

FYSIKTIPS

DANMARKS ILLTREMSTILLING FORENING

uden brug af kaliumklorat, m.m.

Ved Københavnsafdelingens møde d. 13. december 1968 på Islev skole vistes en række forsøgsopstillinger. Da generalforsamlingen, der afholdtes umiddelbart før mødet, gav anledning til nogen debat, var tiden begrænset.

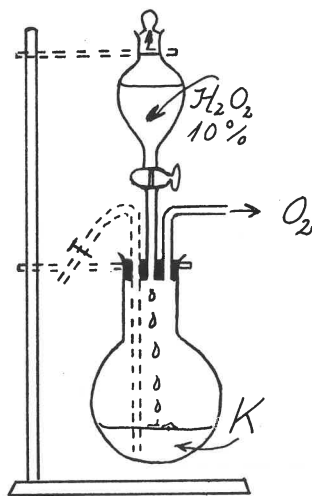
Fysikkonsulent K.D.Poulsen viste:

FREMSTILLING AF ILT

Ifølge ministerielt cirkulære af 7. oktober 1968 må der ikke findes kaliumklorat i folkeskolens fysiklaboratorier. Efter at have afprøvet flere metoder mente K.D.Poulsen at kunne anbefale følgende proces, der er baseret på hydrogenperoxid = brintoverilte, H_2O_2 i forbindelse med en katalysator kobbertetramin, der indeholder den komplekse ion $(Cu(NH_3)_4)^{++}$.

Katalysatoren fremstilles således:

37,5 g $CuSO_4$ opløses i 250 ml H_2O . Der fyldes derpå op med ammoniakvand (25 % ; massefylde 0,91) til 400 ml. Der dannes først bundfald (lyseblåt $Cu(OH)_2$), der opløses, idet der fremkommer den mørkeblå farve, der er karakteristisk for den komplekse ion. 100 ml af denne opløsning (K) hældes i en 750 ml-kolbe, der forsynes med prop med to huller. I det ene anbringes en skilletragt med H_2O_2 (10 %). Hanen på skilletragten indstilles, så H_2O_2 dråbevis



falder ned i K. $2H_2O_2$ omdannes til $2H_2O + O_2$. Process hastigheden styres ved hjælp af hanen. For hurtig tilførsel af H_2O_2 giver en kraftig opvarmning.

Lukkes hanen, ophører processen umiddelbart. 100 ml katalysator og 500 ml H_2O_2 giver ca. 7 liter ilt. Mere H_2O_2 kan påfyldes skilletragten under brugen.

NB! BENYT HELT RENE GLASTING OG SLANGER.

Det kan være praktisk at have opstillingen stående monteret i stativ, som antydtes på figuren. Skal elever benytte iltten, opstil da udviklingsapparatet bag sprængskærmen og før slangen op over kanten af denne til den foran anbragte opsamlingsopstilling.

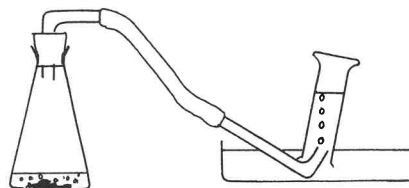
Det foreviste apparatur var desuden forsynet med et tredje rør gennem et tredje hul i proppen. Dette rør var ført til bunden af kolben og var lukket med en stump slange med klemme. Når der under brugen samles for megen væske i kolben, åbnes hanen på skilletragten, og der spærres for iltafgangen. Overtrykket i kolben driver da overflødig væske ud gennem det tredje rør.

På dette sted i referatet gentages en artikel fra "Fysiktips" nr. 4,63, hvor landsformanden Sigurd Jacobsen viste:

HURTIG FREMSTILLING AF ET

MINDRE KVANTUM ILT

I en ståkolbe hældes 100 ml brintoverilte (H_2O_2) og 15 ml conc. svovlsyre (H_2SO_4).



Hertil sættes kaliumdikromat ($K_2Cr_2O_7$) i små mængder ad gangen, da reaktionen er ret kraftig. Fremgangsmåden er praktisk, hvis man i en fart skal skaffe en portion ilt til veje uden at skulle gøre rede for processerne. En af dem må antages at være $K_2Cr_2O_7 + 4 H_2SO_4 \rightarrow 2 KCr(SO_4)_2 + 4 H_2O + 3 O_2$.

ELEKTRISKE MÅLEAPPARATERS TILPASNING TIL MÅLEOBJEKTET

Der benyttedes to måleapparater:

I: Et universal volt-ampere-ohm-meter med en række måleområder, bl.a. en særlig skala for nano-ampere (1 nano-ampere = 1/1 000 000 000 ampere).

FYSIKTIPS

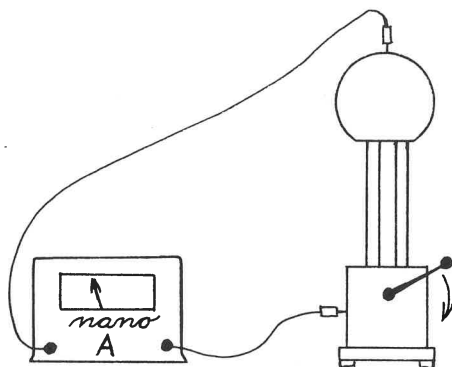
DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Anvendt som voltmeter havde apparatet en samlet indre modstand på 11 meg-ohm (1 meg-ohm = 1 000 000 ohm). Disse data var opnået ved brug af transistorer.

II: Et almindeligt demonstrations-drejespole-voltmeter med en samlet indre modstand på ca. 6000 ohm.

Der udførtes først en række forsøg med apparat I, indstillet til måling af nano-ampere.

1) Apparat I blev tilsluttet en båndgenerator og gav tydeligt udslag for den (overordentlig ringe) strømstyrke, den kan yde.



2) Apparat I blev derpå forbundet med en spole på 600 vindinger uden jernkerne. Der var tydelige udslag, når en almindelig kompasnål roterede i 20-30 cm's afstand fra spolen.

3) Samme(tomme) spole drejes i jordmagnetfeltet. Apparat I gør tydelige udslag.

4) En strømkilde (kub) leverer 10 volt jævnspænding over to modstande, hver på 4000 ohm, forbundet i serie. Spændingen over hver af modstandene må altså være 5 volt.

Der foretages tre målinger med apparat I, indstillet til måling af spænding

Resultat:

- x) spænding over a - c = 10 volt
- y) spænding over a - b = 5 volt
- z) spænding over b - c = 5 volt som ventet.

Derefter foretages de samme tre målinger med apparat II:

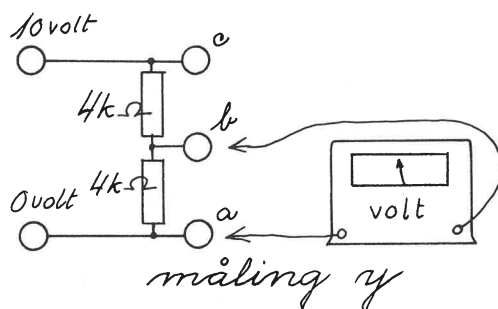
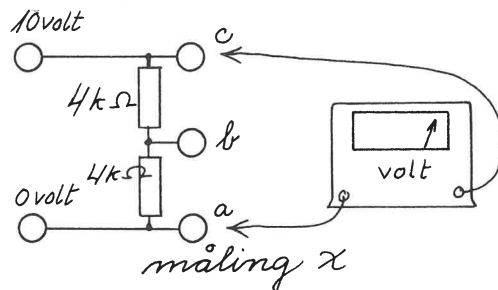
Resultat:

- x) spænding over a - c = 10 volt
- y) spænding over a - b = 2 & 3 volt !!!
- z) spænding over b - c = 2 & 3 volt !!!

Forklaring:

Ved måling x er apparat I's forlagsmodstand praktisk talt = 11 000 000 ohm. Ved måling y og z er forlagsmodstanden forøget med 4000 ohm og er nu = 1100400 ohm, hvilket kun betyder en ændring på mindre end 0,4 % - altså umærkelig.

Ved måling x er apparat II's forlagsmodstand = ca. 6000 ohm. Ved måling y og z er forlagsmodstanden forøget med 4000 ohm til 10 000 ohm, hvilket betyder en ændring på ca. 66 % ! Apparat II's data er derved radikalt ændret.



STATISK ELEKTRICITET

Moderne kunststoffer er taknemligé at arbejde med, når man skal påvise statisk elektricitet.

K.D.Poulsen "tryllede" med oppustede balloner og nylonstrømper, der foretog overraskende og livlige bevægelser, når de blev opladet ved, at strømperne blev gnedet med ballonerne.

Overlærer A. V. Hansen viste

BIMETAL

En model af en bimetalstang kan fremstilles af to stykker henholdsvis båndjern og båndmæssing, ca. 50 cm lange. Før man samler dem med skruer (huller i mæssingbånd, gevind i jernbånd), påvises med opstillingen fig. 1, at mæssing udvider sig mere ved opvarmning end jern. Under dette forsøg er stængerne skruet fast sammen med skrue a, hvorimod skrue b blot tjener til at holde stængerne tilstrækkeligt

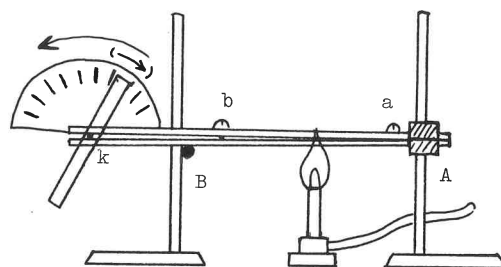


Fig.1

samlede, idet hullet i messingstangen er gjort rigeligt stort. Stængerne er fastspændt i stativet A, men hviler løst på den runde ende af en stativklo i stativet B. En knappenål k er stukket gennem et sugerør og anbragt i klemme, så den kan rulle mellem stængerne og angive en forskel i længdeudvidelsen. En skala kan hæftes på stængerne, f.eks. fæstet til en almindelig tøjklæmme af træ med lim eller en tegnestift.

Forsøget viser som biresultat, at varmen forplanter sig trægt gennem jern, idet jernbåndet, der er anbragt underst, udvider sig først (antydnet ved en pil i parentes på figuren). Derefter følger et stort udslag af viseren til den forventede side. Efter afkøling i vand samles stængerne solidt med en række skruer. Viseren v (fig. 2) er fremstillet af svær ståltråd, der er rullet op i form af en skruefjeder med en passende diameter, så den kan dreje om den runde ende af stativkloen på stativ B.

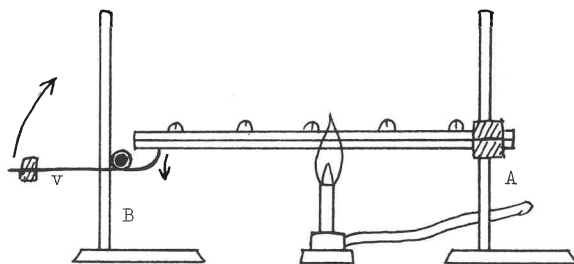


Fig.2

ADDITIV FARVEBLANDING

Efter manges opfordring gentoges det tidligere viste forsøg over additiv farveblanding, elegant udført ved hjælp af ét lysbilledapparat, der projicerer alle tre farver, der er samlet på ét diapositiv. Desuden anvendes tre (evt. seks) spejle og en gennemskinnelig skærm. Forsøget og apparaterne er udførligt beskrevet på Tipssiderne nr. 6-7,63.

Ingolf Andersen:

OMKRYSTALLISATION

Forbudet mod kaliumklorat i folkeskolen udelukker nu et instruktivt (og i sig selv ufarligt) forsøg, nemlig opløsning med påfølgende krystallisation af kaliumklorat i vand. Opløsningsprocessen var ledsaget af en udpræget kuldetonning, der var let at konstatere, blot ved berøring af glasset.

Tilsvarende forsøg kan udføres med en række andre stoffer, hvoraf navnlig kaliumnitrat (salpeter) kan anbefales. Forsøget er hurtigt, kontant og i udseende svarende (omtrent) til forsøget med kaliumklorat.

(En morsom virkning fås ved opvarmning af naftalin i vand, idet krystallerne smelter ved 80° og udskilles som "totter" ved afkøling - derimod opløses naftalin i sprit. Opvarmningen af naftalin-sprit-opløsningen må foretages i vandbad, der er opvarmet i forvejen, og gasflammen slukket.)

Vil man ofre lidt tid på et smukt forsøg, foreslås:

"GULDMAGERENS DRØM"

I et reagensglas blandes:

- a) Ca. 5 ml vand
- b) 2,5 ml salpetersyre
- c) 250 mg blyilte ("sølvverglød")
- d) 250 mg kaliumjodid

Der dannes et kraftigt gult bundfald.

Indholdet af reagensglasset - også bundfaldet! - hældes over i et 250 ml bægerglas (høj form), der fyldes op til ca. 200 ml.

Ved kogning opløses det gule pulveragtige bundfald, og væsken bliver vandklar.

Under den påfølgende afkøling daler der en mængde små "guldblade" af PbI_2 (blyjodid = blyiodid) ned gennem væsken. Ved omrystning hvirvles de op igen. Væsken bliver atter vandklar ved opvarmning, så omkrystallisationen kan gentages. Da der i forsøgs-gangen indgår: vejning, opløsning, afmåling af væsker, fældning, fortynding, opvarmning og udkrystallisation, er forsøget velegnet til at "deles ud" som "team-work", selv om eleverne ikke forstår alle processerne. NB! Håndvask efter berøring med blyforbindelser.

Overlærer Werner Jensen viste:

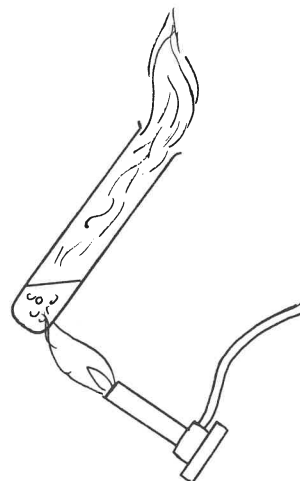
"GRØNNE FLAMMER"

I et reagensglas kommes en spatel borsyre H_3BO_3 eller et andet borat, f.eks. natriumborat. Det faste stof tilsættes ca. 5 ml af en blanding, der er fremstillet af 5 dele metanol (træsprit) og 1 del koncentreret svovlsyre. Reagensglassets indhold koges nu forsigtigt. Efter et halvt minuts forløb kan de udviklede dampe antændes ved glassets munding, og de brænder med en stærk lysegrøn farve. Det er nødvendigt at fortsætte med kogningen, så længe man ønsker den grønne flamme.

Processen er:



Det er trimethylboratet $(CH_3)_3BO_3$, der brænder med den grønne flamme.



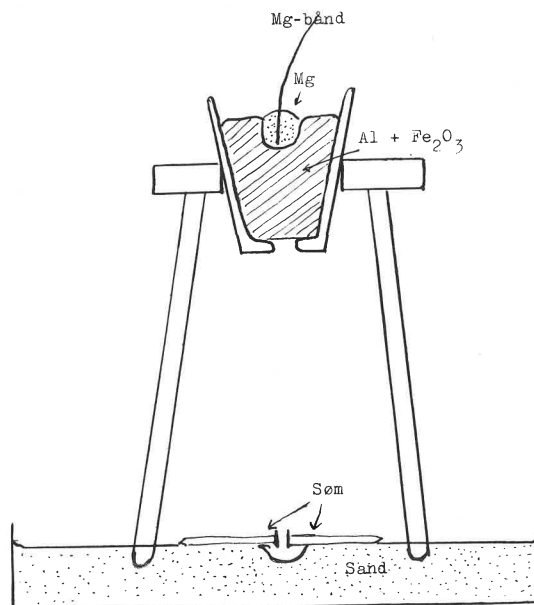
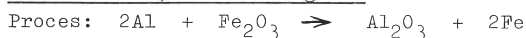
TERMITSVÆJSNING

Hullet i bunden af en lille akvarieurtepotte (af ler) udbores forsigtigt til ca. 12 mm i diameter. Derefter fremstilles en blanding af 9 g aluminiumstøv og 27 g rødt jernilte (ferrioxid). De to pulvere blandes grundigt, f.eks. i en morter, indtil man har fået et sølvgråt pulver med et rødligt skær. Derefter dækkes hullet i urtepotten med et lille stykke filtrerpapir, og blandingen hældes op i urtepotten og presses sammen. Det gøres lettest med pistillen, der hører til morteren. I midten af blandingen laves en centimeterdyb forsænkning, og heri kommes en teskefuld magniumpulver. Et stykke magniumbånd på ca. 10 cm stikkes som lunte ned i magniumpulveret. Urtepotten anbringes på en trefod, der sættes i en bakke med vådt sand. Lige under hullet i urtepotten laves en fordybning i sandet, og to søm lægges med hovederne ud over fordybningen.

Magniumbåndet antændes med en gasbrænder, og i løbet af nogle sekunder vil der være udviklet så meget flydende jern, at det brænder sig vej ned gennem filtrerpapiret og falder ned i bakken. Er man heldig, vil de to søm blive svejset sammen af jernet, når det størkner.

Husk af hensyn til de nærmestsiddende elever at

sætte beskyttelsesskærmen op. Det er ikke altid, urtepotterne kan stå for den stærke opvarmning, og går den i stykker, kan glødende småstykker blive slynget omkring. NB! Brug ikke større mængder af kemikalierne, end her angivet.



Brownske Bevægelser

Fra d'hr. A.Ziggelar og L.Duelund, Danmarks Lærerhøjskole har vi modtaget følgende:

Ved fysiklærernes besøg på Danmarks Lærerhøjskole viste der sig nogen interesse for et forsøg med Brownsk bevægelse. Derfor vil vi tilbyde hoslagte vejledning i håb om, at den kan bruges i "Fysik-tips"

A) Uden mikroskop:

Krystaller af blykarbonat kan vise Brownske bevægelser på følgende måde.

1 g vandfrit soda (ca. $2\frac{1}{2}$ g krystalsoda) opløses i 100 ml vand. 1 g blyacetat opløses i 100 ml vand. Disse opløsninger kan opbevares. Til direkte brug fortynder man $\frac{1}{2}$ ml sodaopløsning til 300 ml, og $\frac{1}{2}$ ml blyacetatopløsning til 300 ml.

Man kommer blyacetatopløsningen i et rektangulært glaskar, f.eks. et elementglas. Sodaopløsningen drypper man ind i karret, indtil resultatet er tilfredsstillende. f.eks. 50 ml sodaopløsning til 50 ml blyacetatopløsning.

Karret belyses fra siden f.eks. med en reuterlampe. Foran karret opstilles en lup, mørk baggrund anbefales (hvis man er heldig, kan man se bevægelsen langt fra selv uden lup).

Igennem luppen ser man en tæt mængde små lysglimt. Det er blykarbonatkrystaller, der på grund af vandmolekylernes varmebevægelse drejes rundt, og ligesom små roterende spejle reflekterer snart en, og

snart en anden krystal lyset ind mod iagttageren. Opløsningen er bedst, når den er frisklavet, men den kan bruges i flere timer.

Anden fremgangsmåde: Opløs 1 mm³ blynitrat i $\frac{3}{4}$ reagensglas vand; ligeledes $\frac{1}{2}$ cm³ soda i $\frac{3}{4}$ reagensglas vand, og fortynd sidste opløsning 50 x. 2 - 3 dråber af blynitratopløsningen kommes i et kar med 100 - 200 ml vand. Dryp fra sodaopløsningen ned i karret med blynitrat, indtil resultatet er tilfredsstillende.

B) Med mikroskop:

Fortynd en dråbe frisk mælk 10 x (fløde 25-30 x). Eller opløs svovl i sprit og tilsæt vand. Belys fra siden.

Der benyttes i alle tilfælde rent (demineraliseret) vand.

Litt.:

R.Sutton: Demonstration Experiments in Physics, McGraw-Hill, New York 1938, s. 464-465.

A. Øye: Håndbog i mikroskopi, P.Haase, København 1968, s. 310-311.

A.Ziggelar. Leif Duelund.

1919 • 1969

JUBILÆUMS GÆSTE FORELÆSNING I Tanker om lyslærens behandling i skolens undervisning

v/ afdelingsleder, lektor Poul Thomsen.

