2 [2kh^2/(TL^2)]$ försummad, vilket ger $T = 328 \text{ K} = 56^\circ\text{C}$.

2. Läg ett koordinatsystem med origo i masscentrum vid jämvikt, x-axeln åt höger och y-axeln uppåt. I den situation, som visades i fig 2, får masscentrum koordinaterna $(L\xi/6h, \xi^2/6h)$. Vi gör nu en modell, där vi tänker oss att masscentrums rörelse är den som dominerar förloppet, dvs vi försummar rörelser kring masscentrum. Eftersom $\xi \ll L$ kommer då masscentrums rörelseenergi att kunna approximeras med en rörelse i x-led. Lagesenergin ges av $Mg\xi^2/6h$. Derivera x-koordinaten med avseende på tiden vilket ger $w_k = M(L\xi/6h)^2/2 = \frac{1}{2} \cdot ML^2\xi^2/36h^2$. Totala energin $w = \frac{1}{2} ML^2\xi^2/36h^2 + \frac{1}{2} Mg\xi^2/3h$. Identifiera vi nu med den vanliga harmoniska oscillatorn med $w = \frac{1}{2} m\dot{x}^2 + \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$, ser vi att $\omega^2 = 12 gh/L^2$ eller svängningstiden $T = 2\pi L/(12gh)^{1/2}$.

Jämför man modellens förutsägelser med tabellvärdena, får man hyfsad överensstämmelse ($\pm 10\%$). Periodtiden i Vatten blir $\approx 3h$.

3. Betrakta filtret i figuren 3a. Det inses lätt ha rätta egenskaper, då $f \rightarrow 0$ och $f \rightarrow \infty$.

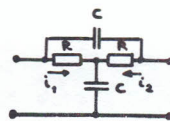


Fig 3a.

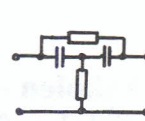


Fig 3b.

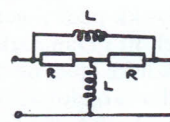


Fig 3c.

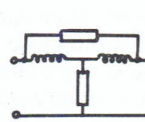


Fig 3d.

Med införda strömbeteckningar och användande av Kirchhoffs lagar med $j\omega$ -metod fås ekvationerna

$$\begin{cases} i_1 j(\omega C) - i_2 R + i_1 R = 0 \\ U_{in} - i_1 R + (i_1 + i_2) j(\omega C) = 0 \\ U_{ut} - i_2 R + (i_1 + i_2) j(\omega C) = 0. \end{cases}$$

Dessa ger $\omega_0 = 1/(RC)$ eller $f_0 = 1,6 \text{ kHz}$ samt $U_{ut}/U_{in} = 213$. Filter b) ger samma svar medan c) och d) ger $f_0 = 9,9 \text{ kHz}$. Totalt finns 12 st möjliga filterlösningar.

ELEMENTA No 1 - 1985

NYE MEDLEMMER

Opptatt på styremøtet 26. april 1985:

Forsker Anette Blyberg, Rogalandsforskning, Boks 2503 Ullandhaug, 4001 Stavanger.

Siviling. Bjørn Brevig, Scandpower A/S, Os Allé 9, 1750 Halden.

Vit.ass. Bjørn Lybekk, Fysisk Institutt, Boks 1038 Blindern, 0315 Oslo 3

Prosjekting. Sigurd Moe, Kongsberg Våpenfabrikk, OSU 4, Boks 25, 3601 Kongsberg.

Førsteamanuensis Kristoffer Rypdal, Nordlysobsekvatoriet, Boks 953, 9001 Tromsø.

Forsker Monica Slater, Rogalandsforskning, Boks 2503 Ullandhaug, 4001 Stavanger.

Studentmedlem

Margaret Alme, Fysisk Institutt, Allégt. 55, 5000 Bergen.

EXPERIMENTELLA UPPGIFTER OCH PROV I FYSIK

*Alf Ölme **

Fysik är ett ämne där experimentet bör inta en central plats. Det finns flera skäl att betona experimentets roll. Dels bygger ämnet på ett samspel mellan experiment och teori. Experiment har givit upphov till teorier och teorier har testats med experiment. Fysikens användning i tekniken medför också att naturvetenskaplig utbildning måste ge kunskap om mätinstrument och mätmetoder även på ett »handfast» sätt. Denna aspekt är viktig för ämnets tekniska status. I det här aktuella sammanhanget vill jag emellertid mer betona experimentets roll för förståelsen av fysiken. Vi använder i undervisningen ofta bilder för att förklara samband i fysiken. Experimenten underlättar uppbyggandet av dessa bilder, som är en viktig del i fysikkunskapen. Vid all inläring strävar man efter att ta så många sinnen som möjligt i anspråk. Mot denna bakgrund är det naturligt att försöka använda experimentet vid inläringen.

Av tradition använder vi lektionsexperimentet som illustration till de samband som studeras i fysiken. Detta ser jag som mycket värdefullt. Laborationen används för att ge mättekniskt kunnande och förståelse för fysikens lagar. Detta är också en nödvändig del i fysikundervisningen. För att även utnyttja elevernas självstudier dvs. läxläsningen till experimentellt arbete har vi på min skola experimentella veckouppgifter. Dessa uppgifter som ansluter sig till de avsnitt som studeras finns utställda i ett s.k. elevlaboratorium. Detta rum är öppet under skoldagen och eleverna kan gå dit - ensamma eller i grupp - och experimentellt arbeta med veckans uppgift. Uppgiften och den utrustning som behövs finns i två uppställningar i rummet. Under veckans gång besöker ca. 100 elever rummet. De använder håltimmar och raster för sina besök. Eleverna uppfattar inte experimentet som en extra belastning utan ser det som en naturlig del av hemuppgifterna. Uppgiften redovisas skriftligt. I allmänhet samlar läraren in lösningarna. Uppgiften diskuteras sedan under lektionstid. Uppgifterna har olika svårighetsgrad. Syftet med uppgifterna är också olika. Det kan vara en mätteknisk uppgift som ger underlag för någon beräkning eller för ett diagram. Det kan också vara en tillämpning av ett teoretiskt samband i en praktisk situation som öppnar ögonen till ny förståelse.

Hittills har vi bara arbetat med experimentella veckouppgifter i åk 1 och 2. Konstruktionen av uppgifterna har gjorts av Kenneth Karlsson och författaren. Vår ambition är att fortsätta med åk 3 där vi tänker oss färre uppgifter med mer omfattande experiment för att kartlägga något samband. Utrust-

ningsmässigt har vi haft stor hjälp av vår institutions-tekniker Bert Eriksson. Den materiel vi använder är i stor utsträckning tillverkad på institutionen. Det är nu tredje året vi använder oss av experimentella veckouppgifter i åk 1 och andra året i åk 2. Våra erfarenheter tyder på att dessa uppgifter är till hjälp för eleverna. Vi finner ofta elevgrupper som sitter i elevlaboratoriet och diskuterar någon uppgift. Det ger då också oss lärare tillfälle att stanna till och byta några ord och tankar med eleverna även om de inte är våra egna elever. Vi har fyra parallellklasser som läser samma fysikkurs. De flesta eleverna utnyttjar uppgifterna på ett förståndigt sätt och deras redovisning är också bra.

Sedan nio år tillbaka använder vi oss också av experimentella provuppgifter. Våra skrivningar består av tre delar en A-del till vilken endast svar behöver lämnas, en B-del som i allmänhet består av två experimentella uppgifter och en C-del som består av fyra teoretiska uppgifter. Till B- och C-delarna skall fullständiga lösningar redovisas. Korrekta lösningar ger 3 p. På A-delen som innehåller fyra uppgifter ger varje uppgift 1 p. Skrivtiden är i åk 2 och 3 190 minuter. För en experimentell uppgift behövs till 30 elever två uppställningar. Dessa 30 elever har då 380 minuters experimenttid till sitt förfogande dvs. 12-13 minuter var. Uppgiftstexterna finns på skrivningarna. Eleven lämnar sin plats för att gå till experimentsuppställningen och utföra i förväg planerade mätningar. Utrustningen till de experimentella uppgifterna är i allmänhet enkel. Erfarenheterna visar att eleverna ofta finner svårigheter i det skenbart enkla. De experimentella veckouppgifterna ger dem emellertid god träning. Vid elevenkäter har vi funnit stöd för vår uppfattning att eleverna »lär sig mer fysik» vid användning av experimentella provuppgifter.

Användningen av experimentella provuppgifter är spridd i Sverige. Försöksverksamhet har bedrivits med stöd av SÖ och Fortbildningsavdelningen i Göteborg. Användningen har spritts genom studiedagar och LMFK-kongresser. Det är emellertid ännu inte så spritt att jag vågar påstå att det är vanligt förekommande. Användningen av experimentella veckouppgifter som läxa är betydligt mindre spridd. Det förfaller dock naturligt med en kombination. Vi anser att de tillför fysikstudierna något av en »ny dimension» och vill gärna se dem spridda och använda på flera håll.

Referenslista:

- 1) Experimentella prov i fysik. - Skolöverstyrelsen, Fortbildningsavdelningen i Göteborg samt Liber Utbildningsförlaget. ISBN 91-40-71141-2.
- 2) Gymnasieskolans fysik. Experimentella problem. - Norlind, Grönkvist, Hess, Westling. Liber Läromedel. ISBN 91-40-43551-2.

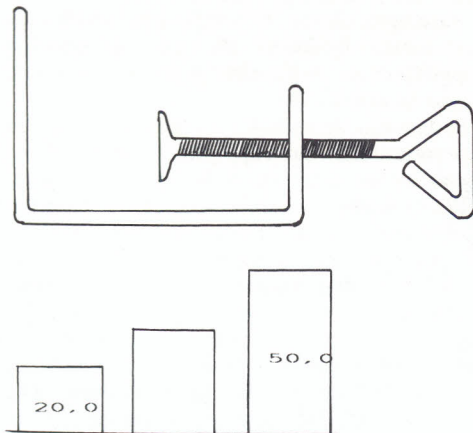
*) Peder Skrivares skola, Varberg, Sverige.

NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 1:1

DU HAR TIDIGARE ANVÄNT MIKROMETERSKRUV. DEN BESTÅR AV EN PRECISIONSSKRUV MED LITEN STIGNING PÅ SKRUVEN. DET GÅR ATT MÄTA MED EN VANLIG SKRUVTVING OCKSÅ - FAST INTE SÅ NOGGRANT FÖRSTÅS! DIN UPPGIFT ÄR ATT MED HJÄLP AV EN SKRUVTVING OCH TVÅ STAVAR MED KÄNDA LÄNGDER - 20,0 mm och 50,0 mm - BESTÄMMA LÄNGDEN FÖR EN TREDJE STAV.