I forbindelse med jubilæumsarrangementerne i anledning af 50-året for stiftelsen af FYSIKLÆRERFORENINGEN - nu DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING - holdt afdelingsleder ved Danmarks Lærerhøjskoles Fysiske Institut, lektor Poul Thomsen en gæsteforelæsning over emnet: "Tanker om lyslærens behandling i skolens undervisning". Forelæsningen fandt sted den 15/2-69 i instituttets fællesauditorium og varede to timer. Referatet dækker forelæsningsens hovedsynspunkter.

Når et fag har været behandlet i en bestemt skoleform i en lang årrække, er der i tidens løb gjort et udvalg af fagets muligheder efter forskellige kriterier. Det kan f.eks. dreje sig om letfattelige afsnit af emnet - eller afsnit, der egner sig til gengivelse ved tegning af simple figurer og beskrivelse af disse - eller afsnit, der knytter sig til simple apparatopstillinger, der er egnede til at demonstreres ved eksamensbordet. Efterhånden lægger lærebøgerne sig fast på bestemte sider af emnet.

Med hensyn til lyslæren kan eksempelvis nævnes den geometriske konstruktion af billeddannelse ved samlinser, hvor billedets placering (populært sagt: "spidsen af pilen" i de velkendte diagrammer) bestemmes af skæringspunktet for to konstruktionsstråler. Foredragsholderen havde oplevet eksempler på, at seminarieelever kun kendte "konstruktionsstrålerne", men ikke kunne gøre rede for "billeddannende" strålers vej fra genstand til billede.

A

En sammenligning, der var foretaget mellem forskellige lærebøger, viste, at lyslæren stort set omfattede følgende egenskaber ved lys, der påvistes eksperimentelt.

- | | | |
|--|---|--|
| I | { | Retliniet udbredelse. |
| Refleksionsloven. | | |
| Refleksion fra ru overflade. | | |
| Brydning (kun kvalitativt). | | |
| Delvis refleksion, delvis brydning. | | |
| | | Totalrefleksion. |
| II | { | Lysets farvespredning. |
| Lysende luftarters spektre. | | |
| Fluorescens. | | |
| Eksistensen af infrarøde og ultraviolette stråler. | | |
| Eksistensen af røntgenstråler. | | |
| | | Gennemsigtige og uigennemsigtige legemers farve. |

- III { Opvarmning ved absorption.
Lys indeholder energi (fotoelement).
Lys påvirker en fotografisk plade.

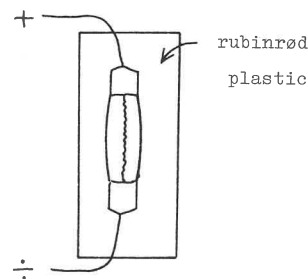
Derimod behandles følgende egenskaber ved lyset normalt ikke i skolen:

- | | |
|------|---|
| IV { | a) Påvisning af, at lysets hastighed er stor. |
| | b) Lys udbreder sig ikke retliniet, men bøjer sig om hjørner. |
| | c) Lys går gennem lufttomt rum. |
| | d) Lys går uforstyrret gennem lys. |
| | e) Afstandskvadratloven. |
| | f) Interferensfænomener. |
| | g) Spektrets farver betinges af bestemte bølgelængder. |
| | h) Fotoelektrisk effekt i fotocelle. |

De under IV nævnte egenskaber skulle ikke være vanskelige at påvise. Man kunne foreslå følgende forsøg:

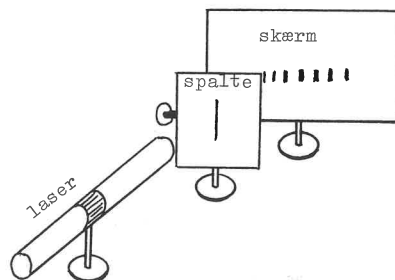
ad a) Et spejl på lokalets bagvæg + en lampe, der tændes ved tryk på en kontakt + et stopur. (Jvf. Galileis klassiske forsøg).

ad b) En (automobil)pære med lineær glødetråd lyser gennem en rubinrød plastic- eller glasplade. Pærens glødetråd iagttages gennem mellemrummet mellem



to sammenklemt fingre, der holdes parallelt med glødetråden. Man ser den lysende glødetråd blive bredere end før, samtidig med at der fremkommer et stribemønster til begge sider.

eller:



FYSIKTIPS

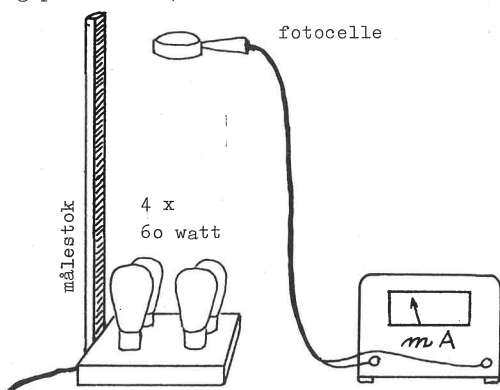
DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

En skarpt afgrænset laserlysplet danner et (interferens)mønster af streger på en hvid skærm, når lysstrålen har passeret en smal (stilbar) spalte.

ad c) Det velkendte forsøg fra lydlæren, hvor et elektrisk ringeapparat anbringes i en luftpumpe-klokke, kan gentages i lyslæren med en lommelygte i stedet for ringeapparatet.

ad d) Hurtigt og kontant forsøg: Man lyser med en lommelygte eller en reuterlampe tværs gennem lysstrålen fra et lysbilledapparat.

ad e) Opstillingen består af 4 (udvalgte) el-pærer på 60 watt, monteret på en kvadratisk træbund, der er forsynet med en lodretstående målestok. En fotocelle fra en belysningsmåler er forbundet med et mA-meter (ved demonstrationen var mA-metret anbragt i et lysbilledapparat og vist i gennemlysning på en skærm).



Når én lampe er tændt, og fotocellen holdes f.eks. 30 cm højere end lampens glødetråd, viser mA-metret en vis værdi - lad den være 1 mA. Flyttes fotocellen op i 60 cm's afstand, må alle 4 lamper tændes for at opnå en visning på 1 mA.

ad f) Interferens så vi allerede i forsøg b.

NB! Over interferensfænomenerne går vejen til komplementaritetsteorien. For at demonstrere interferens må man råde over et bølgeapparat.

ad g) Til dette punkt bemærkedes, at elever vel godtager påstanden om, at bestemte bølgelængder er sammenparrede med bestemte spektralfarver, men at de næppe har nogen dybere forståelse af sammenhængen.

ad h) Dette punkt henvistes til senere behandling.

B.

Et skema som nedenstående var omdelt, men rubrikkerne til højre i skemaet var tomme med undtagelse af formlerne udfor punkt 6.

Foredragsholderen tænkte sig, at man stillede sine elever overfor spørgsmålet: Hvad er lys? - og lod dem betragte løsningen som en art detektivopgave: Hvilke spor har vi at gå efter? Hvilke slutninger kan vi drage af forsøgene?

Først blev de indicier gennemgået, der talte for eller imod partikelteorien (se skema). Man satte "+" for godkendelse og "?" for tvivl eller forkastelse.

	Partikelteori	Bølgeteori
1. Retliniet udbredelse.	+	+
2. Stor hastighed.	+	+
3. Lys går gennem luft-tomt rum.	+	?
4. Refleksionsloven.	+	+
5. Refleksion fra ru overflader	+	+
6. Brydningsloven $n = \frac{c}{v}$		
6. Brydningsloven $n = \frac{\sin i}{\sin r}$	$n = \frac{v_b}{v_i}$	$n = \frac{v_i}{v_b}$
7. Farvespredning.	+	+
8. Opvarmning ved absorption.	+	+
9. Ingen opvarmning ved refleksion.	+	+
10. Afstandskvadratloven.	+	+
11. Påvirkning af fotografisk plade.	+	(+)
12. Fotoelement	+	(+)
13. Lys gennem lys.	(+)	+
14. Delvis refleksion, delvis brydning.	((+))	+
15. Bøjningsfænomener	?	+
16. Interferensfænomener.	?	+++
17. Fotoelektrisk effekt i fotocelle.	+	?

ad 1) Under forudsætning af stor hastighed kan der sættes + i rubrikken. (Analogi: Blykugle kastes med hånden eller udskydes af skydevåben eller meddeles umådelig stor hastighed. Stor hastighed → mere retliniet bane).

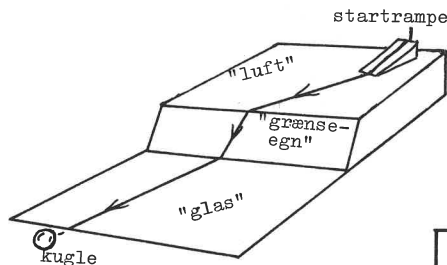
ad 2) Påvist ved forsøg a ("Galileiforsøget"). Der sættes + i rubrikken.

ad 3) Logisk: der er jo ingen luftmodstand i det tomme rum. Sæt +.

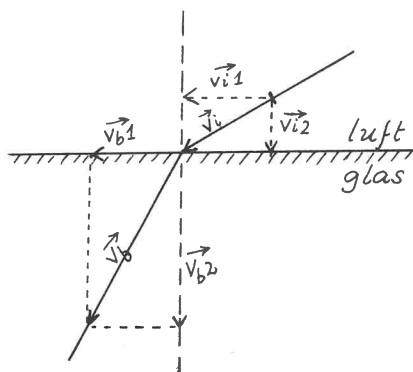
ad 4) Analogi: boldspil, ping-pong, billard. Sæt +

ad 5) Der sættes + under forudsætning af, at "lyspartiklerne" er af mindre størrelsesorden end ujevnhederne.

ad 6) Man kan forestille sig, at partikler, der nærmer sig en kompakt grænseflade (f.eks. fra luft til glas), må tiltrækkes og meddeles en større hastighed netop "lige foran" glasset, hvor samtlige glasmolekyler må trække lyspartiklerne fremad. Mekanisk model af denne tankegang:



En tung kugle (foton) ruller ned ad en skrå start-rampe, løber et vandret stykke ("i luft"), vinder kinetisk energi i grænseområdet og løber derefter hurtigere og med ændret kurs videre vandret ("i glas"). Kuglen markerer selv sin vej, idet den løber på papirark, dækkede af carbonpapir. Nedenstående skitse viser forholdene:



Idet de med $\vec{v}$ mærkede pile alle er hastighedsvektorer, får man, at $\vec{v}_{i1} = \vec{v}_{b1}$, og

$$\text{brydningsforholdet } n = \frac{\sin i}{\sin b} = \frac{v_b}{v_i}, \text{ altså}$$

hastigheden i glasset må være større end hastigheden i luft.

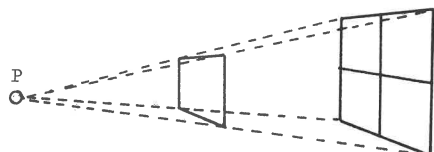
ad 7) Må yderligere forudsætte, at der findes forskellige typer, der ikke afbøjes lige meget.

"Blå" partikler afbøjes lettere end "røde" partikler.

ad 8) Partiklernes kinetiske energi omsættes til indre energi (varmeenergi), når de bremses op. Sæt +.

ad 9) Ved fuldstændig elastisk tilbagekastning af partiklerne bevarer disse deres fart og dermed deres kinetiske energi. Sammenlign tilbagekastning af en hård gummibold fra et stengulv. Sæt +.

ad 10) En velkendt figur: Partikler, der udslynges fra P, fordeles over en flade, der er pro-



portional med afstandens kvadrat. Sæt +.

ad 11) Fænomenet kan forklares ved mekanisk bombardement. Sæt +.

ad 12) Forsøget mrk. e (4 lamper + fotoelement) kan ligeledes forklares ved bombardement. Sæt +.

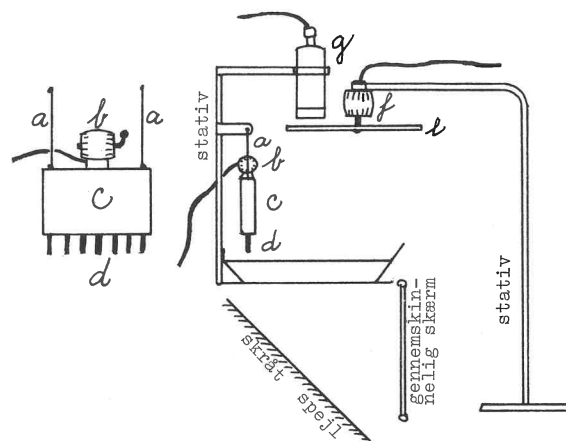
ad 13) Tvivlsomt! Forklaringen kunne være: Fotonerne er så små, at sandsynligheden for sammenstød er forsvindende lille. Sæt + i parentes.

ad 17) Bombardement. Sæt +.

ad 15) og 16) ?? Nu er det på tide at undersøge argumenterne for bølgeteorien.

C

Til de følgende forsøg anvendtes et bølgeapparat, der antydes som en principskitse:



a = to elastikker, der bærer c.

b = lille el-motor, hvis hastighed reguleres med et potentiometer (ikke vist på tegningen). Motorakslen er belastet ekscentrisk, således at ω

c = en metalklod sættes i op- og nedadgående bevægelse.

d = tappe, der hver er forsynet med en metalhætte, der kan trækkes mere eller mindre nedefter. Der ved forlænger man de tappe, der ønskes i berøring med vandet i bølgekarret.

Der demonstreredes desuden et tilsvarende apparatur, hvor den gennemskinnelige skærm var fjernet, og billedet projiceredes på et lysbilledlærred.

e = en stroboskopskive med én radiær spalte.

f = lille el-motor med variabel hastighed, der driver stroboskopskiven. Dette aggregat var anbragt på et stativ for sig, så f's vibrationer ikke forplantede sig til bølgekarret. Potentiometrene til de to motorer var praktisk anbragt side om side på et løst fjernstyringspanel.

g = reuterlampe.

Det blev nævnt, at bølgeapparater fandtes i forskellige udførelser og til forskellige priser (det anvendte udstyr var produceret af Podis).

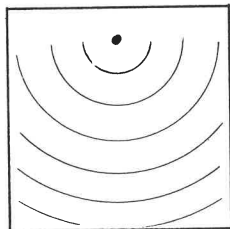
FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

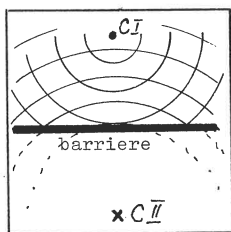
Forsøgsrække med bølgeapparatet:

- a) Spidsen af en vinkelbøjet stang dyppes med regelmæssige mellemrum i karret. Hver gang breder der sig ringformede bølger til alle sider. Man får:

$$v = \lambda \cdot \nu$$

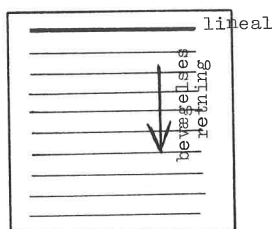


- b) Refleksion af bølger:



En barriere lægges i karret. Der dyppes med stangen fra før. Man ser, at bølgerne tilbagekastes som et sæt ringe med centrum C II, symmetrisk med udgangscentret C I.

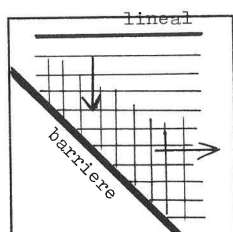
- c) Det indses, at når bølgeringene bliver tilstrækkeligt store, kan en lille del af omkredsen betragtes som en ret linie. En lineal dyppes i den



ene ende af karret, og en række parallelle bølger bevæger sig frem gennem karret.

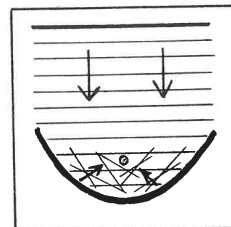
- d) Samme billede vises kontinuerligt, idet linealen sættes i vibrationer af motoren b, og stroboskopskiven roteres af motoren f.

- e) Refleksion ved skråtstillet "spejl":



En barriere anbringes under en vinkel på 45° i karret, og man iagttager en tilbagekastning - i dette tilfælde på 90° .

- f) Refleksion ved et parabolisk "spejl".

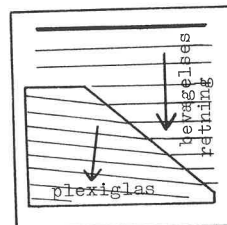


En barriere af form som en parabel lægges i karret, og en række parallelbølger rettes imod barrieren. Tilbagekastningen markerer tydeligt parablenes brændpunkt.

- g) Bølger, der udgår fra brændpunktet:

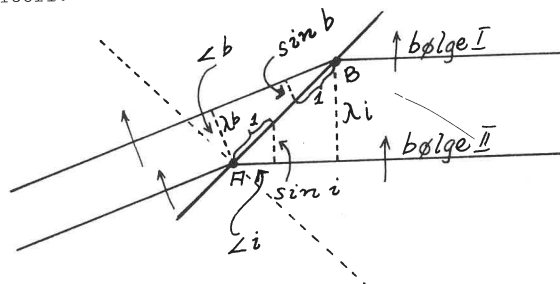
Der dyppes med stangen i brændpunktet, og man ser det samme mønster som ved forsøg f, men med modsat bevægelsesretning.

- h) Forskellig vanddybde giver forskellig bølgehastighed. Brydning af vand- (eller lys-)bølger:



Det ses, at der finder en afbøjning sted, når bølgerne løber ind over det lavvandede område over plexiglaspladen.

Teori:



Lad AB være grænsefladen, og lad bølge II følge efter bølge I i en bevægelse op ad papiret. Man får:

$$\lambda_i = AB \sin i$$

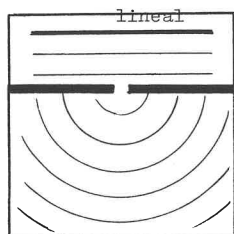
$$\lambda_b = AB \sin b$$

$$\frac{\lambda_i}{\lambda_b} = \frac{\sin i}{\sin b}$$

$$n = \frac{\sin i}{\sin b} = \frac{\lambda_i}{\lambda_b} = \frac{f \cdot \lambda_i}{f \cdot \lambda_b} = \frac{v_i}{v_b}$$

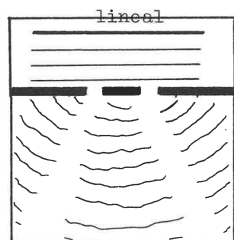
Det ses, at ved bølgeteorien må det forudsættes, at lysets hastighed er større i luft end i tættere stoffer (f.eks. vand og glas). Da Foucault (1862) opdagede, at lysets hastighed er størst i luft, blev det en stor sejr for bølgeteorien.

i) Bølgers bøjning om hjørner, f.eks. i en spalte:



j) Bølgers interferens (2 spalter).

Man så, der kom interferensstriber, der adskilte områder, hvor bølgerne vandrede udefter:



k) Interferens ved to tappe, der dypper samtidig.

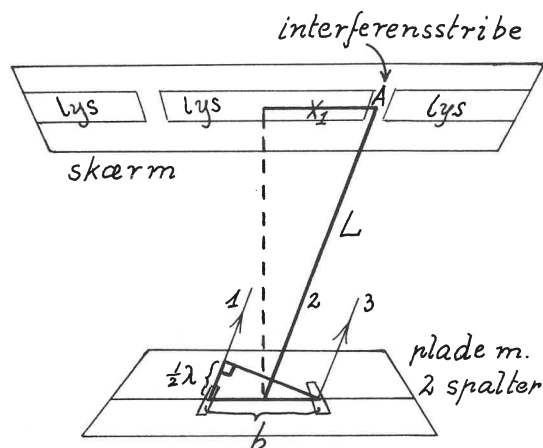
Her blev interferensmønsteret tydeligere. Det blev vist, at forøget frekvens (= mindre bølgelængde) medførte, at afstanden mellem interferensstriberne blev formindsket, samtidig med at der fremkom flere striber. Det blev antydnet, hvorledes man på elementær måde kunne beregne bølgelængden for de anvendte bølger udtrykt ved afstanden mellem de to spalter og afstanden mellem stribelinjerne. Man kunne derfor i skolen lade eleverne bestemme bølgelængder ved anvendelse af interferens og bagefter foretage kontrol ved direkte udmåling. Dette ville give grundlag for, at de dernæst kunne bestemme bølgelængden for f.eks. rødt og blåt lys, idet interferensmetoden er anvendelig ved lys.