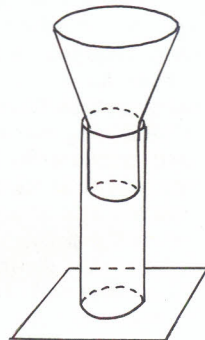
FÖRSÖK ATT GÖRA BESTÄMNINGEN SÅ NOGGRANT SOM MÖJLIGT!
GE RESULTATET MED FELUPPSKATTNING.



NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 1:4

FRAMFÖR DIG HAR DU EN MODELL AV EN REGNMÄTARE. DET ENDA SOM SAKNAS - FÖRUTOM REGNET - ÄR EN SKALA PÅ RÖRET. DIN UPPGIFT ÄR ATT MED MÄTNINGAR OCH BERÄKNINGAR BESTÄMMA HUR MÅNGA MILLIMETRAR PÅ RÖRETS SKALA SOM MOTSVARAR REGNMÄNGDEN 5,0 mm. TILL DIN HJÄLP HAR DU FÖRUTOM "REGNMÄTAREN" LINJAL OCH SKJUTMÅTT.



NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 1:8

HÅLL DEN LÄTTASTE VIKTEN MOT BORDET!

SLÄPP VIKTEN!

BESTÄM MEDELHASTIGHETERNA FÖR VIKTERNA UNDER DEN TID DE RÖR SIG DVS TILL DESS ATT DEN TYNGRE VIKTEN NÄR BORDSVYTTAN.

BESTÄM ÄVEN DEN HASTIGHET VIKTERNA HAR DÅ DEN TYNGRE VIKTEN NÄR BORDSVYTTAN.

HJÄLPMEDEL: METERSTAV OCH TIDTAGARUR.

(DEN LÄTTRÖRLIGA TRISSAN SKALL SITTA LÄNGST UPP PÅ STATIVSTÄNGEN)

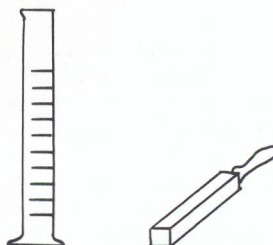


NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 1:10

FRAMFÖR DIG FINNS EN TRÄBIT OCH ETT MÄTGLAS MED VATTEN.

BESTÄM MED DENNA UTRUSTNING DENSITETEN FÖR TRÄBITEN.



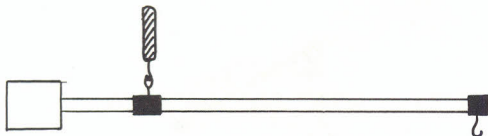
NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 2:3

ETT BESMAN ÄR EN GAMMAL TYP AV HANDVÄG. GENOM ATT HÄNGA UPP DET FÖREMÅL, VARS VIKT MAN VILL BESTÄMMA, I KROKEN OCH FÖRSKJUTA HYLSEN TILLS JÄMVIKT ERHÅLLES KAN MAN PÅ DEN GRADERADE STÄNGEN AVLÄSA FÖREMÅLETS VIKT. PÅ DEN MODELL AV ETT BESMAN SOM DU HAR ÄR NOLLPUNKTEN MARKERAD. DIN UPPGIFT ÄR ATT GENOM BERÄKNINGAR BESTÄMMA LÄGET AV HYLSEN VID JÄMVIKT OM BESMANET BELASTAS MED 200 g, 300 g och 400 g. FÖR DESSA BERÄKNINGAR FÅR DU EXPERIMENTELLT BESTÄMMA LÄGET VID BELASTNINGEN 100 g. DE ÖVRIGA 100g-VIKTERNA FINNS MED FÖR ATT DU EXPERIMENTELLT SKALL KUNNA KONTROLLERA DINA BERÄKNINGAR. TILL DIN HJÄLP HAR DU FÖRUTOM BESMANET OCH 100g-VIKTEN EN LINJAL.

REDOVISA DITT SVAR I EN FIGUR SOM RITATS I SKALA.

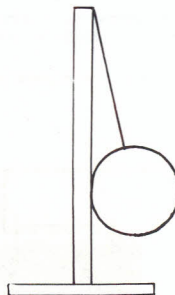
LEDNING: BESTÄM FÖRST BESMANETS MASSA.



NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 2:6

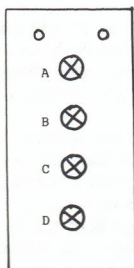
BESTÄM TILL STORLEK OCH RIKTNING DE KRAFTER SOM VERKAR PÅ KULAN. TILL DIN HJÄLP HAR DU EN BREVVÄG OCH EN LINJAL.



NT

EXPERIMENTELL UPPGIFT 4:8

FRAMFÖR DIG HAR DU EN KOPPLINGSPLINT MED 4 GLÖDLAMPOR. ANSLUT DENNA TILL SPÄNNINGSKÄLLAN OCH UNDERSÖK GENOM ATT SKRUVA I OCH UR DE OLIKA LAMPORNA HUR DESSA ÄR ANSLUTNA TILL SPÄNNINGSKÄLLAN. REDOVISA DITT SVAR MED ETT KOPPLINGSSCHEMA.

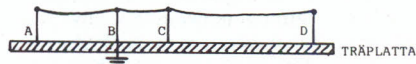


NT

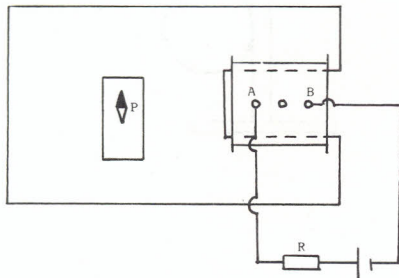
EXPERIMENTELL UPPGIFT 6:1

FRAMFÖR DIG FINNS EN METALLTRÄD - MONTERAD ENLIGT FIGUREN NEDAN. ANSLUT TRÄDEN TILL SPÄNNINGSKÄLLAN - A TILL DEN POSITIVA POLEN OCH D TILL DEN NEGATIVA POLEN.