1) Spalteafstanden skal være meget lille. På en

sværtet glasplade ridses med to sammenlagte barberblade en dobbeltspalte. Afstanden mellem spalterne kan måles, f.eks. ved, at man sætter glasset i lysbilledapparatet og projicerer dem på et lærred. Når man forud har bestemt forstørrelsen (med en millimeterlineal i apparatet), kan spalteafstanden beregnes.

Når autolampen (forsøg b) betragtes gennem dobbeltspalten, ses et meget tydeligt interferensmønster.

Teori:



Spaltebredden b er så lille og afstanden L så stor, at linierne 1, 2 og 3 kan anses for at være parallelle. Bølgedal og bølgetop vil derfor mødes i A, hvor de vil udslukke hinanden. Den lille retvinklede trekant er ensvinklet med den store retvinklede trekant, hvorefter følger:

$$\frac{\frac{1}{2}\lambda}{x_1} = \frac{b}{L}$$

$$\lambda = \frac{b}{L} \cdot 2x_1$$

Eksempel: $x_1 = 6 \text{ mm}$
 $b = 0,1 \text{ mm}$
 $L = 2000 \text{ mm}$
 heraf $\lambda = \frac{0,1 \cdot 12}{2000} \text{ mm} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$
 $= 6000 \text{ Å}$

Det blev til sidst ved gennemgangen af skemaet fremhævet, at bølgeteorien, der jo ved undersøgelserne havde vist sig overlegen overfor partikelteorien på flere punkter ikke kunne gøre rede for punkt 17 i skemaet. Det forholder sig altså således, at ingen af de to teorier er helt dækkende. Lys har både partikelegenskaber og bølgeegenskaber. Man har ikke kunnet opstille en enkelt anskuelig model for lys; men man har opbygget en teori, der tager hensyn til begge sider af lysets natur. Den erkendelse, man herved har opnået, har et langt videre perspektiv, idet den danner grundlaget for den moderne atomfysik.

Forelæseren betonedede flere gange, at han havde arbejdet gennem flere år med de tanker, der var nedfældet i forelæsnningen, og at han ville "missionere" for, at de burde indføres i skolens fysikundervisning, ikke blot fordi han anså emnet for et spændende og vigtigt område inden for lyslæren; men først og fremmest, fordi en behandling af dette emne åbner mulighed for at give en bedre forståelse af den moderne atomfysik.

1919 • 1969

JUBILÆUMS GÆSTE FORELÆSNING II

Nogle emner med demonstrationer fra den organiske kemi

v/ afdelingsleder, lektor H. C. Helt.

I forbindelse med jubilæumsarrangementerne i anledning af 50-året for stiftelsen af FYSIKLÆRERFORENINGEN - nu DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING - holdt afdelingsleder ved Danmarks Lærerhøjskoles Kemiske Institut, lektor H. C. Helt en gæsteforelæsning over: Nogle emner med demonstrationer fra den organiske kemi. Forelæsningen fandt sted den 15/2-69 i instituttets fællesauditorium og varede en time. Referatet dækker forelæsningsens hovedpunkter.

Antallet af kendte og beskrevne organiske forbindelser i "kulstof-kemien" overgår langt alle opregnelige forbindelser i den uorganiske kemi. Det skyldes dels, at molekylerne i den organiske kemi i mange tilfælde opbygges af kæder med indtil tusindvis af led, dels at der findes et enormt antal muligheder for ved udskiftning af brintatomer med andre atomer og atomgrupper at ændre sammensætningen af molekylet og danne nye stoffer. Det er forståeligt, at der ikke kan afses tid i skolen til en dybere indtrængen i den organiske kemi. I reglen behandles et udsnit af den under faget biologi (og i skolekøkkenet? - red.) og omfatter her omtalen af:

1) fedtstoffer 2) kulhydrater 3) proteinstoffer
Forelæseren medgav på dette sted, at der dog var enkelte lærebøger i fysik og kemi, der omtalte nogle simple organiske forbindelser, samt havde et afsnit om plasticstofferne.

Der pegedes på de organiske stoffers betydning såvel inden for industrien som i dagligtilværelsen. Eksempler:

Olieraffinaderier.

Den petrokemiske industri.

Plasticstofferne enorme betydning og talrige udnyttelsesmuligheder.

De syntetiske detergenter ("sulfo"), der praktisk talt har fortrængt sæben.

Mange stoffer fremstilles nu syntetisk til lavere priser end de naturligt forekomme, f.eks.:

syntetisk sprit = ethanol,

syntetisk glycerin = glycerol.

I skolen kan enkelte forsøg med plasticfremstilling gøres forholdsvis let. Demonstration heraf undlodes, da det tidligere har været vist af andre ved møder i DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING og har været refereret i FYSIKTIPS.

Alkanerne (tidligere kaldet paraffinerne) er kulbrinter med enkeltbindinger mellem kulstofatomerne. En af den organiske kemis fordele sammenlignet med den uorganiske er, at man her arbejder med atomer

med fast valens, f.eks. $C_{IV} - O_{II} - H_I$, og at man opererer med virkelige molekyler - ikke ionforbindelser.

En passant nævntes det, at "NaCl-molekylet" ikke eksisterer, men at Na - Cl er en ionforbindelse, der danner gitter. Iongittermodeller kan ofte være komplicerede.

Et andet eksempel på en uheldig skrivemåde:

Al_2O_3 "forklares" ofte således:

$$\begin{array}{c} Al \approx 0 \\ 0 \\ Al \approx 0 \end{array}$$

Hvilket ikke "ser godt ud" og heller ikke er rigtigt.

De faste valenser er en af forudsætningerne for, at man kan fremstille "naturtro" rumlige modeller af de organiske stoffers molekyler.

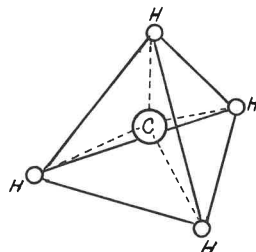
Todimensionale tegninger af molekyler kan være misvisende. Et eksempel herpå er methan, der oftest tegnes således:



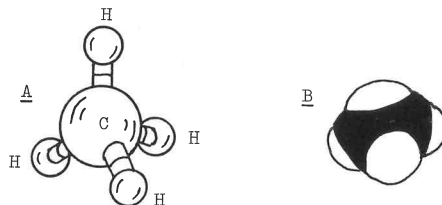
Hvis man i methanmolekylet ombytter to H'er med to Cl'er, kunne man fristes til at antage to isomerimuligheder, nemlig:



En rumlig model viser, at der ikke kan forekomme isomeri, idet methanmolekylet er opbygget som et tetraeder med C i midten og H'erne i hjørnerne.



Der findes to almindeligt anvendte modelserier.

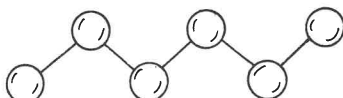


A: Phye-modellen er lettest at opfatte. Den er mest overskuelig.

B: Leybold-modellen er mere korrekt, men bliver uoverskuelig, når den skal gengive mere komplicerede molekyler.

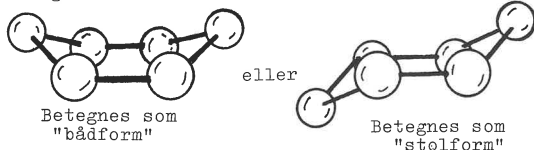
Som et eksempel på det sidste vistest Leyboldmodellen af et glukosemolekyle, der var vanskeligt at overskue - specielt for ikke-trænede.

Andre fordele ved modellerne (man anvendte i det følgende Phye-modellerne) var, at modellen umiddelbart viste alkanernes sigsag-formede kæder og desuden, at de er drejelige i leddene.



Alkanernes sigsag-kæde.

Det vistest, at heksanringen ikke kan blive plan, idet man ved lukning af ringen kan opnå to former, nemlig



Betegnes som "bådform"

Betegnes som "stolform"

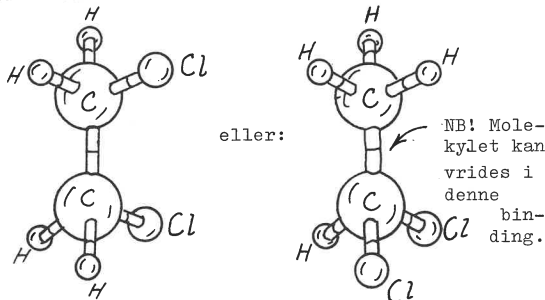
1: 4 C'er i samme plan + 2 opad.

2: 4 C'er i samme plan + 1 opad + 1 nedad.

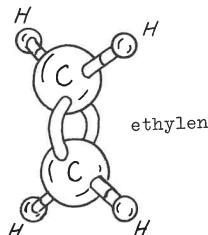
Molekylernes form kan være afgørende for stofferens fysiologiske virkninger (lægemidler).

Som eksempel på isomeri vistest dichlorethan, der er afledt af alkanen ethan.

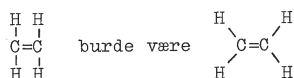
Der bliver to isomere muligheder:



Anderledes stiller det sig med en umættet (d.v.s. med dobbeltbinding) kulbrinte, der ikke kan vrides. Eksempel: ethylen.

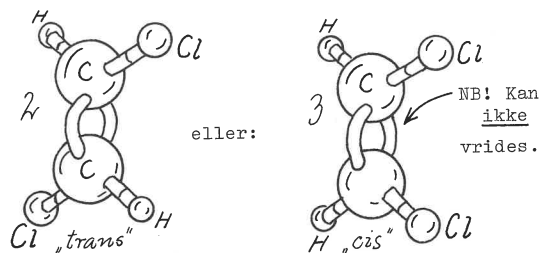


En dobbeltbinding er svagere end to enkeltbindinger. De umættede kulbrinter er derfor villige til at reagere med andre stoffer. I parentes bemærkes, at noteringen:



som det fremgår af modellerne.

På grund af molekylets stivhed vil der blive 3 muligheder (cis-transisometri) for dannelsen af et stof som dichlorethylen:



1: to Cl-atomer på det ene kulstofatom. (ikke vist).
2: og 3: trans-form og cis-form (se figurerne).

Omtale af alkanernes række:

Alkanerne er mættede kulbrinter, hvoraf mange findes i jorden som jordolier. Mættede kulbrinter kan navnlig bruges som brændstoffer.

De første i rækken: metan - ethan - propan - butan indgår bl.a. i flaskegas (fordræbes let ved højere tryk).

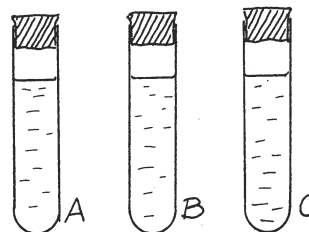
Heksan og heptan indgår i benzin.

Kæder med ca. 15 C-atomer danner olier, bl.a. paraffinolie, brændselsolie og smøreolier.

Længere kæder danner faste stoffer, f.eks. paraffin.

Slutstenen på rækken er polyethylen med op til 10 000'er af CH₂ der er kædet i sigsag.

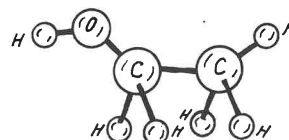
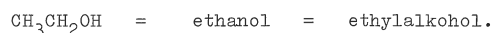
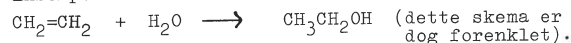
Forsøg:



Tre reagensglas med henholdsvis hexan (A), vand (B) og paraffinolie (C) vendes samtidig, så proppen kommer nedad. Der stiger da en luftboble op gennem væsken i alle tre glas. Boblens hastighed afhænger af væskens viskositet.

De umættede kulbrinter kan reagere med andre stoffer.

Eksempel I:



CH₃CH₂OH !

Eksempel II:

I lakfjernere findes komponenter, hvor man har adderet Cl til umættede kulbrinter.

Forsøg:

I et reagensglas blandes cyklohexan (mættet kulbrinte) med bromvand. Ingen reaktion (væsken vedbliver med at være farvet).

I et andet reagensglas blandes cyklohexen (umættet kulbrinte) med bromvand. Der følger en reaktion - farven forsvinder.

Derpå vist:

Krakning af paraffinolie.

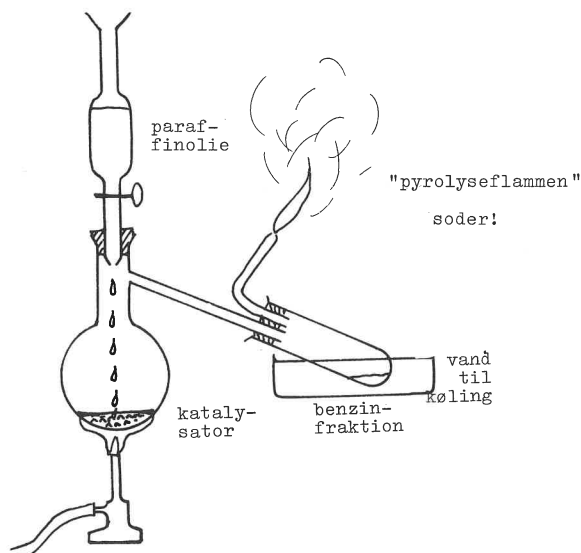
Ved en krakning, d.v.s. nedbrydning af en lang kæde til flere kortere kæder, vil der altid forekomme både mættede og umættede kæder i resultatet.

Eksempel:

Krakning af $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

kan føre til $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ og $\text{CH}_2\text{=CH}_2$

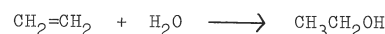
Apparaturet kunne betegnes som en laboratiemodell af et olieraffinaderi til krakning af paraffinolie under opvarmning af olien sammen med en keramisk katalysator, der bestod af perler af aluminiumsilikat.



Pyrolyseflammen er sodende på grund af det relativt store indhold af kulstof i forhold til brintindholdet i de umættede forbindelser.

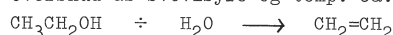
Fremstilling af ethylen og ethylethan.

Ved den tidligere nævnte reaktion, der forenklet blev noteret:



adderede man H_2O til ethylen under indvirkning af svovlsyre. Man kan imidlertid også gå den modsatte vej. Når man til ethanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) sætter conc. svovlsyre, er der følgende muligheder:

1) Overskud af svovlsyre og temp. ca. 160°C .



d.v.s. ethylen.

2) Overskud af ethanol og temp. ca. 140°C .



d.v.s. ether.

Apparaturet: se nederst på siden.

I U-rørene vaskes luftstrømmen med NaOH-opløsning, der fjerner SO_2 (dannes, fordi svovlsyren oxiderer det organiske stof), og med H_2SO_4 (conc.), der holder ether tilbage. Et tomt rør indskydes af hensyn til evt. sprøjtning. U-rørene fyldes kun i bunden med vaskevæske og glasperler. Det rensede ethylen kan derefter opsamles i cylinderglas over vand. Til det ene glas sættes lidt bromvand - ved omrystning forsvinder den rødbrune farve.

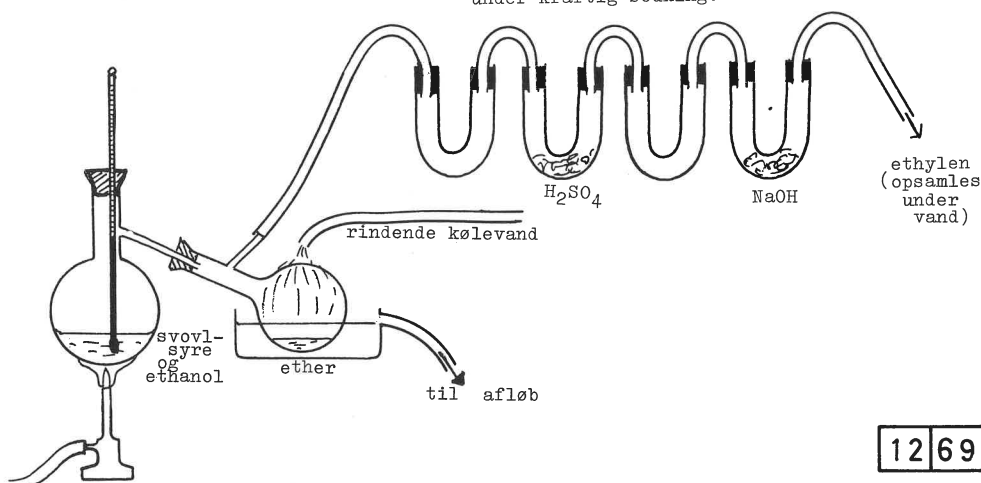
Den anden portion ethylen blandes med chlor i rumfangsforholdet 1:2 (det skete ved anvendelse af to cylinderglas, hvoraf det ene netop var dobbelt så stort som det andet).

Glassene, det store med chlor - det lille med ethylen, blev anbragt med åbningerne mod hinanden, beskyttelsesdækslerne blev trukket bort, og glassene endevendt nogle gange, hvorefter luftarterne var grundigt og ensartet blandet i begge glas).

Ved antændelse med en brændende pind sker reaktionen:



under kraftig sodning.



ELEKTRISKE SVINGNINGER

FORSØGSRÆKKE VED FYSIKKONSULENT, LEKTOR C. V. HENRICHSEN.

Referat: Ingolf Andersen. Figurer: Erik Iversen.

Supplerende bemærkninger: lektor C.V.Henrichsen.

Ved Københavnsafdelingens møde den 18/11-66 på Valhøj skole viste fysikkonsulent lektor C.V.Henrichsen en forsøgsrække over elektriske svingninger.

(Om årsagen til den sene fremkomst af referatet af mødet - se lektor Henrichsens supplerende bemærkninger).

Forsøgene udførtes med en frekvens på først ca. en MHz og dernæst 100 MHz svarende til en bølgelængde på 3 m. Lektor Henrichsen gjorde opmærksom på, at forsøgsrækken egentlig burde begynde med

- A:** Svingninger på indtil nogle få Hz, der kan påvises optisk (f.eks. ved visirudslag på et milliamperemeter).
- B:** Svingninger inden for det hørbare område, d.v.s. ca. 20 - ca. 20 000 Hz, der kan registreres af en telefon eller via forstærker og højttalere.

Af hensyn til den begrænsede tid vist ovennævnte forsøgsserie. Diagrammer, der kan anvendes til forsøg i A- og B-gruppen vil blive vist i slutningen af referatet.

I SENDEREN TIL FREKVENSS CA. 1 MHz

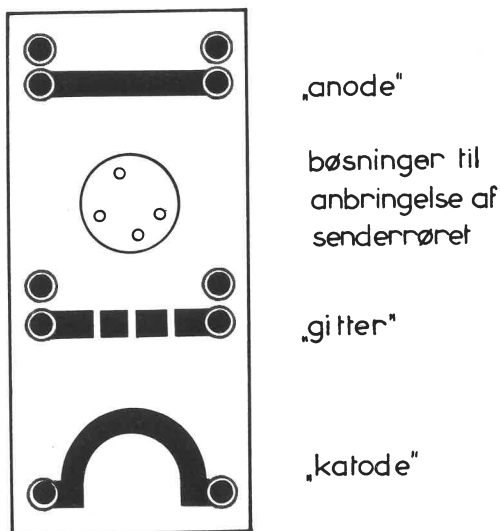


Fig. 1

Senderen var bygget op omkring en lodret anbragt etronitplade med påmalede signaturer for senderørrets anode, gitter og katode, og forsynet med 4 bøsninger til røret og 10 bøsninger til bananstik. Samtlige faste forbindelser var monteret på bagsiden af pladen. (Fig. 1).

g = gitterbatteri, ca. 12 volt med ÷ vendt mod gitter.