- BESTÄM MED HJÄLP AV EN VOLTMETER POTENTIALEN I PUNKTERNA A, C RESPEKTIVE D OM B HAR DEN ANGIVNA POTENTIALEN.
 - BESTÄM DESSUTOM FÄLTSTYRKAN I PUNKTERNA B OCH C.
- TILL DIN HJÄLP HAR DU FÖRUTOM TRÄDEN, SPÄNNINGSKÄLLAN OCH VOLTMETERN ÄVEN EN LINJAL.



PLACERA SPOLEN OCH KOMPASSEN ENLIGT FIGUREN.
ORIENTERA EXPERIMENTUPPSTÄLLNINGEN SÅ ATT DET BLIR MÖJLIGT ATT
BERÄKNA FLÖDESTÄTHETEN FRÅN SPOLEN I PUNKTEN P DÅ SPOLENS
KONTAKTER A OCH B ANSLUTS TILL SPÄNNINGSKÄLLAN ENLIGT
NEDANSTÅENDE KOPPLINGSSCHEMA. DET JORDMAGNETISKA FÄLTETS
HORIZONTALA KOMPONENT KAN SÄTTAS TILL $16 \mu\text{T}$.
TILL DIN HJÄLP HAR DU EN 1200-VARVSSPOLE, EN KOMPASS, EN PLATTA
MED MARKERADE LÅGEN FÖR SPOLE OCH KOMPASS, SPÄNNINGSKÄLLA, RESISTOR
OCH SLADDAR.
BESTÄM FLÖDESTÄTHETEN I PUNKTEN P TILL STORLEK OCH RIKTNING.



Bøker

Torgeir T. Garmo: Norsk Steinbok. Norske mineraler og Bergarter. Universitetsforlaget. Oslo 1983. 192 sider, kr. 150.

I denne boka er det først og fremst bildene som dominerer - og imponerer. Hver eneste bergart og hvert eneste mineral som er avbildet, er nemlig funnet her i landet; hele bildematerialet er altså norsk.

Garmo har laget boka for amatører. Han har brukt et lettfattelig språk når han forteller om de norske mineral- og bergartsforekomster.

Boka er delt i to. Første del tar for seg mineralene. På en enkel og grei måte forteller han hva et mineral er og hvilke fysiske og kjemiske egenskaper et mineral kan ha. 95 forskjellige mineraler er avbildet i farger, og teksten ved hvert bilde forteller hva som karakteriserer akkurat det mineralet. Bakerst i boka er også en liste over norske mineraler tatt med.

Den andre del av boka omhandler bergartene. Forfatteren presenterer også her flotte bilder over ulike norske bergarter i de skjønneste farger. Men for at leseren skal ha mer igjen av å lese de utfyllende opplysningene til hvert bilde, forteller forfatteren innledningsvis hva som egentlig har skjedd med Norge gjennom de geologiske periodene. Dessuten sier han litt om de ulike typer bergarter som fins her i landet, og i boka fins også et berggrunnskart over Norge.

Både bergartene og mineralene som er avbildet, er typiske for den art de representerer, og det er nettopp bildene som gjør boka ekstra fin. De virker som et blikkfang på leseren. Kanskje vil de også skape nysgjerrighet, noe som igjen kan føre til at leseren blir engasjert og virkelig får lyst til å gå ut på oppdagelsesferd i skog og mark og finne ut hva som skjuler seg i den norske natur.

EN KULA ÄR FASTSATT I ETT SNÖRE SÅ ATT LÄNGDEN BLIR 0,50 m.
DRAG UT KULAN FRÄN JÄMVIKTSLÄGET SÄ ATT SNÖRET BILDAR VINKELN
 60° MED LODLINJEN.

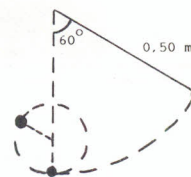
a) BESTÄM EXPERIMENTELLT HUR HÖGT OVANFÖR KULANS LÄGSTA LÄGE DU
KAN PLACERA EN STÄNG SÄ ATT KULAN FÖRTSÄTTER I EN CIRKELBANA
KRING STÄNGEN. LINJAL FÄR ANVÄNDAS.

b) BERÄKNA DETTA AVSTÄND.

LEDNING: ANVÄND ENERGIPRINCIPEN FÖR ATT BERÄKNA KULANS HASTIGHET
I BANANS LÄGSTA PUNKT.

I BANANS HÖGSTA PUNKT UTGÖRS CENTRIPETALKRAFTEN ENBART
AV KULANS TYNGD: (SPÄNNINGEN I SNÖRET ÄR NOLL I DETTA
LÄGE.)

UTNYTTJA TILL SIST ATT DEN TOTALA ENERGIN ÄR LIKA I
BANANS HÖGSTA OCH LÄGSTA PUNKT.



Ög det er vel nettopp det som er hensikten med boka, nemlig å få leseren interessert. Norsk natur har mer enn gråstein å vise fram, - den er rik på en rekke mineraler og bergarter, og Garmo ønsker at flere skal få glede seg over disse.

Boka kan brukes som en oppslagsbok da den inneholder bilde av mineralene og bergartene, samt opplysninger om deres utseende, egenskaper, funnsteder m.m.

Garmo har laget en interessant steinbok, og den vil uten tvil være med på å gjøre naturopplevelsene rikere og bokhylla bedre! Boka anbefales for den ferske mineral og bergartsamler og for andre som ønsker å vite litt mer om norsk geologi.

Jane Nilsen

M. Toda, R. Kubo, N. Saito: Statistical Physics. I Equilibrium Statistical Mechanics, Springer Verlag 1983.

Toda, som ved sin løsning av et ikke-lineært gitterproblem åpnet et nytt kapittel i matematisk fysik - er vel kjent her i landet, hvor han var besøkende professor under NORDITA 1973. Kubo er også vel kjent bl.a. for en tidligere lærebok i Statistisk Mekanik.

Nå finnes det mange bøker om Statistisk Mekanik, men ikke alle er bra; det er derfor godt at denne læreboken blir tilgjengelig.

Den gir for det første en grundig utredning av ABC-en og god henvisning til pionérens verk og læresetninger.

Videre fremstiller den meget godt alle de viktigste anvendelser, så langt problemene er løst - og dermed presenteres også «Restandi», som en utfordring til studenten.

De tradisjonelle grunnlagsproblemer omtales også, og heldigvis uten den «Bourbaki» jargon som ofte kommer inn her. En tidligere lærer i teoretisk fysik, vil sterkt anbefale det utkomne Bd I som lærebok for våre studenter. Bd II, som handler om: Ikke-likevekt, har jeg enda ikke sett.

Harald Wergeland

Finn Elvekjør og Børge Degn Nielsen: «Fysik for gymnasiet og hf». G.E.C. Gads forlag, København, 1982/83.

Først en opplysning: Hf står for «Høgere forberedelsekursus», en 2-årig utdannelse etter 10. klasse i grunnskolen.

Læreverket er inndelt i tre bind:

1. Arbeide og Energi, sidetall 253.
2. Stråling og Atomer, sidetall 288.
3. Kraft og Bevegelse, sidetall 336.

Bind 1 starter med en introduksjon som bl.a. inneholder en rekke eksempler på tilrettelegging av forsøk og på behandling av måleresultater. Her inngår f.eks. relativ usikkerhet, bruk av grafer osv. Deretter starter det fysikk-faglige stoffet med en foreløpig behandling av begrepene kraft, arbeid og energi med det formål å fremheve energibevarelsen som den fundamentale lov som danner grunnlaget for alle fysikkens lover om energi og energiomdannelse. Med bakgrunn i dette hovedmotivet følger så elektrisk arbeid, energi og effekt, mekanisk arbeid, energi og effekt, samt de tilsvarende begreper knyttet til varmelæren.

Bind 2 starter opp med å klarlegge lovene for brytning og refleksjon av lys, det elektromagnetiske spektrum, varmestråling og jordens energibalanse. Boken tar videre for seg faste stoffers fysikk med halvledere, transistorer og solceller, for deretter å gå inn på atomkjernens fysikk, radioaktivitet og absorpsjon av radioaktiv stråling. Siste del av boken er viet kjerneenergi, termiske reaktorer, formeringsreaktorer og solens energiproduksjon. Underveis tar boken også med seg elementærpartikler og deres indre struktur, kvark-modellen, neutronstjerner, sorte hull og kvasarer.

I bind 3 får vi en utvidet behandling av mekanikk, elektrisitet og magnetisme med feltbegrepet, vekselstrøm og vekselstrømkretser, både LC-, RL- og RLC-kretser. Videre har boken et kapittel om den spesielle relativitetsteori, og det blir påvist at begrepene elektrisk felt og magnetisk felt er et resultat av i hvilket inertialsystem bevegelsen blir beskrevet i. Boken avslutter så med en utdypning av begrepene energikvalitet, termisk energi, varmpumper og effektfaktoren for ulike typer maskiner til å nyttiggjøre seg energien.

I tillegg til selve fagstoffet og dets anvendelser, er det også lagt inn øvelser og diskusjonstemaer med det mål å sette fagstoffet inn i en historisk og samfunnsmessig ramme.

Som det går frem både av sidetallet og innholdsbeskrivelsen, er dette et omfattende læreverk for gymnasiet. De to første bind ligger på et alminnelig gymnasnivå, mens tredje bind inneholder mye tungt stoff selv om de mest matematiske pregede lover, som f.eks. Amperes kraftlov og Biot-Savarts lov, er omgått i fremstillingen. Litteraturlisten på slutten av bind 3 indikerer også dette, idet en del av denne litteraturen er universitetslærebokeer.

Læreverket er lettlest og er utstyrt med klare og instruktive skjematisk tegninger. Verket inneholder også et stort antall øvelser og oppgaver, bare synd at det ikke finnes fasitsvar til disse.

Av formelle grunner kan vel ikke læreverket benyttes direkte i den videregående skole, i det godkjenningssproseduren forutsetter norske forfattere. Men læreverket anbefales brukt som hjelpe-litteratur for lærerne i den videregående skole.

Ashjørn Solheim

F. J. Ynduráin: *Quantum Chromodynamics*.

Springer Verlag, New York 1983, 227 sider, innbundet.

De siste 20 år har vært en særdeles fruktbar periode for partikkelfysikken. En av de teoretiske nyskapingene er kvantekromodynamikken, QCD, som er en sterk kandidat til en god beskrivelse om de sterke vekselvirkningene, eller kjernekreftene. På basis av kvarkmodell-fenomenologi og det store nye naturprinsippet justerinvarians, har en bygd en feltteori der trefarvede kvarker og 8 gluoner er i vekselvirkning.