Diagram for opstillingen:

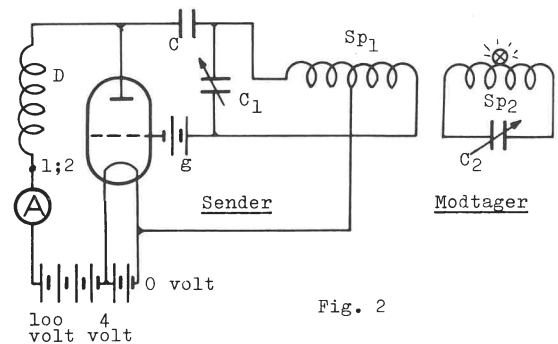


Fig. 2

- D = en alm. krydsviklet "honeycombspole" på 1500 vindinger. Den fungerer som drosselspole og spærrer for de højfrekvente svingninger i anodekredsen.
- C = blokkondensator 500 pF, der forhindrer jævnspændingen på anoden i at nå frem til gitteret, men tillader vekselspændingen ("svingningerne") at passere uhindret.
- C₁ og C₂ er afstemningskondensatorer, hver på 0 - 600 pF.
- Sp₁ og Sp₂ er spoler, hver på 9 vindinger, viklet af forsølvet messingtråd som skruefjedre, ca. 10 cm i diameter. De var støttet af ebonitlister. Disse spoler kan også bestå af et tilsvarende antal vindinger af alm. el-ledning, viklet på paprør el.lign.
- = en dværgfatning med dværgpære (2,5 V; 0,2 A) indskudt i spolens midterste vinding.
- A = milliamperemeter til kontrol af anodestrommen. **NB!** Det er vigtigt stadig at kontrollere, at anodestrommen ikke overskrider maksimalbelastningen for det/de anvendte rør.
- 1;2 betegnelserne 1 og 2 henviser til forsøg XIV.

Opstillingen:

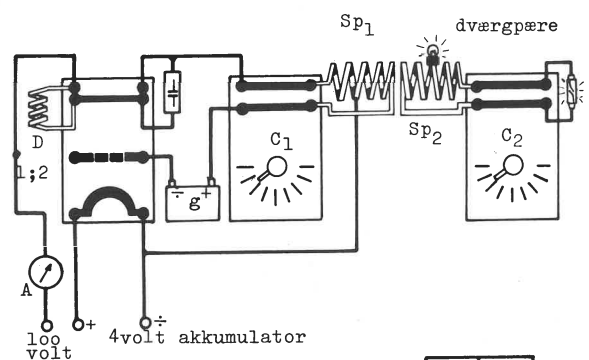


Fig. 3

Opstillingen viser, at sender og modtager fungerer. Ved den rette afstemning af svingekredsene med C_1 og C_2 lyser dværgpæren i S_2 som tegn på, at der er en strømbug i modtagespolens midte. Et glimrør, der forbindes over C_1 eller C_2 viser, at der er spændingsbuge over kondensatorerne.

Senderrøret var RE 604, der kan tåle at afgive 80 mA ved 200 V anodespænding. Man kunne i stedet bruge 2 stk. RE 304, der monteres i parallellforbindelse, d.v.s. stukket i de samme bøsninger fra hver sin side.

II AFSTEMNING AF MODTAGEREN VED VALG AF ANDEN SPOLE

Det vistes ved dværgpære og glimrør, at der kunne opnås resonans i modtagerens svingekreds ved passende valg af spole- og kondensatorværdier, f.eks.:

spole: 9 vindinger
kondensator: 30 "enheder" (d.v.s. indstillet på 30-mærket)

eller

spole: 3 vindinger
kondensator: 90 "enheder" (indstillet på 90-mærket)

i god overensstemmelse med formlen

$$\lambda = k \sqrt{L \cdot C}$$

hvor λ = bølgelængden, L = spolens selvinduktion, C = kondensatorens kapacitet og k = en konstant, der afhænger af de valgte enheder.

III BØLGELÆNGDEN SÆTTES NED TIL 3 m

For at afstemme senderen til den korte bølgelængde 3 m erstattes sendespolen på 9 vindinger med en "spole" på $\frac{1}{2}$ vinding (= bøjlen sp i diagrammet); med ledningerne bag på brættet er der naturligvis en hel vinding. (Fig. 4).

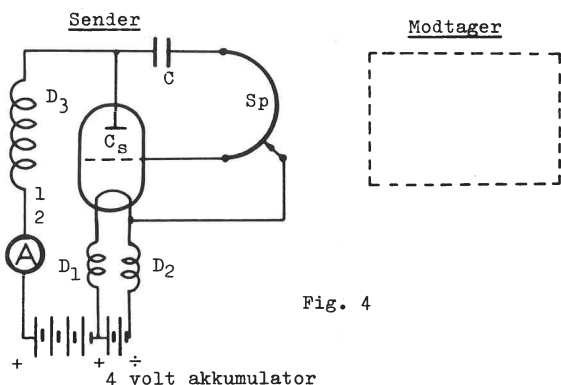


Fig. 4

Spærrekondensatoren C skal være stor (ca. 200 pF), idet kapaciteter adderes ved formlen

$$\frac{1}{C_{\text{senderrør}}} + \frac{1}{C} = \frac{1}{C_{\text{resulterende}}}$$

Når C vælges stor, bliver dens bidrag sammenlagt med de andre uundgåelige kapaciteter (der bl.a. stammer fra senderrøret) forsvindende.

Endvidere indskydes to drosselspoler D_1 og D_2 i akkumulatorens tilledninger. De er begge på 20 vindinger og er viklet som "selvbærende" skruefjedre med spolediameter på 3 cm. En tilsvarende, D_3 , er anbragt i anodetilledningen.

I tilknytning til denne senderopstilling demonstreres forskellige former for modtagere (resonanskredse):

IV RESONANSKREDS: SPOLE + KONDENSATOR

Spolen havde (ca.) 1 vinding med diameter 5 cm. Kondensatoren bestod af to cirkelformede plader, ca.

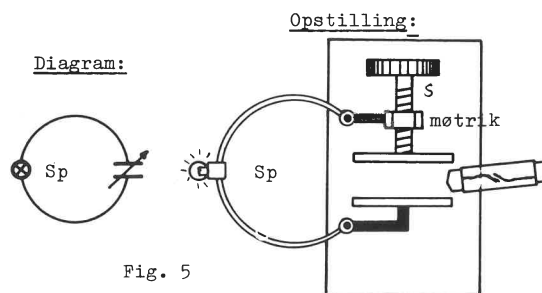


Fig. 5

4 cm Ø, hvoraf den nederste var fastgjort i vandret stilling på et etronitpanel. Den øverste var monteret på enden af skruen s . Kondensatorens kapacitet, der afhænger af afstanden mellem pladerne, finreguleredes med skruen s . Ved det aktuelle forsøg var denne afstand ca. 1 mm. (Fig. 5).

Σ = dværgfatning med dværgpære (2,5 V; 0,2 A). Når kredsen er afstemt efter senderen, lyser dværgpæren (strømbug), og glimrøret lyser mellem kondensatorpladerne (spændingsbuge).

V SPOLE MED STØRRE DIAMETER + KONDENSATOR

Samme modtagerpanel, men spolen udskiftes med en større på 1 vinding med 10 cm diameter. Kondensatorens værdi måtte formindskes. Afstanden mellem pladerne blev ca. 5 mm. Svingningerne påvistes atter med dværgpære og glimrør.

VI STØRRE "SPOLE" UDEN KONDENSATOR

Modtageropstillingen fjernes og erstattes med en "spole" med diameter = 50 cm. Den har form som en bøjle med en åbning foroven (fig. 6). Den er forsynet med et isolerende håndtag.

Σ = dværgfatning med pære (4 V; 0,04 A).

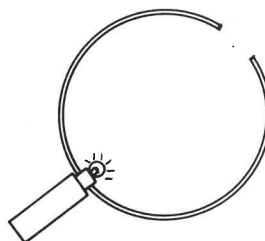
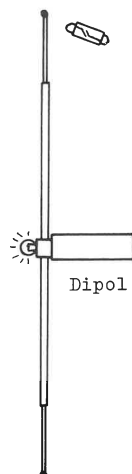


Fig. 6

VII



DIPOL

Modtageren er denne gang en dipol, hvis grene er tynde metalrør, der kan forskydes indbyrdes efter teleskopprincippet. Afstemning af dipolen foregår ved, at man varierer grenenes længde.

Fig. 7

Afstanden mellem sender og modtager kunne ved dette arrangement højst være ca. 40 cm, før dværgpæren (4 V; 0,04 A) slukkede helt.

VIII

SENDERENS EFFEKTIVITET FORØGES

En dipol, der anbringes umiddelbart ved siden af senderens spole (sp), kobles til denne og forårsager en stærkere udstråling end før. (Fig. 8).

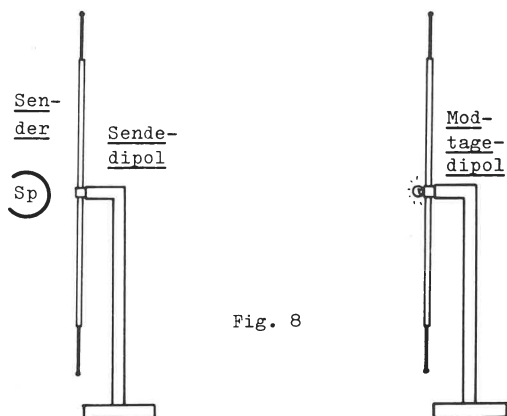


Fig. 8

Modtagedipolen kan nu rykkes ca. 1 m bort, før den modtagne energi bliver for ringe til at kunne påvises med dværgpæren (4 V; 0,04 A). Forklaringen herpå kan antydes ved de tre figurer på fig. 9.

De tre skitser viser i store træk de elektriske feltliniers forløb ved de tre svingekredse a, b og c. Det fremgår af skitserne, at dipolen giver de bedste betingelser for deres udbredelse i rummet.

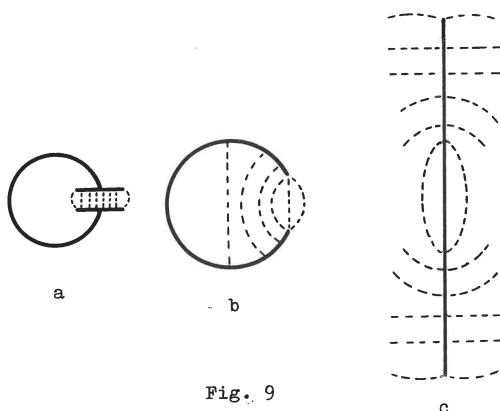


Fig. 9

IX

TYDELIG PÅVISNING AF STRØMBUG

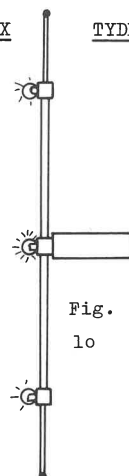


Fig. 10

Med den kraftigere sendeeffekt er det nu muligt at påvise strømbugen på midten af dipolen tydeligere end før, idet der anvendes en modtagedipol med 3 dværgpærer (fig. 10). Når denne dipol nærmes til senderen, lyser den midterste tydeligt kraftigere end de to andre. Da der således med rimelig sikkerhed er påvist én bug, kan der slutes, at dipolens længde repræsenterer $\frac{1}{2}$ bølgelængde. Dipolen måles og viser sig at være ca. $1\frac{1}{2}$ m lang, svarende til 3 m bølgelængde. (Fig. 11).

$$1/1 \text{ bølgelængde} = 3 \text{ m}$$

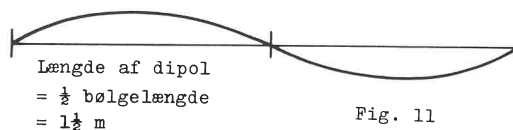


Fig. 11

X

SPÆNDINGSBUGE

For at påvise spændingsbugene i dipolens endepunkter kan det blive nødvendigt at sætte 220 V vekselstrøm direkte på senderrørets anode - hvorefter glimrøret lyser, når det nærmes til enderne af dipolen.

XI

DIPOL MED DETEKTOR

Modtagedipolen forsynes nu med en germaniumdiode som ensretter (detektor) og forbindes med et galvanometer (1-0-1 mA). Afstanden fra senderen

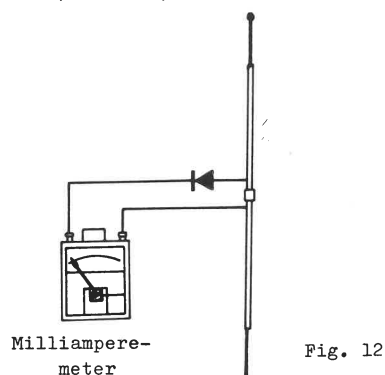


Fig. 12

øges til ca. 3 m. Galvanometret gør udslag for de ensrettede strømstød. (Fig. 12).

Dipolen drejes over i vandret stilling, men stadig vinkelret på retningen til senderen. Galvanometret viser nu 0.

Forsøget viser, at de elektriske bølger er polariserede (jvf. fig. 9, a, b, c).

Det er dog ikke muligt at pejle sig frem til en sender på denne måde.

XII PEJLING AF SENDEREN MED

PEJLEANTENNE

Til pejling udnytter man magnetfelterne omkring de elektriske feltlinier. Skitsen fig. 13 viser en groft forenklet model af et polariseret elektrisk felt, der forskydes mod højre.

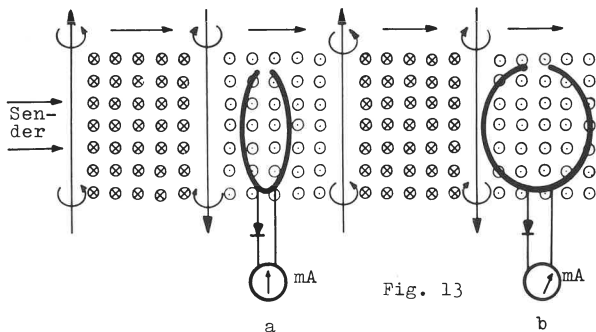


Fig. 13

De elektriske feltlinier er symboliseret ved lodrette pile, mens magnetfeltets induktionslinier er antydnet som pilespidser og pilefjer, idet de tænkes at ligge som lange pile langs fronten af el-bølgerne, vinkelret på papirets plan. Modellen skal blot illustrere, at en pejleantenne, der orienteres som i stilling b, vil omslutte flere induktionslinier end i stilling a.

Forsøget udførtes med "modtageren" fra forsøg VI, men dværgpæren var erstattet med germaniumdiode + galvanometer som i forsøg XI.

XIII VIRKNINGEN AF ET DIELEKTRIKUM

UDEN OM DIPOLEN

En dipol på ca. 16 cm's længde med dværgpære (4 V; 0,04 A) nedsænkedes i lodret stilling i vand. Pæren lyste. (Fig. 14).

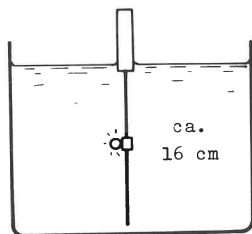


Fig. 14

Forklaring: Vands dielektricitetskonstant er 81. En bølgelængde på f.eks. 3 m i luft nedsættes med en faktor på $\frac{1}{\sqrt{81}} = \frac{1}{9}$ til $\frac{3}{9} \text{ m} = \frac{1}{3} \text{ m}$ i vand.

Den tilsvarende dipol får da længden $\frac{1}{6} \text{ m} = \text{ca. } 16 \text{ cm}$.

XIV MODULATION AF SENDEREN

Der anvendtes anodemodulation, og tilkoblingen skete efter diagrammet fig. 15, der bedes sammenholdt med diagrammet fig. 4. I modtagekredsen anvendtes dipolen fig. 12, idet galvanometret erstattedes med forstærker og højttaler.

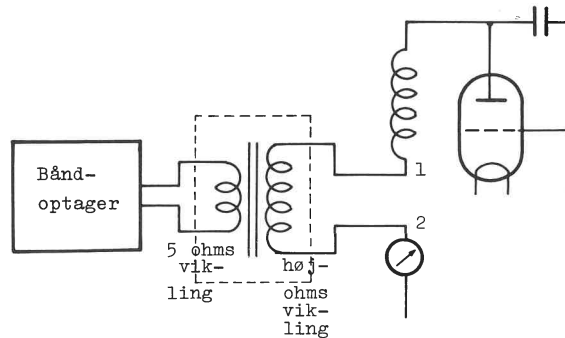


Fig. 15

Transformatoren på fig. 15 er en alm. højttaler-transformator, der blot benyttes omvendt for at få tilstrækkelig høje vekselspændinger.

o o o

Endvidere bringes diagram over en opstilling, hvor man kan operere med langsomme svingninger (jvf. indledningen).

1) SVINGNINGER PÅ NOGLE FÅ Hz

Diagram: Fig. 16.

Rør RE 3o4 (eller RE 6o4), $L_1 = L_2 = 12000$ vindinger på lukket U-kerne, $C = 12 \mu\text{F}$ bygget op af f.eks.

$(4+4+2+2) \mu\text{F}$ i parallelforbindelse.

A = milliamperemeter (demonstrationsmodel), hvis vi ser svinger i takt med svingningerne i systemet L_2C .

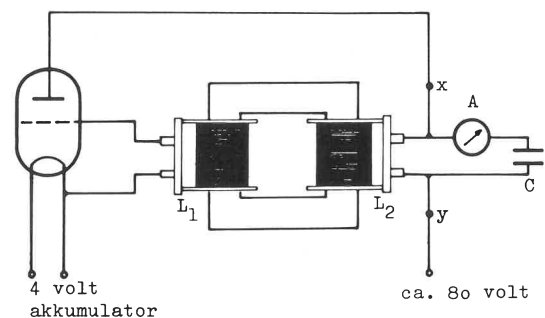


Fig. 16

Forsøg: Frekvensen vokser:

- når åget på jernkernen (langsomt) trækkes bort,
- når C formindskes ved, at man efterhånden fjerner kondensatorer. **NB!** Mindst én kondensator skal forblive i svingekredsen af hensyn til radorret.

2) FREKVENSER I DET HØRBARE OMRÅDE

Samme diagram som ovenfor, men med følgende ændringer:

$L_1 = 12000$ vindinger.

$L_2 = 1200$ vindinger.

A (milliamperemetret) ombyttes med en telefon, eller der tilsluttes højttaler.

Højttaleren må dog ikke indskydes i selve kredsen (L_2C), men derimod i kredsens tilledninger, altså

ved punkterne x eller y. Højttaleren skal være forsynet med højttalertransformator, så impedansen er passende høj.

(Som det vil fremgå af det følgende, er de benyttede rør udgået af fabrikationen; men da det i sin tid var gængse rør, har jeg valgt at gengive det oprindelige referat af hensyn til kolleger, der evt. skulle ligge inde med nogle stykker af de "gode, gamle" robuste rørtyper.

Ingolf Andersen)

SUPPLERENDE BEMÆRKNINGER

Kort tid efter at disse forsøg var vist, skete der det beklagelige, at det danske rørfirma, der havde fremstillet det benyttede rør, indstillede rørproduktionen helt, og opgaven var så at finde en passende opstilling med et moderne rør.

Det er nu sket, idet Philipstrioden EC 81 har vist sig at fungere lige så effektivt, når passende forholdsregler iagttages.

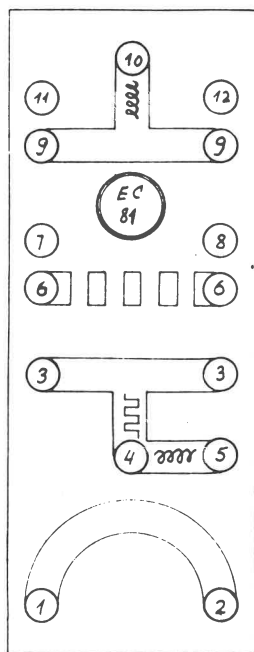


Fig. A

10^6 HERTZ

Monteringsbrædt for røret kan passende se ud som fig. A. Klemskruerne (1) og (2) er glødetilledninger (6,3 volt jævn- eller vekselstrøm).

(3) er katoden, og fra denne til (4) ligger en katedemodstand på 1 kOhm, således at gitteret (6) opnår en passende negativ spænding uden anvendelse af gitterbatteri. (9) er anoden, og mellem (11) og (9) anbringes bekvemt den på fig. 2 viste drossel-

spole, der dog nu er en kamerspøle med 4 kamre med i alt 1680 vindinger og med ferritkerne. Spærrekondensatoren C_1 kan sættes mellem (9) og (12). (7) og (8) kan bruges, hvis man ønsker at demonstrere en kvartsstyret svingningsgenerator, eller hvis man vil give gitteret forspænding ved hjælp af et gitterbatteri.

Alle monteringsklemmer tillader bananstikforbindelser både fra forsiden og fra bagsiden.

EC 81 kan arbejde med anodestømme op til 30 mA, og man vælger nemmest anodespændingen således, at strømmen ikke overskrider denne værdi.

10^8 HERTZ

Samme rør klarer også (let) 10^8 Hz. Opstillingen ses på fig. B, og de i fig. 4 viste 3 drosselspoler er nu blevet til 2 stk., der tilsluttes (10) og (5); men det har vist sig nyttigt derudover at anvende en anden type drossler D_4 og D_5 med ferritkerner, som sidder fast bag på brættet, og som vises i signatur på brættets forside (ved lavere frekvenser gør de hverken fra eller til) - alt sammen for at holde svingningsenergien på plads i kredsen. Af samme grund er der om glødetilledningerne, helt oppe ved rørfatningen, anbragt 2 små ferritperler (F F).

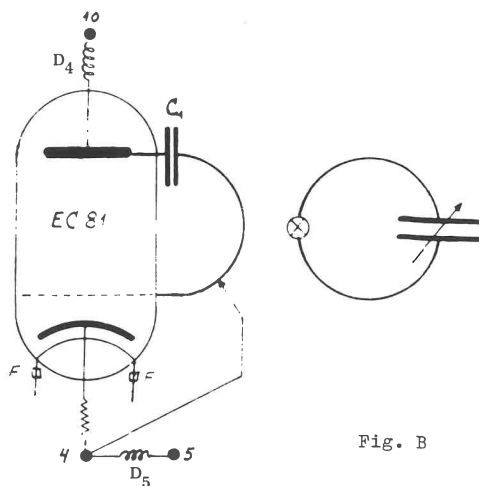


Fig. B

For at de tidligere beskrevne dipoler og resonanskredse skal kunne bruges uden ændringer af betydning, er kapaciteten mellem gitter og anode forøget med 10 pF, da frekvensen ellers blev alt for høj.

Det mest krævende af de tidligere beskrevne forsøg - nemlig at påvise spændingsbuge i dipolenderne med et lille glimrør - går godt her med jævnspænding på anoden og uden at overbelaste røret.

C.V.Henrichsen.

1919 • 1969

JUBILÆUMS GÆSTE FORELÆSNING III

SYRER, BASER

og INDICATORER

v/ professor, dr. phil. E. Rancke-Madsen

Som led i gæsteforelæsningsrækken i anledning af FYSIKLÆRERFORENINGENS - nu DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING - jubilæumsår holdt professor, dr. phil. E. Rancke-Madsen, Kemisk Institut, den 21. marts 1969 et foredrag med titlen: Syrer, baser og indikatorer. Forelæsnningen fandt sted i fællesauditoriet på Danmarks Lærerhøjskole.

Trods andet presserende arbejde har professor E. Rancke-Madsen vist "Fysiktips" den store elskværdighed selv at udarbejde nedenstående detaljerede referat af forelæsnningen:

SYRER, BASER og INDICATORER.

Syre-base-begrebet er et fundamentalt kemisk begreb, som en kemilærer sædvanligvis gerne vil have indført så tidligt som muligt i den elementære kemiundervisning. I "Den blå betænkning", som desværre kun er en dårlig støtte for den lærer, der vil give en moderne og pædagogisk vel tilrettelagt kemiundervisning, er emnet ganske vist ikke nævnt hverken under 6.-7. klasse eller 8.-9. klasse, men derimod står der under 1.-2. realklasse ordene "Syrer, hydroxider og salte", ligesom det også er her, at man finder den beklagelige og vildledende passus "Elstrømmens kemiske virkning (dissociation af syrer og enkelte salte)".

I folkeskolen kan der vel især blive tale om:

- 1) på et relativt tidligt tidspunkt at lægge et forberedende arbejde i omtalen af syre-base-begrebet
- og 2) på et senere tidspunkt at gennemgå Brønsted's ⁺

syre-base-opfattelse. Det skal dog også nævnes, at en enkelt dansk realklasselærebog venter med at omtale syrer og baser til et noget senere tidspunkt i pensum, hvor så til gengæld Brønsted's definitioner umiddelbart kan indføres. Det er også muligt, at man ikke når længere end til at "berede vejen" for Brønsted's syre-base-opfattelse og dermed lader en eventuel senere uddannelsesform tage sig af denne; men under alle omstændigheder bør folkeskolens gennem-

gang af syrer og baser ikke blokere for en senere indførelse af Brønsted's teori.

Brønsted's syre-base-teori blev derpå kort resumeret. (Se senere - red.)

Syre-base-begrebets historie.

Tidligst var "alkalierne" kendt ("Al-qaliy" = "asken af sodaurt"; af arabisk "qalay" = "stege på en pande"). Alkali var oprindeligt betegnelsen for planteaske; men efterhånden lærte man at skelne mellem "vegetabilsk alkali" (= potaske, K_2CO_3), "mineralisk alkali" (= soda, Na_2CO_3) og "flygtigt alkali" (= ammoniak, NH_3). Alkalierne tildelte vand "alkalisk smag". De "milde alkalier" (potaske og soda) kunne "skærpes" ved tilsætning af brændt kalk og vand, idet der herved dannedes "ætskalier" (KOH og NaOH).

Navnet "base" stammer fra, at baserne var "basis" for salte, og begrebet omfatter foruden alkalierne også tungtmetalloxider (der ikke tildeler vand alkalisk reaktion, idet de er tungtopløselige), idet disse også kan forene sig med "sure stoffer" til salte. Franskmanden Rouelle definerer således i 1774 en base som et stof, der kan omsætte sig med en syre under dannelsen af et salt.

Med Arrhenius' elektrolytiske dissociationsteori (1887) kommer hydroxiderne i forgrunden. Baserne er nu stoffer, der kan fraspalte OH^- i vandig opløsning, og de klassiske alkalier er ikke længere baser, men giver ved hydrolyse OH^- i vandig opløsning. Ligeledes giver metaloxider med H_2O hydroxider, der kan give de nødvendige OH^- . En særlig vanskelighed voldt NH_3 , og man postulerede dannelsen af NH_4OH . Da man havde de samme vanskeligheder med de organiske aminer, prøvede man på at indføre to typer baser 1) "anhydro-baser" som NH_3 og aminer og 2) "aquo-baser" som f.eks. KOH. Imidlertid har den falske analogi NH_4OH levet videre i skolebogsliteratur og trives her den dag i dag.

⁺ NB! J.N.Brønsted stavede sit navn uden d i midten.

J.N.Brønsted definerer i 1923 en base som et stof, der kan optage en proton, og hermed er vanskelighederne, som Arrhenius-baserne medførte, faldet bort. Det kan yderligere bemærkes, at de gamle alkalier er baser igen - eller i hvert fald indeholder en base.

Syre hedder på latin "acidum" (af "acetum" = "ed-dike"). Syrebegrebet anvendtes først som fællesbetegnelse for sure plantesafter. De almindelige mineralsyrer var kendt ca. år 1200. Karakteristisk for syrerne er på dette tidspunkt af udviklingen syrerens sure smag, deres store opløselighed (vandsugende evne) og deres evne til at opløse andre stoffer.

Robert Boyle angiver i 1663 andre kendetegn for syrer, f.eks. forholdet overfor indikatorerne. Han antager, at syrerens sure smag skyldes, at syrepartikler er spidse. (Denne tanke videreføres af andre kemikere, og den teori bliver senere opstillet, at syrerne er spidse og baserne porøse, og neutralisationsprocessen består i, at spidserne trænger ind i porerne. - Det er også denne tankegang, der ligger bag den endnu gængse sprogbrug: Man "afstumper" syren, når man neutraliserer den).

Van Helmont (død 1644) understreger syrerens evne til at neutralisere alkali og alkaliske jordarter under saltdannelse. derved bliver hos Tachenius (1666) også kvarts (trods tungtopløseligheden) en syre.

Flogistikerne antog et fælles syreprincip, en "acidum universale". Da carbondioxid var blevet opdaget af Black (1754), blev dette stof almindeligt antaget for at være syreprincipet.

For Lavoisier blev ilten syreprincipet: Ved forbrændinger i ilt kunne syrerne fremstilles. En syre bestod derfor af oxygenium + et ikke-metallisk princip. Ved forening af syre og base fås salt, f.eks.
 svovlsyre + brændt kalk $\rightarrow$ svovlsur kalk
 (d. v. s. SO_3 + CaO $\rightarrow$ CaSO_4)

Klorbrinte måtte derfor indeholde ilt (og klor endnu mere ilt). Imidlertid påviste Humphry Davy (1810), at klor ikke indeholder ilt. Dette medførte en årelang diskussion. Efterhånden lærte man andre iltfri syrer at kende (i 1830 kendte man: HF , HCl , HBr , HI , HCN , HSCN , H_2S , H_2Se , H_2Te , H_2SiF_6 og HBF_4). Man prøvede at klare sig med forskellige teorier. Gay-Lussac m.fl. mente, at foruden ilt var beslægtede stoffer som f.eks. klor også udtryk for syreprincipet.

Dulong hævdede, at brinten er fælles for alle syrer (og dermed er det f.eks. H_2SO_4 og ikke SO_3 , der er syren). Megen diskussion følger, men i 1838 definerer Liebig en syre som "et stof, der indeholder brint, og i hvilket brint kan erstattes af et metal".

Liebigs definitioner accepteres efterhånden. Definitionen ændres ikke af Arrhenius' dissociationsteori, idet brintioner her uden vanskelighed bliver bærerne af syreegenskaber i vandig opløsning.

I 1923 definerer Brønsted en syre som et stof, der kan fraspalte en proton. Brønstedts syre-base-teori blev her i landet først indført i gymnasieundervisningen i 1933 i 2. udgaven af L.J.Rings lærebog i kemi, og teorien benyttes nu i de fleste civiliserede lande både på skole- og universitetsniveau.

Brønstedts syre-base-teori er utvivlsomt af stor pædagogisk betydning ved gymnasiets og de højere læreanstalters kemi-undervisning. Teorien fungerer udmærket, og det eneste, man måske savner, er en fornuftig placering af syreanhydriderne i systemet.

En elementær indførelse af syrer og baser, hvis en sådan ønskes inden omtalen af Brønstedts teori, må sikkert bygge på visse traditionelle "syreegenskaber" og "baseegenskaber", og der må da forudsættes, at der er tale om syrer og baser af en vis rimelig styrke (adskilligt stærkere end H_2O). Disse egenskaber kan være flere eller færre; almindeligt vælges nogle af følgende:

A) Syreegenskaber.

- 1) Lakmus farves rødt af syrer (evt. omtales også andre indikatorer).
- 2) Syrer smager surt.
- 3) Alle syrer indeholder H, og H_2 kan afgives ved behandling af syrer (evt. under særlige omstændigheder) med visse metaller. (NB: a) metallerne og spændingsrækken, b) oxiderende syre giver ikke nødvendigvis H_2 med metal før H i spændingsrækken, c) visse metaller (f.eks. Zn og Al) kan give H_2 med stærk base).
- 4) Syre-egenskaberne ophæves af tilstrækkelig tilsætning af base.
- evt.5) Na_2CO_3 giver CO_2 med syre.

B) Baseegenskaber.

- 1) Lakmus farves blå af baser.
- 2) Baser smager ludagtigt (som f.eks. Na_2CO_3).
- 3) NB: Der er ingen parallel til den 3. syreegenskab (baser indeholder altså ikke nødvendigvis OH).
- 4) Baseegenskaberne ophæves af tilstrækkelig tilsætning af syre.
- evt.5) NH_4 -salt giver NH_3 med base.
- evt.6) Opløsninger af baser føles "fedtede".

NB: Det bemærkes, at neutralisation af syre med base (og omvendt) er én ting, og neutral opløsning er en anden ting, idet mange salte reagerer surt og vel endnu flere basisk i vandig opløsning.

Indicatorer. Disse anvendes både inden for den kvantitative og inden for den kvantitative analyse og også på andre felter, - kendtest er vel den kolorimetrisk pH-bestemmelse. Det kunne være fristende at medtage lidt om indikatorerne (ud over lakmus) i realklassernes pensum. (NB: Der kendes også andre typer indikatorer end syre-base-indikatorer; men når man blot siger "indikatorer", tænker man vel altid på disse).

Indikatorernes historie.

Robert Boyle anses ofte for at være den første, der har erkendt, at mange planteekstrakter skiftede farve, når de blev behandlet med syre eller base. Dette er nu ikke rigtigt; men Boyle gjorde ved sin beskrivelse (1664) af disse planteekstrakter dette forhold almindeligt kendt, så han for eftertiden kom til at stå som den, der havde opdaget indikatorerne. Der var trods alt mange, der forud for Boyle havde erkendt, at visse plante-farvestoffer skiftede farve, når de blev behandlet med syre eller med base, og Boyle selv henviser da også til, at Gassendus har beskrevet (1658), hvorledes røde roser skifter farve ved behandling med svovlsyre og med potaske. Og bl.a. hos Langham (1633) læser man: "Kast cikorieblomster i en myretue, og de vil snart blive røde som blod" - men årsagen kommer Langham ikke ind på.

Den første indikator, som Boyle beskriver, er ejendommeligt nok en fluorescens-indikator, Lignum Nephriticum, som fremstilles ved at ekstrahere en bestemt mexikansk træsort. Den næste indikator, som Boyle omtaler, er violsirup, og denne indikator synes at være Boyles favorit-indikator, og eftertiden anvender den almindeligt til ind i det 19. århundrede. Viol bliver (som næsten alle blå plantestoffer) rød med syrer og grøn (ikke blå) ved påfølgende tilsætning af base. Boyle omtaler mange andre indikatorer, men han nævner ikke lakmus's indikator-egenskaber. Lakmus er i øvrigt på det tidspunkt ekstraktet af heliotrop (solvende, tournesol), men navnet overføres siden til ekstraktet af visse lavarter.

I tiden efter Boyle bliver violsirup og lakmus de vigtigste og almindeligste indikatorer, selv om talrige andre beskrives og benyttes. Eksempelvis skriver James Watt (ham med dampmaskinen) i 1784 en afhandling om syrer og baser, og han anvender bl.a. ekstrakter af den røde rose, af den blå iris og af viol. Han fremstiller indikatorpapir af disse ekstrakter, men da han hen på vinteren skulle bruge dette papir, duede det ikke længere, og han finder så på i stedet at benytte rødkål.

I begyndelsen af 1800-tallet bliver lakmus og curcuma de mest foretrukne indikatorer, medens violer efterhånden forsvinder. Det kan dog nævnes, at Faraday i sin lærebog i kemi (1827) benytter både rødkål og rabarber foruden lakmus og curcuma.

En gene ved de fleste af de foreslåede plante-ekstrakter var den begrænsede holdbarhed, ligesom ekstraktet også indeholder andre stoffer end selve indicatoren. Det blev derfor et stort fremskridt i indikatorernes historie, da de syntetiske indikatorer i 1870'erne (phenolphthalein m.fl.) og sidenhen fandt indpas. Herved startedes en ny udvikling, idet de syntetiske indikatorer muliggør nøjagtigere målinger. Idag benyttes plante-ekstrakter aldrig til kvantitative formål, medens lakmus (og til dels curcuma) stadig finder anvendelse til kvalitative formål.

Til slut skal nævnes, at Wilhelm Ostwald i 1894 gav en teoretisk forklaring på indikatorernes virkemåde, - en forklaring, der bliver endnu mere let tilgængelig, når Brønsted's syre-base-begreb indføres.

- - - - -

Efter foredraget vistes en Chem-study-film om indikatorer, og herefter viste amanuensis, mag. scient. Jørn Christiansen nogle udvalgte forsøg med indikatorer. (Se senere - red.)

E. Rancke-Madsen.

o o o o o

Resumé af J.N.Brønsted's syre-base-teori.

- Et stof, der kan afgive én eller flere protoner, er en syre (en donor).
- Et stof, der kan optage én eller flere protoner, er en base (en acceptor).

Der ligger i denne definition, at der må eksistere et lige stort antal af syrer og baser, idet man har:

$$\text{syre} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{base}.$$

Denne formel må opfattes som et princip. Da protoner ikke har nogen reel eksistens i noget rimeligt tidsrum, udtrykker den blot, at der til hver syre svarer en "korresponderende" base - og omvendt. Den principielle formel, der stort set dækker største parten af kemien, er følgende:



idet korresponderende syre og base er afmærket med samme indekstal.

I mange tilfælde vil der kun være tale om den ene pil - eller pile, der symbolsk tegnes med forskellig længde, når processen har størst tilbøjelighed til at forløbe i den ene retning.

I vandig opløsning vil største parten af brintionerne være hydrotiserede. For vands vedkommende gælder følgende:



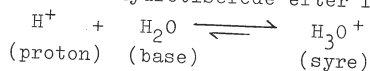
(syre) (proton) (base)

d.v.s., at vand er den med basen OH^- korresponderende syre (stoffet NaOH er egentlig et salt af den-

FYSIKTIPS

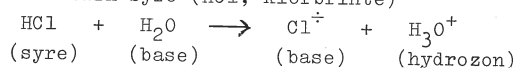
DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

ne syre). Endvidere: I vandige opløsninger er et stort antal H^+ hydrotiserede efter formlen:

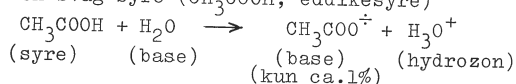


Under disse forhold er vand en base, der korresponderer med syren H_3O^+ (hydrozon). Et stof, der veksler mellem syre- og basetilstanden, kaldes et amfotert stof. Denne egenskab ved vand understregedes yderligere gennem en række eksempler.

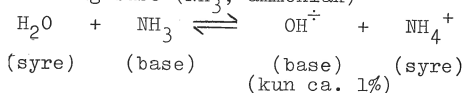
I) en stærk syre (HCl, klorbrinte)



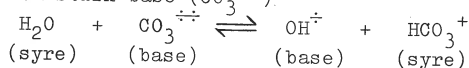
II) en svag syre (CH_3COOH , eddikesyre)



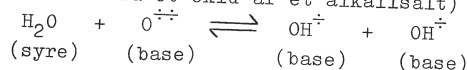
III) en svag base (NH_3 , ammoniak)



IV) en stærk base (CO_3^{++})



V) O^{++} er en meget stærk base (O^{++} kan f.eks. stamme fra et oxid af et alkaliskt)



Farvefilmen, der havde indtalt tekst, redegjorde for en række indikatorers reaktioner med væsker af forskellig pH-værdi, og viste, hvorledes en blanding af indikatorer med hver sit karakteristiske farveomslag kunne arbejde samtidig i en fælles opløsning, så de tilsammen udgjorde en universal-indicator.

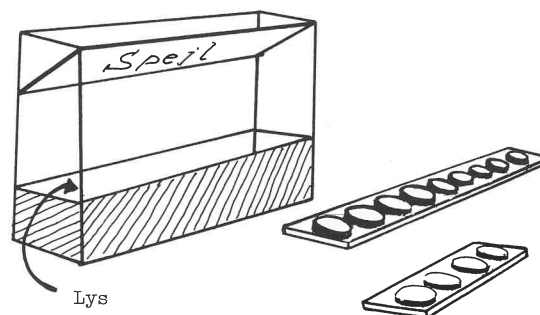
Efter filmen gennemgik amanuensis, mag. scient. Jørn Christiansen en tilsvarende forløbsrække, der

instruktivt illustrerede farveændringerne (farveomslagene) for de 4 indikatorer, der indgik i den benyttede universalindicator, nemlig

- I Bromthymolblåt,
- II Methylorange,
- III Methylrødt og
- IV Phenolphthalein,

jels når de anvendtes hver for sig, og dels når de i blandinger blev tilsat en række væsker med pH-værdier, der var afstemt fra pH_1 op til pH_9 (idet de sidste pH-værdier fra 10 til 14 var udeladt).