Ynduráins bok er vokst ut av «graduate» forelesninger og er en introduksjon til QCD. Stoffet er fordelt på 5 kapitler, Generalities, QCD as a Field Theory, Deep Inelastic Processes, Quark Masses, PCAC, Chiral Dynamics, the QCD vacuum og 8 appendiks.

QCD er tross et kort liv allerede blitt meget omfattende, og Ynduráin får med en overraskende stor del i sin lille bok. Dette oppnår han ved å forutsette en meget god bakgrunn i feltteori og partikkel-fenomenologi hos leseren, ved å skrive knapt og delvis å basere seg på referanser. Framstillingen er imidlertid meget klar og instruktiv. Deler av boken er nok mindre en lærebok for studenter enn en oversiktsartikkel, f.eks. gis det en meget omfattende og verdifull samling av referanser, i alt 9 sider.

En del viktige tema er det ikke blitt plass til, som f.eks. gitter-QCD, bag- og potensialmodeller og infrarød-problemer. Det er lett å finne trykkfeil, men dette er nok forbundet med at QCD ennå er et felt i sterk utvikling.

Grunnligningene i QCD er tilsynelatende enkle, men beskriver en verden så komplisert at en hittil ikke vet om de står i motsetning til naturen eller ikke. Jeg vil gjengi et av Ynduráins sitater:

«If the Lord Almighty had consulted me before embarking upon creation, I should have recommended something simpler». (Alphonse X «Den Vise» (1221-1282), da han ble forklart det ptolemeiske system av episykler).

Kjell Mork

Computational Methods for Turbulent, Transonic, and Viscous Flows

Editor: J. A. Essers (a von Karman Institute Book), 1983 360 sider. Pris \$ 44.70. Springer-Verlag.

Som veileder for en ung student i hydrodynamikk - i ferd med å gi seg i kast med en eller annen forskningsoppgave - kunne man kanskje være fristet til å gi følgende råd: Gå hen og les de 730 sidene i Lamb's Hydrodynamics, så skaffer du deg et skikkelig analytisk grunnlag. Kom så igjen for å diskutere det problem som du har fore! En ulempe med slik en framgangsmåte (bortsett fra den rent praktiske, at studenten ville neppe noen sinne dukke opp igjen) er at selv et godt kjennskap til klassisk analytisk hydrodynamikk ikke lenger er nok for å kunne arbeide effektivt med mange typer problemer. Den naturlige innfallsvinkelen i praksis blir ofte å benytte seg av numeriske metoder. Det har kommet et skifte i selve angrepsmetodikken, og det er åpenbart behov på markedet for bøker som gir innsikt i, eller viderebehandling av, moderne numerisk hydrodynamikk.

Denne boka inneholder notater fra et kurs holdt ved det velkjente von Karman-instituttet i 1981. Forelesere var spesialister fra USA og Europa. Vi finner 6 kapitler:

1. Numerisk metode for generering av koordinater, basert på integrasjon av Schwarz-Christoffel transformasjonen for krumme flater.
2. Innføring i multi-grid metoder for numerisk løsning av grenseverdiproblemer.
3. Høyere nivå - simuleringer av turbulente strømninger.
4. Numeriske metoder for to- og tredimensjonale stømminger.
5. Beregning av transonisk potensialstrømning.
6. Beregning av tidsuavhengig transonisk strømning på Euler-nivå med relaksasjonsmetoder.

Noen introduksjonsbok for almuen er dette neppe. De forskjellige kapitlene synes å stille varierende bakgrunnskrav til leseren; til dels må leseren ha temmelig godt kjennskap til emnet fra før for å kunne ha utbytte av framstillingen. Ferzigers artikkel om simuleringer av turbulens (kap. 3) anbefales, da den er lesbar uten videre og gir en instruktiv oversikt over forskjellige metoder. Faglig sett virker det som om alle artiklene ligger på et høyt nivå, og boka vil utvilsomt være til god nytte som oppslagsverk for mang en arbeider innen numerisk hydrodynamikk.

Iver Brevik

Per Strømholm: Den vitenskapelige revolusjonen 1500-1700. Solum forlag A/S, Oslo 1984, 233 sider, innbundet.

Det er nå tydelig at den dominerende enkeltfaktor i kreftene som i dag endrer våre materielle og kulturelle forutsetninger, er naturvitenskapen. Dette har medført en naturlig økning i interessen for naturvitenskapen som kulturelt fenomen, og en søker å bestemme den filosofi, etikk og metode som er karakteristisk for denne aktiviteten. Siden disse spesielle normer og verdier ble utformet og først tatt i bruk mellom ca. år 1500-1700, betegnes ofte denne perioden som den vitenskapelige revolusjon og som starten på moderne naturvitenskap.

I sin bok gjennomgår Strømholm greit og fylldig de viktigste hendelsene, sentrert under hovedkapitlene, Kopernikus og Kepler, Galilei, Bacon, Descartes og Newton. Bakgrunnen fra oldtiden og middelalderen blir grundig diskutert, og litt tid er også anvendt på utviklingen etter år 1700. Strømholm beskriver forskjellige filosofiske og religiøse ideer og deres tilknytning til vitenskapsteori og til de personer som skapte den vitenskapelige revolusjon. Han viser hvordan teori og empiri veves sammen til det ytterst fruktbare samarbeid som nå utgjør naturvitenskapen.

Boken er sprunget ut av forelesninger for nye universitetsstudenter og er tilpasset denne gruppens nivå. Den er klar og lettlest, men inneholder en del filosofisk terminologi som ikke alle vil være kjent med. Tilknytningen til forelesninger er kanskje ansvarlig for at figur- og billedmateriale er sparsomt, at det er ganske mange trykkfeil, og at det overhodet ikke fins henvisninger til annen litteratur. Bokens språklige blanding av radikale og konservative former er ikke i undertegnedes smak.

På side 132 står: «Jeg understreker igjen at ikke noe eksperiment kan bevise eller motbevise en gitt teori - den slags sikkerhet er forbeholdt filosofien -». Det er neppe korrekt at en teori ikke kan motbevises når teorier kan formes og relateres til naturfenomener på en fri måte, og begrepet bevis gis en noenlunde rimelig mening. Den siste del av sitatet er dessverre ikke utdypet av forfatteren.

Enkelte utsagn i boken er misvisende, f.eks. at relativitetsteorien fører til at rom og tid, eller at rom og materie ikke er skillbare. Dessuten kan felt være en effekt i rommet, ikke bare av rommet. Undertegnede er også uenig i at Newtons første lov er nødvendig, og i at det i dag er svært vanskelig å finne gode argumenter for evolusjonsteorien. For øvrig flyter ikke sevj fra rot mot topp, men omvendt.

Boken anbefales for alle som ønsker å forstå fundamentene for den virksomhet som mer enn noen annen vil bestemme vår fremtid.

Kjell Mork

Wolfgang Rindler: Introduction to Special Relativity. 185 pp. Clarendon Press, Oxford, 1982. Pris \$39 innbundet, \$13.95 paperback.

Jeg minnes en bemerkning fra en av stipendiatene i den lille relativitetsgruppen ved NORDITA, København for omtrent 20 år siden: «For min egen del velger jeg å benytte Rindlers bok *Special Relativity* (1960) for å få en god generell orientering om mitt fagområde. Boka er eksepsjonelt klar». Bemerkningen er forsvunnet ganske typisk. Rindlers måte å framstille relativitetsteorien på har vunnet mange trofaste tilhengere. Nå ble 1960-utgaven utsolgt i 1975. Ovenstående 1982-utgave er ikke simpelt hen en lettere revidert utgave av originalversjonen. Den er en ganske ny bok, skrevet med de senere års utvikling innen fagområdet in mente.

Vi har her å gjøre med en matematisk orientert, grundig tekst. Etter mitt skjønn kan framstillingen leses med utbytte av viderekomne høgskole/universitetsstudenter, fra omtrent 3. årskurs og oppover. Vekten er lagt på analytiske snarere enn geometriske metoder. I så måte er framstillingen forskjellig fra det vi kan finne i de velkjente bøkene av Synge eller Misner, Thorne og Wheeler. Valget av emneområder er forsvunnet ganske konvens-

jonelt: kinematikk, optikk, partikkelmekanikk, elektromagnetisme (i vakuum) og kontinuerlige mediers mekanikk. Nyere tids resultater er inkorporert ofte på en fornøylig måte, f.eks. under forklaringen av lengdekontraksjonsparadokset side 29-30. Rikelig utvalg av øvingsoppgaver er også et verdifullt pluss.

Noen lesere ville nok heller foretrukket en mer utpreget geometrisk framstilling. Slike ting som Cartanformalismen finner vi heller ikke i denne boka. Det er ikke sikkert at behovet for en bok av denne type er så stort, ettersom gjerne studenter benytter en mer fysisk orientert og lettfattelig introduksjon på det tidlige trinn de først stifter bekjentskap med relativitetsteorien. Men mang en seriøs arbeider som er nødt til å trenge dypere inn i fagområdet vil hilse boka med glede. Det er ingen tvil om at dette er en klar, moderne framstilling skrevet av en av relativitetsteoriens mestere.

Iver Brevik

W. G. Dixon: Special Relativity. The Foundation of Macroscopic Physics. Cambridge University Press 1978. Paperbackutgave 1982, med pris £ 9,95. 261 sider.

Kontinuerlige mediers fysikk er vel et emne som man neppe forbinder umiddelbart med spesiell relativitetsteori. Gjengs oppfatning er nok at relativitetsteorien er temmelig irrelevant for ordinære makroskopiske systemer på jorda under vanlige ytre forhold. Lydhastighetene er jo f.eks. temmelig små størrelser i forhold til lyshastigheten. Dixon gir seg ikke til tåls med dette. Han framsetter den påstand at dersom relativitetsteorien benyttes til å formulere en sammenhengende beskrivelse av mer eller mindre adskilte emneområder som mekanikk, termodynamikk og elektromagnetisme, så vil man lykkes i å belyse hvert av disse områdene mye bedre enn om man skulle studere dem hver for seg. At de fysiske systemers hastigheter er små i forhold til lyshastigheten er i og for seg irrelevant. Til og med termodynamikken for likevektssystemer, hevder Dixon, vil tjene på å bli betraktet gjennom relativistiske briller.

Dixon utvikler så denne sin hovedidé ut gjennom hele boka. Omtrent de første hundre sidene er viet matematisk innledende stoff: koordinattransformasjoner, affine rom, tensorregning etc. Deretter følger kapitler hvor formalismen anvendes på kontinuerlige systemer: dynamikk, termodynamikk og elektrodynamikk.