Til dette formål var 4 rækker petriskåle arrangeret i udskæringer på 4 lange bakker. Bakkerne kunne anbringes i et stativ, hvor skålene blev belyst nedefra og således, at tilhørerne kunne iagttage dem i et skråtstillet spejl, der var fastspændt over dem. Bakkerne med skålene kunne anbringes enkeltvis i stativet, eller de kunne stables oven på hinanden, så lyset nedefra passerede flere lag skåle. Derved blev det muligt at iagttage farvevirkningerne, dels ved tilsætning af en enkelt indikator, dels ved tilsætning af blandinger af flere indikatorer. Når alle 4 bakker stabledes oven på hinanden, sås hvorledes universalindicators farveændringer afspejlede de pågældende væskers pH-værdi.



Figuren viser (skematisk) opbygningen af stativet med afskærmede lyslegemer foroven og et skråtstillet spejl foroven. Der var 3 bakker med hver 9 petriskåle til indikatorerne I, II og III, medens der kun var 4 skåle i den fjerde bakke til indikator IV (phenolphthalein).

Oversigt over farveomslag:

- I: Bromthymolblåt.
Skifter fra gul til blå ved $pH_{6,0} - pH_{7,6}$
- II: Methylorange.
Skifter fra "rød" til gul ved $pH_{2,8} - pH_{4,0}$
- III: Methylrødt.
Skifter fra rød til gul ved $pH_{4,2} - pH_{6,3}$
- IV: Phenolphthalein:
Skifter fra farveløs til rød ved $pH_{8,4} - pH_{10,0}$

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

OVERSIGT OVER FORSØGSRÆKKEN

Der benyttes 3 bakker à 9 petriskåle med afstemte puffer-opløsninger fra p_H1 til p_H9 og én bakke med 4 skåle: p_H6 til p_H9 (sidste skål mrk. p_H9 var afstemt, så man var sikker på farveomslag ved tilsætning af phenolphtalein.

p_H1	p_H2	p_H3	p_H4	p_H5	p_H6	p_H7	p_H8	p_H9
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

p_H6	p_H7	p_H8	p_H9
--------	--------	--------	--------

I: Hver skål tilsættes 2 ml brommethylblåt.

gul	gul	gul	gul	gul	gul	grøn	blå	stærk blå
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----------

II: Hver skål tilsættes methylorange.

rød	rød	?	gul	gul	gul	gul	gul	gul
-----	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

I + II: De to bakker stables og giver følgende farver:

rød	rød	rød	gul	gul	gul	blå	blå	blå
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

III: Hver skål tilsættes methylrødt.

rød	rød	rød	rød	?	gul	gul	gul	gul
-----	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----

I + II + III: De tre bakker stables og giver følgende farver:

rød	rød	rød	rød	orange	orange	gul	grøn	grøn
-----	-----	-----	-----	--------	--------	-----	------	------

IV: Der tilsættes phenolphtalein.

farve- løs	farve- løs	farve- løs	rød
---------------	---------------	---------------	-----

I + II + III + IV: Alle 4 bakker stables og viser universal-indicatorens farveskala:

rød	rød	rød	rød	orange	gul	gul- grøn	grøn	violet
-----	-----	-----	-----	--------	-----	--------------	------	--------

OPGAVER I NATURLÆRE

ved

TEKNISK REALEKSAMEN

1969

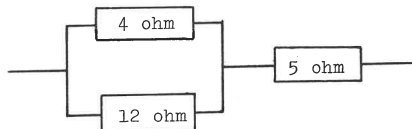
OPGAVER I NATURLÆRE

REALEKSAMEN, TEKNISK LINIE, MAJ-JUNI 1969.

Løsninger og kommentarer ved overlærer, cand. jur.

SIGURD JACOBSEN

- 1) En samlelinse med brændvidden 20 cm danner et billede, der er 4 gange så højt som genstanden.
Hvor stor er afstanden fra genstanden til linsen?
- 2) Hvor mange gram brændt kalk (calciumoxid) fås ved ophedning og fuldstændig spaltning af 10 g calciumcarbonat?
Hvor mange g kuldioxid undviger?
- 3) Beregn tyngdeaccelerationen det sted på Jorden, hvor et 0,2 m langt pendul udfører 245 svingninger på 220 sekunder. $\pi = \frac{22}{7}$.



- 4) Diagrammet viser to parallelt forbundne modstande på 4 ohm og 12 ohm anbragt i serie med en modstand på 5 ohm. Når strømstyrken gennem de 4 ohm er 6 A, hvor stor er så strømstyrken gennem de andre modstande?
Hvor stort er det samlede spændingsfald over modstandene?
- 5) En bil kører med en hastighed af 72 km/h. Den bremses fuldstændigt på en længde af 30 m.
Hvor lang tid varer opbremsningen?
Hvor stor er den negative acceleration (middelaccelerationen)?
- 6) 100 g blyhagl fremstilles ved, at man lader samme mængde smeltet bly dryppe ned i en beholder med vand. Blyets temperatur er netop smeltepunktet 330°. Beholderen indeholder 295 g vand med en begyndelsestemperatur på 10°.

Hvor stor bliver vandets temperaturstigning (1 dec.)? (Der tages ikke hensyn til beholderens opvarmning og andre varmetab).

- 7) En buelampe er gennem en formodstand tilsluttet lysnettet (220 V). Buelampen er konstrueret til en strømstyrke på 5 A og har da en modstand på 8 ohm. Beregn:

- a) formodstandens størrelse,
- b) buelampens effekt,

c) effekttabet i formodstanden.

Hvor stor en energi, målt i kalorier, går tabt i formodstanden, når buelampen er tændt $\frac{1}{2}$ time?

- 8) En resulterende kraft på 50 N accelererer et legeme med massen 5 kg fra hvile gennem en vandret vejstrækning på 6 m.

Beregn accelerationens størrelse.

Hvor stor bliver legemets kinetiske energi? Når legemet har tilbagelagt de 6 m, ændres den resulterende kraft til 20 N, som virker gennem en vej-længde på yderligere 3 m.

Hvilken sluthastighed har legemet da?

Løsninger.

Vi benytter følgende tabelværdier:

Atomvægte: Ca = 40
C = 12
O = 16

Bly's varmekapacitet: 0,031 cal/g. grad

1 Ws = 0,24 cal

Bly's smeltevarme = 5,9 cal/g

Opgave 1.

Idet afstanden genstand-linse betegnes med a, afstanden billede-linse med b samt brændvidden f, har vi

$$\text{forstørrelsen } F = 4 = \frac{b}{a}$$

$$\text{eller } b = 4a$$

som indsat i linseformlen

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

giver

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{4a} = \frac{1}{20}$$

hvoraf fås

$$a = 25 \text{ cm}$$

Opgave 2.

Reaktionen er $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

Molekyltallene viser os, at

100 g CaCO_3 giver 56 g CaO + 44 g CO_2

således at

10 g CaCO_3 giver 5,6 g CaO + 4,4 g CO_2

Opgave 3.

Formlen for et penduls svingningstid er

$$t = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

hvor l er pendullængden. Indsætter vi de kendte størrelser, har vi

$$\frac{220}{245} = \frac{44}{7} \cdot \sqrt{\frac{0,2}{g}}$$

hvoraf $\sqrt{\frac{0,2}{g}} = \frac{1}{7}$

og $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Opgave 4.

Da strømstyrken gennem de 4 ohm er 6 A, må spændingsfaldet være $4 \cdot 6 = 24 \text{ V}$
 Da vi har samme spændingsfald over de 12 ohm, bliver strømmen gennem denne modstand $24 : 12 = 2 \text{ A}$
 Gennem de 5 ohm har vi da en strøm på $6 + 2 = 8 \text{ A}$
 og spændingsfaldet over denne $8 \cdot 5 = 40 \text{ V}$
 Det samlede spændingsfald er altså $24 + 40 = 64 \text{ V}$

Opgave 5.

Vi omregner 72 km/h til 20 m/s
 og benytter Galilæis formler
 1) $v = at$ eller indsat $20 = at$
 2) $s = \frac{1}{2}at^2$ eller indsat $30 = \frac{1}{2}at^2$
 Når vi indsætter ligning 1) i ligning 2), får vi
 $30 = \frac{1}{2} \cdot 20t$
 eller $t = 3 \text{ s}$
 Dernæst finder vi $a = 20 : 3 = 6\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$

Opgave 6.

Ved størkningen afgiver blyet $100 \cdot 5,9 = 590 \text{ cal}$
 Ved afkølingen til fællestemperaturen F afgives $100 \cdot 0,031 \cdot (330 - F) \text{ cal}$
 Vandet modtager $295 \cdot (F - 10) \text{ cal}$
 Ligningen bliver altså:
 $590 + 100 \cdot 0,031 \cdot (330 - F) = 295 \cdot (F - 10)$
 hvorefter man finder $F = 15,3^\circ$
 Vandets temperaturstigning bliver $5,3^\circ$

Opgave 7.

Den samlede modstand skal være $220 \text{ V} : 5 \text{ A} = 44 \text{ ohm}$
 og formodstanden $44 - 8 = 36 \text{ ohm}$
 Buelampens effekt $= i^2 \cdot r = 5^2 \cdot 8 = 200 \text{ W}$
 Formodstandens effekt $= 5^2 \cdot 36 = 900 \text{ W}$
 På $\frac{1}{2}$ time afsættes i denne $900 \text{ W} \cdot 1800 \text{ s} \cdot 0,24 \text{ cal/Ws} = 388800 \text{ cal}$

Opgave 8

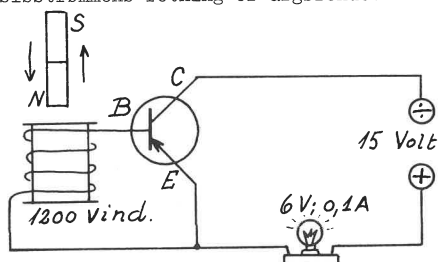
I formlen $K = m \cdot a$
 indsætter vi $50 \text{ N} = 5 \text{ kg} \cdot a$
 der giver $a = 10 \text{ m/s}^2$
 Den kinetiske energi efter 6 m er $E_k = K \cdot s = 50 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} = 300 \text{ J}$
 Efter de sidstnævnte 3 m er der yderligere tilført $E_k = 20 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 60 \text{ J}$
 således, at den samlede energi nu er 360 J

Sluthastigheden findes af $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
 dvs. $360 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v^2$
 hvorefter $v = 12 \text{ m/s}$

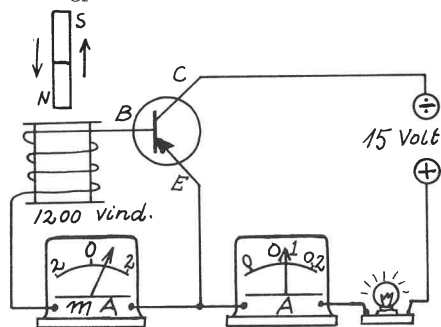
Sigurd Jacobsen.

TRANSISTOR = FORSØG

Referat: overlærer Flemming Mørch.
 Ved Frederiksborg amts afdelings møde i november 1969 talte fagkonsulent F. Tommerup Jensen om "Valgfri fysik" i 8., 9. og 10. kl.
 Fagkonsulenten demonstrerede ved denne lejlighed et forsøg, der på overskuelig måde viser væsentlige træk ved en transistors virkemåde. Transistoren, mrk. AD 149, er en såkaldt effekttransistor, placeret på en køleplade. Spolen er en almindelig spole på 1200 vindinger. Den forbindes til basis og emitter. I collector-emitter kredsløbet indskydes en jævnspænding på ca. 15 volt, samt en dværgpære (6 V; 0,1 A). Før magneten føres ned i spolen, konstateres det, at transistoren er "lukket": der går ingen strøm i collector-emitter kredsløbet.
 Fører man magneten nogle gange op og ned i spolen, ses det, at dværgpæren lyser. Det ses endvidere, at basisstrømmens retning er afgørende.



Ønsker man tillige at illustrere transistorens strømforstærkning, indskydes et måleinstrument i serie med spolen (2-0-2 mA eller 1-0-1 mA) og i serie med dværgpæren et andet måleinstrument, der kan



registrere ca. 0,1 A, så udslaget tydeligt kan ses. Ændringen i basisstrømmen sammenlignes med ændringen i emitterstrømmen.

Flemming Mørch.
 Allerød.

Københavnsafdelingens møde

december 1969

Ved Københavnsafdelingens møde den 12. dec. 1969 i fællesauditoriet på Danmarks Lærerhøjskole vistest følgende apparater og opstillinger.

Overlærer T. Strange:

DEMONSTRATIONSMODEL AF EL-MOTOR

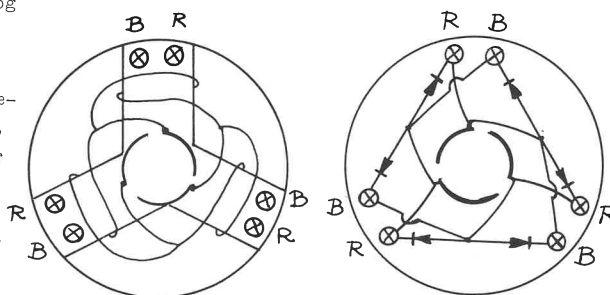
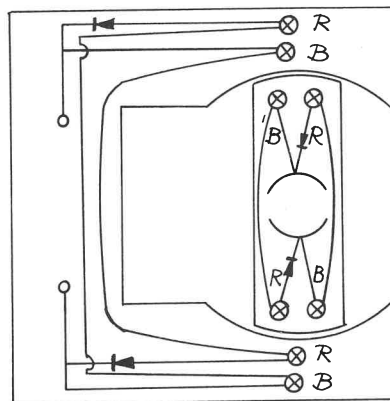
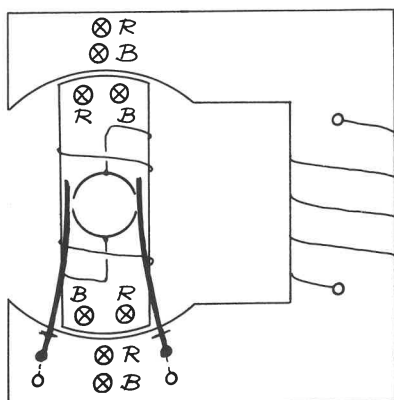
Modellen var ca. 50 cm høj og bred og var udført i krydsfiner. "Magneten" var udskåret i form af en hesteskomagnet med udsparede "polsko". På bagsiden af hver pol var anbragt en træklods, og klodserne var forbundet med et bræt med en tap på midten, der tjente som leje for de udskiftelige ankre.

På forsiden af ankrene var anbragt en kommutator af bøjet fladmæssing, samt de på figuren viste fatninger med dværglamper. På magneten var monteret koste med stikben, der passede i tilsvarende bøsninger, og desuden 4 bøsninger og 4 fatninger med dværgpærer. Dværgpærerne var overalt anbragt parvis med en rød og en blå i hvert par. Når en blå pære lyste, repræsenterede den en nordpol på stedet, medens en pære, der lyste rødt, forestillede en sydpol. Pærerne var 3,5 volt; 0,2 amp.

Modellen viser polskiftet på en serie- eller shuntmotor, samt hvordan man skifter omløbsretning ved at vende enten ankerstrømmen eller feltmagnetens polaritet.

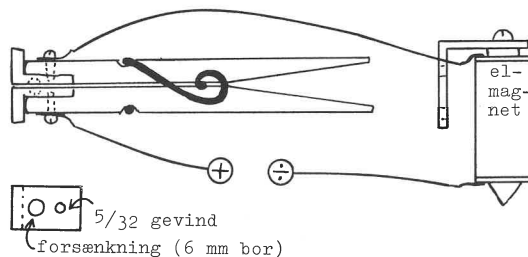
Kredsløbene på bagsiden fremgår af figurerne. Dioderne var af mærket AXA, Åkerman, Odense (spærre-retning: 600 volt; 1 mA; 90° C. Gennemgangsretning: vedvarende 6 A; intm. 15 A.) De har bøsninger, så de kan skydes ned over stikben, der er skruet på finerstykkerne.

Ved det 2-polede anker bruges ved serieforbindelse 10 volt - ved shuntforbindelse 5 volt. Af hensyn til ankerets lamper er det ved det 3-polede anker bedst at bruge shuntforbindelse og ca. 4 volt.



PILEAPPARAT MED ELEKTRISK UDLØSNING AF DEN FALDENDE MÅLSKIVE

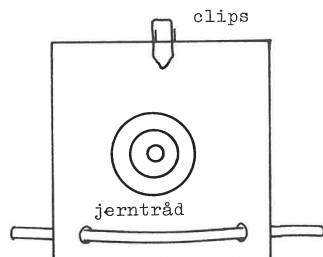
Pileapparatet med mekanisk udløsning af målskiven er tidligere beskrevet på Tipssiderne 13-14,67. Med el-udløsning af målskiven forenkles apparatet. Målskiven hænger i en clips el. lign. og fastholdes af en elektromagnet. En rigelig lang dobbelt-



ledning er ført til kontaktpunkter på kærerne af en almindelig tøjklamme, der klemmes sammen om hovedet på en skrue i bagenden af pilen, mens man strammer de lange elastikker.

Kontaktstykkerne kan f.eks. fremstilles af vinkel-

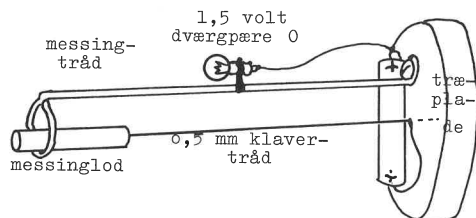
messing (15 x 10 x 2), der skrues på klemmen med 5/32 rundh. messingskruer, under hvilke der anbringes loddeøjer. Der skæres tilsvarende gevind i de to kontaktstykker. Elektromagneten: F.eks. 10 mm blødt rundjern. Den files spids, for at anlægsfladen kan blive så lille som muligt.



På målskivens øverste kant anbringes clips'en, og forinden belastes den ved, at man stikker et passende stykke jerntråd igennem et par huller. Ved forsøg findes frem til den spænding, der giver passende styrke på magneten og momentan udløsning af skiven. Det viste apparat fungerede ved et 1,5 V element, men havde desuden bøsninger for tilslutning til fysiksalens anlæg.

APPARAT TIL PÅVISNING AF VÆGTLOSHED UNDER FRIT FALD

Figuren viser apparatets udformning. En kraftig messingtråd er med en skrue gennem et øje på tråden fæstnet til en cirkelrund træplade. En tynd klavertråd er rettet helt ud og er ført gennem pladen og fæstet på dennes bagside. Apparatet passes til, så messingloddet på enden af klavertråden går fri i ringen, når tråden er rettet vinkelret ud fra træpladen. Der monteres et element, en dværgpære og de nødvendige ledninger. Det hele monteres i et syltetøjsglas. Når glasset falder frit, slukker dværgpæren som tegn på, at (bl.a.) messingloddet er vægtløst under faldet, så forbindelsen afbrydes til dværgpæren.



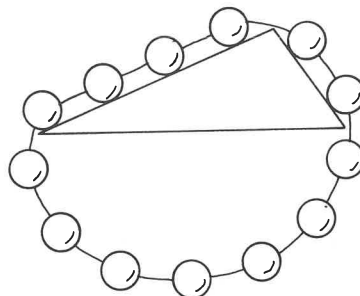
Afdelingsleder lektor A. Ziggelaar:

OM EVIGHEDSMASKINER

Hr. Ziggelaar indledede med ordene: "Sætningen om energiens konstans bygger på utallige forsøg - som eleverne aldrig får at se - det drejer sig nemlig om de mislykkede forsøg på at konstruere et perpetuum mobile."

Derefter forevist et udvalg af "evighedsmaskiner"

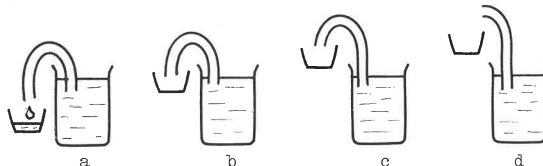
KUGLER PÅ SKRÅPLANER



Denne opstilling ville være en "evighedsmaskine", hvis de 4 kugler på det lange skråplan skulle være i stand til at trække de 2 kugler op over det øverste hjørne. Umuligheden af en evighedsmaskine af den slags blev allerede benyttet af matematikeren Simon Stevin (1548-1620) til at bevise, at kræfter, der er i ligevægt på skråplaner, forholder sig som skråplanernes længder (hvis de har samme højde).

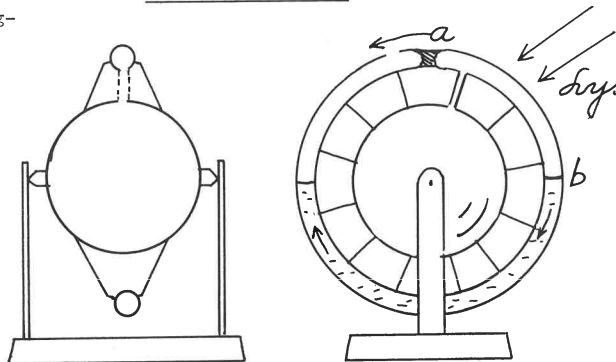
HÅRRØRSVIRKNING

Det er en fristende tanke, at man kunne bruge et hårrør til at flytte en væskemængde over i et højere beliggende kar.



Imidlertid er det kun det første af de viste arrangementer, der vil kunne flytte væske fra et kar til et andet ved hjælp af en væges hårrørs-virkning.

DET UROLIGE HJUL



Et glasrør (plastic), der er delvis fyldt med væske og er åbent i den ene ende, er bøjet som en hjulfælg og anbragt uden om en sort kugle, hvis indre er forbundet med rørets anden ende. Glasrøret støttes af brede, sortmalede "eger". Når apparatet belyses (d.v.s. opvarmes) f.eks. som vist på figuren,

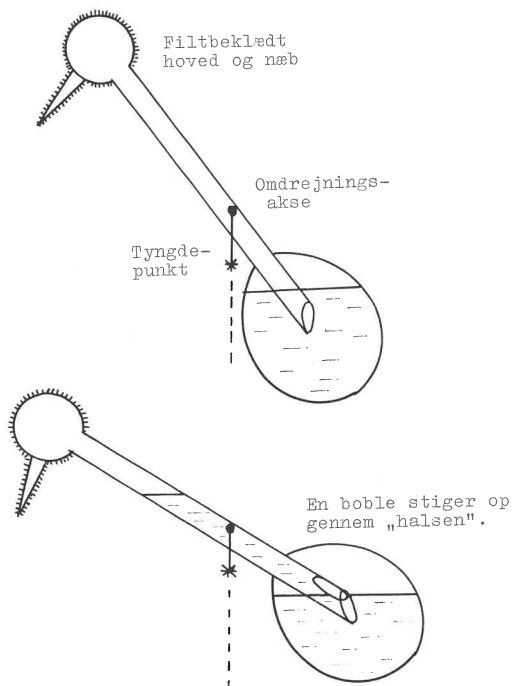
vil den opvarmede luft i kuglen gennem rørstykket a-b presse væsken i pilenes retning, og apparatet vil foretage en drejning "mod uret" som antydtes ved den øverste pil (ved a). Under vekslende temperaturforhold foretager apparatet til stadighed små drejninger frem og tilbage. (C. Drebbel, ca. 1610). I opfinderens tid blev apparatet betragtet som en evighedsmaskine.

DEN DRIKKENDE FUGL ER I STAND TIL AT UDFØRE ET ARBEJDE

a) Hvorfor vipper fuglen ?

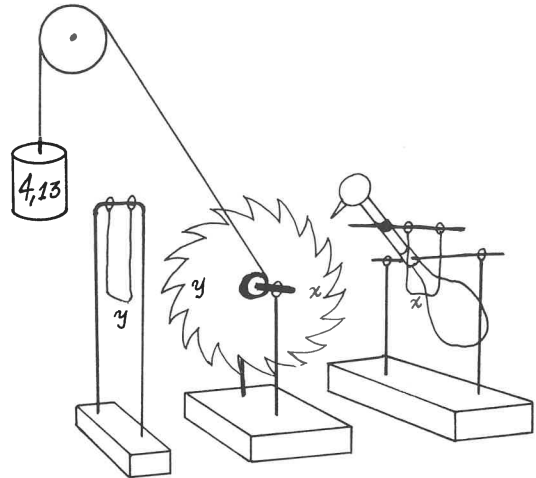
Svar: Tyngdepunktet (markeret med en stjerne) skal befinde sig under halsrørets centerlinie. På figuren er det for tydeligheds skyld vist helt uden for røret. Væsken i fuglens krop har et relativt stort damptryk ved alm. stuetemperatur. Der kan f. eks. anvendes ethylether (NB! eksplosiv!) Når fuglens filtbeklædte hoved og næb fugtes med vand, afkøles dampene i halsen på grund af vandets fordampning, medens de indespærrede dampe i kroppen stadig har stuetemperatur. Væsken presses derfor et stykke op gennem "halsen", tyngdepunktet forskydes opefter, og fuglen vipper fremover.

Derved vil en dampboble undvige fra kroppen og stige op gennem halsen. Væsken i halsen synker, og fuglen retter sig op.



b) Løfteanordningen: "Loddet", der var fremstillet af sortmalet papir (vægt 4,13 g) kunne i alt løftes 55 cm (i en time) svarende til et arbejde på ca. 0,02 joule (og en effekt på ca. 6 mikrowatt).

Selve løfteanordningen var et nemværk, der gik en tand frem, hver gang fuglen foretog et dyk.



Figuren viser apparaturets bestanddele hver for sig. De var opbygget af tynd ståltråd og var (naturligvis) samlet på samme bundbræt. På fuglens hals er fastgjort et åg, der bærer gyngen x. x må tænkes i indgreb med hemhjulet ved x, ligesom gyngen y må tænkes i indgreb ved y. Når fuglen vipper frem, sænkes x, og hemhjulet går en tand frem. Gyngen y glider ud over den næste tand og falder "i hak" og arreterer hjulet i den ny stilling. Spillet gentages ved fuglens næste dyk.

Ved forevisningen havde fuglen intet "drikkekar", så den arbejdede tilsyneladende uden at få noget; men dens hoved var blevet fugtet. Det blev nævnt, at fuglen arbejder livligere, hvis man blander lidt alkohol i "drikkevandet".

c) Er denne opstilling en evighedsmaskine ?

Svar: Nej, for den optager varme fra omgivelserne.

d) Apparatets funktion er et eksempel på, at indre energi kan benyttes til at udføre et arbejde. Ved gnidning omsættes arbejde til indre energi. Her har vi et eksempel på den omvendte proces.

e) Er opstillingen en "evighedsmaskine af 2. art"?
Definition: En evighedsmaskine af 2. art er karakteriseret ved:

- i) Den tager varme fra ét enkelt system.
- ii) Den udfører det ækvivalente arbejde.
- iii) Maskinen er uforandret efter en periode.

Svar: Disse betingelser er opfyldt; men systemet er ikke i ligevægt; så snart der er mættet vanddamp i stuen, standser maskinen.

(Ideen er taget fra: Kemp Bennett Kolb: "Reciprocating" Engine, The Physics Teacher, 4 (1966), 121-2).

PLASTICSTOFFER

Foredrag med demonstrationer

Foredrag og manuskript af Johnny Boesen Rasmussen.

Ved Bornholmsafdelingens møde i januar 1970 holdt Johnny Boesen Rasmussen, Bodilsker Centralskole, nedenstående foredrag. Foredraget var ledsaget af en demonstration af en prøvekufter med plasticbrugs- genstande fra Danmarks Isenkræmmerforening. Desuden selvsamlede prøver af plasticting, der anvendtes til forbrændingsprøver og andre "hårdhændede" undersøgelser. (Danmarks Isenkræmmerforening oplyser på forespørgsel: "D.I. er villig til at udlåne prøvekufterne til andre lokalforeninger og evt. skoler i det omfang det er muligt, da prøvekufterne netop har til formål at udbrede kendskabet til plastvarer".) Foredraget gengives her på grundlag af hr. J.B. Rasmussens eget manuskript.

P L A S T I C .

Plastic er plastisk, d.v.s. det modsatte af elastisk. Vand er i sin smeltede fase fuldstændig plastisk, medens det i krystallinsk form som is er elastisk. Mange stoffer optræder i disse to former, men ikke i mellemstadierne. Det er karakteristisk for plastic, at det kun optræder i mellemstadierne, fra væskeagtigt til næsten krystallinsk.

Der findes flere hundrede forskellige plasticstoffer, og der fremstilles til stadighed nye typer. Det er derfor forståeligt, at mange giver op overfor denne mangfoldighed af egenskaber og bare siger plastic. Vil man have bedst muligt udbytte af plasticting, må man vide, hvordan de forskellige typer skal behandles. Heldigvis er det kun en snes typer, der anvendes almindeligt, og derfor er det overkommeligt, hvis man ønsker det, at give eleverne en oversigt i skolens kemiundervisning.

Plasticstofferne kan deles i to hovedgrupper:

Hærdet plastic:

- 8 Phenol
- 9 Carbamid
- 10 Melanin
- 11 Polyester

Termoplastic:

- 1 Polystyren
- 2 ABS
- 3 Acryl
- 4 Polyethylen
- 5 Polyvinylchlorid
- 6 Polypropylen
- 12 Polyamid
- 13 Polycarbonat
- 14 Epoxy
- 15 Polyurethan
- 16 Cellulosenitrat
- 17 Celluloseacetat

De termoplastiske stoffer har struktur som filt, det medfører, at de under passende påvirkning kan skride ud og derved formes. De hærdelige stoffer har derimod netstruktur med tværbindinger mellem kædemolekylerne og kan derfor ikke ændre form uden at ødelægges.

Termoplasticstofferne lange kædemolekyler kan under opvarmning og tryk få større bevægelighed (plastificering). Efter formningen afkøles de; men herunder kan der for nogle af stofferne vedkommende - afhængigt af afkølingshastigheden - dannes større eller mindre krystalagtige molekylbindinger, såkaldte krystallitter. Disse er hårdere og sprødere end det omgivende materiale, hvis struktur er mere amorf. På grund af lysbrydningsforholdene bliver krystallitholdigt termoplastic mælket eller uklart (polyethylen og nylon). Amorf struktur giver glasklarhed (polystyren og acryl), medens stærkt krystallinsk struktur giver klarhed igen (polypropylen).

Krystallitdannelsen modvirker de termoplastiske stoffers tendens til koldflydning, det vil sige, at stoffet under langvarig påvirkning af forholdsvis svag varme og træk vil ændre form.

De hærdelige stoffer er under fremstillingen normalt flydende ved ringe temperatur (korte molekylkæder), men ved opvarmning eller tilsætning af hærder dannes lange molekyler med tværbindinger (netstruktur). Det færdige produkt kan derfor ikke koldflyde og mister ikke sin mekaniske styrke ved opvarmning. Det kan ikke smelte, men meget høje temperaturer kan medføre så kraftige molekyelsvingninger, at stoffet nedbrydes. Desuden kan stoffet nedbrydes af kemikalier og indtrængen af vand.

FORARBEJDNINGSMETODER

Kalandrering udføres med et valseværk under påvirkning af varme og tryk, og af den pastaagtige plasticmasse dannes folier og plader (blød polyvinylchlorid til gulvbelægning og folier til beklædning og dekoration).

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Extrudering eller strengpresning er metoden til fremstilling af endeløse rør, slanger, profillister og kabler. Granuleret plastic (uregelmæssige plasticorn) hældes i en tragt og føres gennem en opvarmet cylinder med en snegl (sml. kødhakker anvendt til vanilliekranse) frem til det profilerede mundstykke. I luften stivner det og kan spoles op. Med trykluftindblæsning i det endeløse rør inden størkningen kan det få stor dimension og tynde vægge, og efter afskæring i passende længder har man tynde plasticposer (polyethylen) eller ved opskæring i den ene side plasticfolie til indpakning. Endvidere kan opblæsningen foretages i en form bestående af to halvdele. Således laves plasticflasker m.m.

Ved sprøjtstøbning anvendes også en ekstruder, men plasticmassen sprøjtes ved hjælp af et stempel i afmålte mængder ind i en form, og efter afkøling åbnes formen, og emnet udtages (anvendes til apparatdele).

Ved senere opvarmning til plasticitet kan termoplastiske plader formes i presser eller hyppigere ved anvendelse af én formhalvdel og lufttrykforskel, d.v.s. udpumpning under eller luftindblæsning over pladen.

Hærdelige plasticstoffer formes af pulver (plastic kaldet harts plus fyldstoffer, f.eks. træmel) i en presseform under indvirkning af kraftig varme og tryk.

Glasfibernetværk kan overhældes med et flydende plastic tilsat en hærdner (glasfiberarmeret polyester).

Plasticimpregneret papir kan fremstilles, således at plasticen ikke er færdighærdet, men alligevel fast. Papiret udskæres derefter i ark og lægges i mange lag, der i en varmepresse flyder sammen og hærdner færdig (plasticlaminat).

Forskumning. Både termoplastic og hærdeligt plastic kan forskummes ved indpiskning af luft eller ved at tilsætte drivmidler (sml. bagepulver). Ved fremstilling af polyurethanskum benyttes et drivmiddel, som opstår under selve hærdningen, hvorved opskumningen kan finde sted ved en simpel blanding af de to komponenter, f.eks. på et transportbånd; væsken skummer og hærdner og kan ved enden af båndet afskæres i plader (madrasser) - eller væsken kan indsprøjtes i f.eks. køleskabshulrum og der skumme op (isolering).

PLASTICMATERIALERNE

Der er fire former for materialefremstilling:

- Polymerisation: polyethylen, polyvinylchlorid, polystyren, ABS.
- Polykondensation: nylon, polyester, carbamid, melanin, phenol.
- Polyaddition: polyurethan, epoxyplastic.
- Halvsyntese: cellulosenitrat, celluloseacetat.

a) Polymerisation er en proces, hvor små molekyler, der indeholder dobbelte bindinger mellem nogle af atomerne, åbner disse dobbeltbindinger og forbinder sig med hverandre til lange kæder af termoplastic.

1. Polystyren er hårdt og glasklart med stærke spændinger, der let kan give anledning til revnedannelse. Det har en metalagtig klang, og det bliver let statisk elektrisk og tiltrækker derved støv. Det anvendes til husholdningsartikler med begrænset levetid samt til engangsemballage, f.eks. bægre til salater. Det anvendes endvidere til indvendig beklædning af køleskabe (slagfast ved tilsætning af syntetisk gummi). Nedbrydes af ultraviolet lys. Polystyrenskum anvendes til isolering og til forsendelsesemballage: kendes på, at overfladen består af nærmest sekskantede, uregelmæssige korn. Tåler ikke acetone og angribes af æteriske olier (appelsin). Kan brænde med tyk, sort røg og store sodflager fra den gule flamme, der lugter af en blanding af bygas og hyacinter.

2. ABS-plastic indeholder acrylonitril, der giver bestandighed mod benzin og terpentin; endvidere butadien, der bevirker sejhed og slagstyrke, samt styren, der giver stivhed og bestandighed mod organiske kemikalier. ABS er sejt, stift og stærkt og har ringe støvtiltrækning, men tåler ikke stenkuksnafta, acetone o.l. Smuk overflade og mange farver, men ikke transparent. Anvendes til kabinetter til radioer og kontormaskiner, Legoklodser, vandrør, skohæle. Brænder som styren.

3. Acryl er et fornemt materiale med stor overfladehårdhed, usædvanlig høj transparens og smuk lysbrydning, mere sejt end polystyren. Opløses i chloroform og tåler ikke stenkuksnafta, acetone og sprit. Anvendes til ovenlyskupler, vindskærme, skilte linser, kunsthåndværk. Firmanavne: Plexiglas, Perspex. Kan brænde, lille blå flamme med gul spids, drypper ikke, frugtagtig lugt.

4. Polyethylen forekommer i mange kvaliteter. Højtrykspolyethylen er blødt og slagstærkt, formbestandigt til 85°. Overfladen er fedtet, mat. Lavtrykspolyethylen er stift og sprødt, formbestandigt til over 100°, men har tendens til spændingsrevnedannelse. Polyethylen er meget bestandigt overfor uorganiske stoffer, men angribes af acetone og sprit. Anvendes til folier og poser (damptætte, men ikke aromatætte - hertil kræves laminering med cellofan), rør, flasker, kasser, spande, tovsværk, legetøj. NB! Dunke er ikke tætte overfor benzin og petroleum. Polyethylen kan gøres vejrbestandigt ved tilsætning af kønrøg. Det findes i mange farver,

men ikke glasklart. Det optager ikke vand og er derfor formbestandigt i fugtige omgivelser. Kan brænde med blå flamme med gul spids, drypper, lugt som stearinlys.

5. Polyvinylchlorid findes i mange hårde og bløde (d.v.s. blødgjorte ved tilsætningsstoffer) typer. Bløde typer bliver ofte sprøde under frysepunktet. PVC anvendes til vandledninger, tagrender, elrør, vaske for de hårde typers vedkommende - de bløde til regnfrakker, gardiner, duge, kunstlædervarer, gulvbelægning, slanger, overtræk på ståltrådsstativer og elledninger. Duge bør ikke lægges direkte på celluloselakerede borde, da tilsætningsstofferne kan angribe lakken. Hårde typer tåler benzin og sprit, men ikke acetone; de blødgjorte typer tåler ikke opløsningsmidler. PCV er selvslukkende med en hvid stikkende røg. Den brændte overflade er forkullet og ru.

6. Polypropylen er det letteste, kompakte plasticmateriale (mf. 0,9). Det minder meget om lavtrykspolyethylen, men er noget stivere og især mere transparent; det har ikke tendens til spændingsrevnedannelser.

7. Fluorplastic skal nævnes på grund af sin modstand overfor kemiske angreb. Intet kan klæbe til det, og det tåler temperaturer over 300° . Anvendes til belægning på stegepander og gryder (Teflon og Fluon). Det har sikkert en stor fremtid som tagdækning og facadebeklædning (polyvinylfluorid).

b) Polykondensation. Polykondensater dannes ved, at to komponenter reagerer med hinanden, således at det ene fraspalter OH, det andet H, hvorved der frigøres vand og der dannes kæder.

8. Phenolplastic var det første helsyntetiske plasticstof (1907). Det kaldes med sit firmanavn Bakelit. Det findes kun i sorte og brune farver og er et hærdet plasticstof. Det lugter af carbolsyre. Anvendes til elkontakter, telefoner, støvsugerdele. Det tåler organiske opløsningsmidler og er derfor vanskeligt at lime. Det er selvslukkende, forkuller, bobler i overfladen, flammen bliver gul, lugt af carbolsyre.

9. Carbamid kaldes ofte fejlagtigt lys bakelit. Det er hærdet og optræder i lyse farver (ikke transparent). Det anvendes som Phenol, men er ikke så bestandigt overfor varme, fugtighed og vejrlig som Phenol. Anvendes ofte til tubehætter. Limning som Phenol. Det er selvslukkende, forkuller, bobler i overfladen, flammen bliver gul med grønblå sider, lugt af formalin.

10. Melanin er det tredje hærdede plasticstof. Det minder meget om Carbamid og er også ret tungt. Det har en særdeles smuk overflade og er noget dyrere. Det anvendes til brugskunst, grydeskeer, skåle, kopper, tekniske specialartikler og til dekorative lag i køkkenbordslaminater. Limning som Phenol.

Det er selvslukkende, forkuller, bobler i overfladen. Flammen er først gul, derefter rød-blå, lugt af sildelage.

11. Polyester er væskeformet og kan hældes ud over glasfiber, hvor det hærder, så man får et meget stærkt stof. Det er meget vejrbestandigt og derfor velegnet til karosserier, tagplader og andet, der skal være i fri luft - desuden til styrthjelme. Ren polyester kan hældes over en opstilling af elkomponenter, hvor det stivner og beskytter dem fuldstændigt (plasticstøbning). Det tåler skoldning og kogning og mange opløsningsmidler. Det kan brænde med en gul, sodende flamme, lugt som styren.