Det er ingen tvil om at Dixons grundige framstilling er verbalt og logisk sett god. Det kan i denne forbindelse være av interesse å sitere fra en begeistret omtale fra den kjente relativist Sir Hermann Bondi: «... this book fills an important gap and must be strongly recommended...». Likevel, det kan virke som om bokas styrke samtidig er dens svakhet: den er i ganske høy grad formell. At boka skal kunne være passende lektüre på studentnivå, slik som det heter i forordet - «for any second year undergraduate in mathematics or physics» - er noe som jeg vanskelig kan forstå. I allfall etter norske undervisningsforhold bør etter mitt skjønn fysikkstudentene forsynes med adskillig mer håndfast stoff. Den type leser som vil ha mest glede av boka, er vel den som allerede har noe forskningserfaring innen relativitetsteori og som er interessert i en enhetlig og elegant framstilling. Boka har ikke sin styrke i interpretasjon av eksperimentelle resultater, selv om Walker-Lahoz - eksperimentet fra 1976 er kommet med. Et pluss med bokas framstilling er en omhyggelig utarbeidet symbol- og referanseliste bakerst.

Iver Brevik.



**Institutt for
energiteknikk**

KURSSENTERET

KURS I DATABEHANDLING HØSTEN 1985

26.8	-30.8	EDB-I
02.8	-06.9	EDB-II
09.9	-27.9	COBOL I
30.9	-11.10	COBOL II
14.10	-28.10	FORTRAN
04.11	-15.11	PASCAL

Det vises også til Forbruker- og administrasjonsdepartementets kurskatalog for 1985.

KURSAVGIFTEN ER	kr. 2.200,- pr. uke for deltagere fra offentlige institusjoner
	kr. 3.300,- pr. uke for deltagere fra private bedrifter

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

Telefon (02) 71 25 60

Utgiverpoststed: 7034 Trondheim - NTH.

Norsk Fysisk Selskap

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

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

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

Postgirokonto: 5 88 38 89.
Bankgirokonto: 5102.09.58344.

Fra Fysikkens Verden

Redaktører:
Høgskolelektor Knut Jostein Knutsen
Granlivn. 24, Uglå, 7000 Trondheim
Førsteamanuensis Hans Kolbenstvedt
Fysisk Institutt, AVH
Universitetet i Trondheim, 7055 Dragvoll

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

Redaksjonskomite:
Førsteamanuensis Ove Bratteng, Nordlysobservatoriet, 9000
Tromsø.
Førsteamanuensis Alf Halsteinslid, Fysisk institutt, Universitetet
i Bergen, 5014 Bergen.
Førsteamanuensis Kjell Mork, Fysisk institutt, NLHT, Universi-
tetet i Trondheim, 7055 Dragvoll.
Informasjonskonsulent Tore Grønningsæter, NAVF/RNF,
Munthesgt. 29, Oslo 2.
Forskningsstipendiat Svein Sjøberg, Skolelaboratoriet, Fysisk in-
stitutt, Universitetet i Oslo, Oslo 3.
Forsker Olav Steinsvoll, Institutt for energiteknikk, Boks 40,
2007 Kjeller

Fra Fysikkens Verden utkommer kvartalsvis. Abonnement
kan tegnes gjennom postverket eller direkte fra ekspedisjonen.
Årsabonnement kr. 60,00. Årsabonnement for studenter og sko-
leelever kr. 30,-.

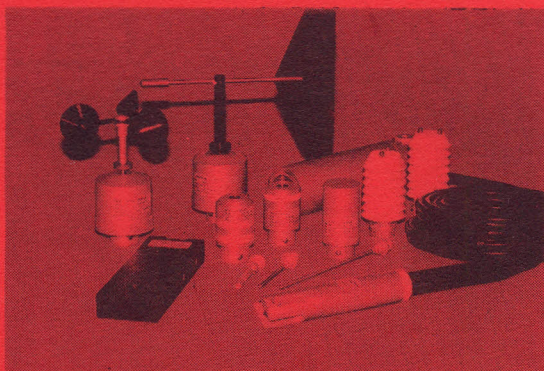
Sekretær:
Gudrun Græsmann.

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

Postgirokonto: 5 10 47 24
Bankgirokonto: 8601.36.12279
Tlf. (07) 92 04 11, linje 134

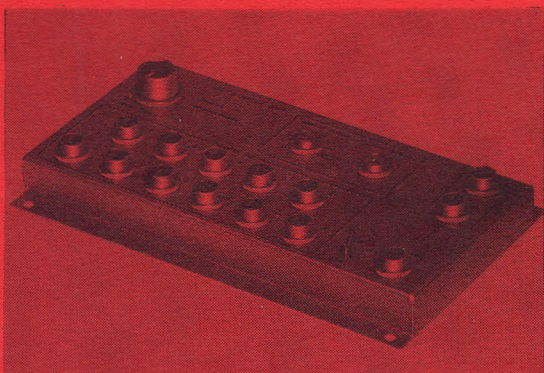
jern,

Automatiske målinger av miljødata



STANDARDISERTE SENSORER for:

vindstyrke og -retning
lufttrykk
lufttemperatur
solstråling
relativ fuktighet
vannnivå
regnfall
konduktivitet i væsker



SENSOR PLUG-IN BOARD 3010:

En kompakt, vanntett enhet som leser
et sett Aanderaa-sensorer og gir ut data
i 10-bits Aanderaa-kode og som ASCII-
kodete RS 232 signaler.



**AANDERAA
INSTRUMENTS**
DATA COLLECTING INSTRUMENTS FOR LAND, SEA AND AIR

FANAVEIEN 13 B
P.O. BOX 180
5061 BERGEN, NORWAY
TEL.: (05) 13 25 00
TELEX 40049

OSEANOGRAFISKE OG METEOROLOGISKE MÅLEINSTRUMENTER