12. Polyamid kendes bedst under firmanavnet Nylon. Det udmærker sig ved stor slidstyrke (lille gnidningsmodstand), stor slagstyrke og bestandighed overfor temperatur og kemikalier. Anvendes som tandhjul, smørefri lejer, spisebestik, kabinetter til husholdningsmaskiner, børstehår, fiskesnøre. (Stoffet er ret dyrt, og mange af de ting, man til daglig kalder nylon, består af andre plasticstoffer). Polyamid optager vand og kan derved misfarves. Det tåler de fleste opløsningsmidler og er derfor vanskeligt at lime - varmesvejsning er også vanskelig, da det bliver meget tyndtflydende ved så høj temperatur. Det er selvslukkende med hvid røg, drypper, lugt af brændt hår. Så længe det holdes inde i en flamme, bliver denne gul med sort røg.

13. Polycarbonat er et ret nyt stof, der er glasklart, stift, hårdt og så sejt, at det endnu ved $\div 100^{\circ}$ ikke kan slås i stykker. Anvendes til babyflasker, tallerkener, drikkeglas, beskyttelseshjelme.

c) Polyaddition. Polyaddukter dannes ved en indviklet atomombytning mellem flere komponenter.

14. Epoxyplastic er ligesom polyester væskeformet, og der skal tilsættes en hærder. Ved polyester drejer det sig nærmest om en katalysator, men her indgår hærderen direkte i polyadditionen og er med til at opbygge netstrukturen. Derfor hærder Epoxy uden svind og er dermed velegnet som lim (Araldit, Lymapox). Materialet anvendes til tekniske emner og som råvare for klæbestoffer og lakker.

15. Polyurethan findes i flere meget forskellige varianter. Termoplastisk Polyurethan minder meget om nylon; det har mindre vandabsorption og er dermed mere dimensionsstabilt; men da det er dobbelt så dyrt, anvendes det kun til specielle formål. Hærdet polyurethan har egenskaber som vulkaniseret gummi, men har meget større slidstyrke og formbestandighed under belastning. Det kan ikke rådne. Stift polyurethanskum kan indsprøjtes direkte som væske i hulrum, hvor det vil hærde og binde hårdt

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

til rummets vægge. Fyldt med luftarten Freon (anvendes som kølevæske i køleskabe) har det en varmeledningsevne, der er mindre end totalt stillestående luft. Anvendt som isolation i køleskabe giver det mulighed for større nettorumfang - og samtidig giver det større mekanisk styrke. Blødt polyurethanskum optræder i to typer: Polyetherskum og Polyesterskum. Det første anvendes som erstatning for skumgummi, men har ikke helt den samme elasticitet (anvendes i madrasser og hynder, samt til møbelpolstring). Overfladen føles hård og skrattende. Ofte er de to typer blandede (polyether er dyrest). Selvslukkende, brune smelteperler, svag, men meget stikkende lugt.

- d) Halvsyntese. Halvsyntetiske plasticstoffer fremstilles af cellulose.

16. Cellulosenitrat (Celluloid) er meget brandfarligt - slukning er normalt umulig. Det lugter kraftigt af kamfer ved gnidning med en finger. Det er efterhånden fortrængt af Celluloseacetat. Det anvendes dog stadig til biograffilm og knivskafter (ofte med perlemorseffekt). Tåler ikke sprit og acetone. NB! Til forbrændingsprøve må kun anvendes et lille stykke på en pincet, lugt af kamfer.

17. Celluloseacetat anvendes til sikkerhedsfilm, kuglepenne og på grund af stor slagstyrke til håndtag på skruetrækkere og stemmejern. Tåler ikke sprit og acetone. Brænder langsomt med mørkegul flamme og små gnister og sort røg, drypper, lugter syrligt.

Litteratur: Johanne Moustgaard: Kender vi plasticstofferne? Teknologisk Instituts Forlag 1956. 160 sider.

Preben Nyborg: Plastic ABC. Dansk Plasticinstitut 1964. 130 sider.

Film: Plastic for millioner (Shell). Dansk tale, farve, 30 minutter. Den bør vises efter gennemgang af plasticstofferne.

o o o o o o o o o o o o o o o o o o

Som tidligere nævnt i artiklen udlåner Danmarks Isenkræmmerforening gratis en prøvekuvert med en række brugsgenstande af plastic. Nedenfor gives med D.I.'s tilladelse vejledningen hertil:

(Det kan være praktisk selv at skaffe sig en samling af plasticprøver ved at indsamle kassable ting i huset og på f.eks. en byggeplads. Man kan ret let identificere stofferne ved en forbrændingsprøve. J.B.R.)

Phenolplast (sammenlign foredragets artikel b 8). Kasserolleskæft. Gasflammen bør ikke nå uden for grydens bund. Skæftet smelter ikke i varme; men det forkulles mere eller mindre, hvis det udsættes for gasflammen. Stykke af toiletsæde. Det bør undgås, at toiletsædet slås hårdt ned mod toiletkummen, især ved lave temperaturer (f.eks. når sædet er opsat i et

sommerhus). Normale rengøringsmidler kan anvendes. Brug dog ikke ståluld, skurepulver, rensesvamp og lignende ridsende ting.

Carbamidplast (sml. b 9).

Dørgreb. Grebet må ikke udsættes for voldsomme slag og stød. Det kan renses med normale rengøringsmidler, samt fedtfjernende opløsningsmidler som f.eks. sprit eller benzin.

Melaminplast (sml. b 10).

Røreskål (Margretheskål). Skålen er ikke ildfast, og den må ikke sættes i varm ovn, over åben ild eller på en el-kogeplade. Undgå at anvende redskaber, som kan beskadige overfladen, eller at bruge ståluld, skurepulver, rensesvamp eller lignende ridsende ting. Under brugen kan der opstå en misfarvning, der kan fjernes på følgende måde: Skålen anbringes i en gryde, hvori der er vand og selvvirkende vaskemiddel af de i handelen gængse mærker (50-100 g vaskemiddel til hver liter vand). Der varmes op til kogning, og denne fortsættes, indtil den farvede belægning har løsnet sig eller er forsvundet.

Grydeske. Anvend ikke grydeskeen til madlavning, hvor temperaturen når over 100°, f.eks. ved kogning i palmin, smeltning af fedt, fremstilling af karamel eller lignende.

Tandbøger. Bøgeret vil normalt kunne tåle at falde på gulvet uden at gå i stykker. Det tåler at blive steriliseret ved kogning.

Spækkebrædt. Det er fremstillet ved, at der på begge overflader af en hård træfiberplade er limet melaminplasticlaminat. Der er anvendt en vandmodstandsdygtig lim, og kanten er lakeret. Melaminplasticlaminater, der også anvendes som køkkenbordsbelægning, fremstilles således: Papirbaner imprægneres med flydende hørdeplasticmateriale og tørres. De imprægnerede papirbaner skæres i ark af passende størrelse og stables i et antal, der erfaringsmæssigt giver den pladetykkelse, man ønsker. Papirbaner, der er imprægneret med phenolplast, danner hovedmængden, og kun de øverste lag er imprægneret med melaminplast. Øverst et lag mønsterpapir dækket af et lag gennemsnitsmæssigt melaminimprægneret papir. Papirstabelen anbringes mellem 2 stålplader, og det hele anbringes mellem planerne i en presse, hvor det samtidig udsættes for høj temperatur og tryk. Herigennem bringes imprægneringsplastet til at flyde, så alle lag sammenbindes, og laminatpladen kan udtages efter en passende hørdetid. Overfladens karakter afhænger af stålpladernes tilstand, og der kan således fremstilles mere eller mindre blanke laminatoverflader.

Spækkebrædtets melaminplasticlaminatoverflade er hård, modstandsdygtig og slidbestandig. Man bør dog undgå at skære for meget i overfladen af hensyn til både bræt og kniv, da begge vil blive beskadiget derved. Der bør ikke bruges slibende rensedmidler som skurepulver o.l., da det gælder om

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

at bevare det lyse melaminplastlag længst muligt. Da kanternes modstandsdygtighed ikke er på højde med laminatoverfladens, bør man undgå, at spækkebrøttet henligger i vand, da dette vil kunne trænge ind fra kanterne.

Polyester (sml. b 11).

Prøveplade. Varer af polyester fremstilles med forstærkende armeringsmaterialer, der i regelen består af glasfibre. Prøvepladen, der er et stykke af et badekar, er armeret med glasfibermåtte, men glasset kan også forekomme som glasgarn, som glasvæv af forskellig art og som løse, korte glasfibre.

Bølgeplade. Overhold nøje fabrikantens monteringsanvisninger m.h.t. afstand mellem understøtningspunkter samt fastgørelse. Til husholdningsformål vil polyester næppe få større betydning på grund af teknologiske forhold, men serveringsbakker ses nu i handelen. Varer af polyester behandles med almindelige rengøringsmidler, dog ikke ridsende midler. De tåler ikke acetone, stærke syrer, baser og ammoniak.

Celluloseacetat (sml. d 17).

Værktøjshæfte. Hæftet bør ikke anbringes i meget fugtige omgivelser gennem længere tid. Det rengøres med normale rengøringsmidler, men tåler ikke opløsningsmidler.

Hammerhoved. Hammerhovedet er meget sejt og slagstærkt. I øvrigt som hæftet.

Cellulosenitrat (sml. d 16).

Knivskaft. Knivskaftet må ikke komme i nærheden af ild! Lad ikke skaftet ligge i opvaskevandet, og det tåler ikke opløsningsmidler.

Polyamid (sml. b 12)

Sprøjtetylle. Tyllen tåler, hvad den kommer ud for ved normal brug i husholdningen.

Palet (glasfiberarmeret). Paletten bør bruges med forsigtighed på varm, tør pande og må ikke henstå i varmt fedtstof. Ideel til brug på fluorplastbehandlede pander.

Støvekost. Kosten bør ikke hvile på børsterne, hverken i våd eller i tør tilstand. Renses i almindelige rengøringsmidler.

Polycarbonat (sml. b 13).

Babyflaske. Flasken er meget stærk overfor stød og slag og går ikke i stykker ved fald. Den tåler skoldning og kogning, samt stærk kulde. Målestregerne giver fordybninger inde i flasken, som kræver omhyggelig rengøring. Hertil bruges almindelige rengøringsmidler.

Tragt. Tragten tåler stød og slag og går ikke i stykker, hvis den tabes på gulvet. Brug den ikke til stærke syrer og baser, samt kraftige opløsningsmidler. Rengøres med normale rengøringsmidler.

Polystyren (sml. a 1).

Forrådsboks. Dåsens materiale er ret skørt, og den kan gå i stykker ved ublid behandling. Hverken dåsen selv eller låget tåler skoldning. Den egner sig bedst til formål, hvor den ikke for of-

te skal indgå i den daglige opvask. Den er egnet til opbevaring mod udtørring og det modsatte, såvel ved stuetemperatur som i køleskab og fryserum. Polystyren optager lugte af stærkt lugtende madvarer, og en udluftning er undertiden nødvendig, før end der skiftes til andre fødevarer. Polystyren angribes af æteriske olier.

Madkasse. Kassen er fremstillet af slagfast polystyren og er derfor stærkere end almindeligt polystyren overfor stød og slag. Den bør udluftes natten over for at få eventuelle vedhængende lugte til at forsvinde. Låget er fremstillet af blødt polyethylen.

Acrylonitril-styrenplast = ANS (sml. a 1 og 2). Forrådsboks. Den klare del af boksen er fremstillet af et copolymerisat af styren og acrylonitril, mens den anden del er af slagfast polystyren. ANS ligner på mange måder almindeligt polystyren, men er noget stærkere, mere varmebestandigt og har bedre kemikaliebestandighed. Forrådsboksen tåler ikke at falde på gulvet uden at gå i stykker. Materialet tåler alle almindelige rengøringsmidler. Kop. Koppen vil normalt kunne holde til at falde på gulvet uden at gå i stykker. Den tåler kogende vand, samt farvede drikke som f.eks. kaffe og te, men vil under brugen som andre koppe kunne få en farvet belægning på overfladen, som dog kan fjernes med grundig rengøring med almindelige rengøringsmidler. Overfladen i koppen vil efterhånden blive ridset af hårde genstande som f.eks. en teske.

Afsæbningsbørste. Børstens skaft er af ANS, og den er forsynet med rene børster. Den tåler kogende vand, samt alle almindelige rengøringsmidler. Opvaskebørste. Børsterne er fremstillet af polyamid, og opvaskebørsten tåler kogende vand, samt alle almindelige rengøringsmidler. Den bør ikke hvile på børsterne, og den bør ikke komme i forbindelse med en varm pande.

ABS = acrylonitril-butadien-styren-plast (sml. a2). Dørgreb. Dørgrebet er fremstillet af et plast, der er meget beslægtet med polystyren ANS, men hvis slagstyrke er mangedoblet. Grebet er derfor robust og går ikke i stykker, med mindre det lider overlast. Det renses med almindelige rengøringsmidler; Benzín og sprit på en klud skader ikke, men det tåler ikke alle opløsningsmidler. Stykke af et toiletsæde. Toiletsædet tåler ublid behandling, også ved lave temperaturer. Rengøres som dørgrebet.

Blødt PVC = blødgjort polyvinylchlorid (sml. a 5). Gasslange. Gasslangerne har et antal ophøjede striber i længderetningen og er godkendt af Danmarks Gasmateriel Prøvning. Stribernes antal og fordeling angiver, hvilken fabrik gasslangen er fremstillet af. De godkendte gasslanger har bestået en række afprøvninger til bedømmelse af tæthed, trækstyrke, bestandighed mod antændelse ved

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

kortvarig flammepåvirkning, modstand mod at knække flad, evne til vedvarende at sidde fast på slangestudsens, modstandsevne overfor gassens bestanddele og mod ozon. PVC-slangerne er termoplastiske, d.v.s. de kan "smelte", hvis de opvarmes til tilstrækkelig høj temperatur, f.eks. ved berøring med varme pander og gryder. Påsætning af slangen på studsen kan lettes ved at neddyppe enden af slangen i varmt vand. Renses med almindelige rengøringsmidler.

Glat tøjssnor. Tøjssnoren er forsynet med en forstærkende "sjæl" af polypropylen. Let at rense med en fugtig klud.

Stift PVC = stift polyvinylchlorid (sml. a 5). Stykke af en tagrende. Tagrenden tåler vejrligets påvirkninger, også de svovlholdige forbrændingsprodukter fra fyringsolie, der nedbryder metaltager. Overhold nøje fabrikantens montageanvisning.

Bølgeplade. Bølgeplader af denne tykkelse er ikke egnet til tagformål, men kun til afskærmning af altan, terrasse o.l. Der findes kraftigere typer til overdækningsformål.

Polyethylen, blødt (sml. a 4).

Husholdningsposer. Kog ikke poserne, da det går ud over smidigheden. Husk, at visse lugte "hænger fast" i polyethylen, og at visse aromadampe går igennem. Polyethylen absorberer visse æteriske olier, og poserne egner sig derfor ikke alle slags fødevarer - f.eks. løg. De er vanddamp-tætte og kan derfor holde fugtige ting fugtige og tørre ting tørre.

Forrådsboks (Metteboks). Egner sig til opbevaring mod udtørring eller det modsatte ved almindelig temperatur og ved meget lave temperaturer. Undgå at skolde boksen, da materialet vil kaste sig, så låget bliver endnu vanskeligere at sætte på.

Stærkt lugtende madvarer (røgvarer, løg, sild i lag o.l.) vil give boksen lugt, så den må udluftes i nogen tid, førend den kan anvendes til andre madvarer. Aromadampe kan gå gennem boksen ved lang tids opbevaring. Den tåler alle almindelige rengøringsmidler.

Ståltrådshylde. Hyldens belægning kan beskadiges med skarpe genstande.

Polyethylen, stift (sml. a 4).

Tandbøger. Bøgeret tåler stød og slag, samt kogende vand. Det er uimodtageligt overfor farvede væsker og rengøres let med almindelige rengøringsmidler.

Flagline. Flaglinen påvirkes ikke af fugt og kulde, men kan efterhånden miste sin styrke som følge af solens påvirkning, hvorved den kan gå i stykker ved stor belastning.

Forrådsdåse. Beholderen kan bruges både som dåse til opbevaring af tørre varer og som krukke til opbevaring af syltede madvarer. Den er fremstillet af stift polyethylen, der ikke alene, som navnet siger, er stivere end den bløde polyethylen, men også mere varmebestandig og kemikaliebestandig

- specielt langt mere aromatæt. Dåsen tåler ca. 100°, d.v.s. kogende vand og varmt syltetøj, men ikke f.eks. smeltet fedt. Den tåler meget lave temperaturer og kan anvendes i fryserum. Forrådsdåsen optager lugt af stærkt lugtende madvarer, og det er derfor praktisk at benytte samme krukke til samme formål hele tiden. Lugten forsvinder dog efterhånden ved udluftning. Stift polyethylen tåler alle almindelige rengøringsmidler, men angribes af æteriske olier.

NB! Forrådsdåser samt dunke, der har været brugt som emballage til f.eks. eddike, sulfo el.lign., må ikke bruges til opbevaring af benzin, petroleum m.m., idet materialet kan være "utæt" overfor disse væsker. Kun beholdere, der er forsynet med myndighedernes godkendelse, må anvendes til disse formål.

Polypropylen (sml. a 6).

Saftpresser. Materialet til saftpresseren minder meget om stift polyethylen, men er noget stærkere, mere varmebestandigt, samt mere aromatæt. Dog bliver materialet ved temperaturer under frysepunktet ret skørt. Saftpresseren tåler meget ublid behandling, kogende vand, samt de frugtsafter, den kommer i forbindelse med. Holdes ren med almindelige rengøringsmidler.

Tøjssnor. Tøjssnoren er upåvirkelig af fugt og tåler udmærket de temperaturpåvirkninger, den kommer ud for.

Fluorplast = Fluon, Teflon (sml. a 7).

Belægning i gryde. Belægningen består af et materiale, hvis egenskaber på flere måder adskiller det fra andre plast. Materialet påføres den forbehandlede aluminiumoverflade i form af en emulsion, hvorefter det sintres fast ved en høj temperatur. Det, man især udnytter ved fluorplastbelægningen, er, at materialet er meget afvisende overfor andre materialer. Belægningen tåler alle kemikalier og er meget slidstærk, men samtidig relativt blød, således at den kan beskadiges, hvis den f.eks. under rengøringen kommer i forbindelse med skarpe metalgenstande. Hvis fluorplast udsættes for en meget høj temperatur, vil materialet nedbrydes samtidig med, at det udvikler giftige luftarter. Ved normal brug vil man dog ikke overskride denne nedbrydningstemperatur; men hvis f.eks. gryden koger tør og får lov at stå på gasblusset eller varmepladen i længere tid, kan det ske. Forsøg har dog vist, at indholdet af giftige luftarter i luften i et køkken af normal størrelse ikke spiller nogen rolle - men belægningen ødelægges naturligvis.

I forbindelse med foredraget viste overlærer Svenn Wøjdemann og Sten Møller, Svaneke, en række kemiske forsøg med plasticstoffer. Forsøgene var bygget over eksempler fra Felix Lindenbladt: Kemiexperimenter.

Johnny Boesen Rasmussen.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

KUNSTSTOFFER (plastics).

Oversigt:

Termoplastisk	Anvendelse	Mf.	Var- me	Sprit	Ace- tone	Kendetegn
Acryl (Plexiglas)	Vinduer, lin- ser, skilte	1,20	70	nej	nej	Transparent, flammen blå, gul spids, drypper ikke, frugt- agtig lugt.
Polyethyleh, blød	Isolation, fo- lie, slanger	0,92	90	nej	ja	Fedtet overflade. Blå flamme, gul spids, drypper, lugt som stearinlys.
Polyethylen, hård	Rør, spande	0,96	120	nej	ja	-do-
Polyvinylchlorid, blød	El-ledninger, regntøj, duge	1,25	60	nej	nej	Selvslukkende med hvid røg.
Polyvinylchlorid, hård	El-rør, gram- mofonplader	1,40	60	ja	nej	-do-
Polystyren	Husholdnings- artikler, én- gangsbægre	1,05	70	ja	nej	Glasklart, metalklang, gul flamme med tyk sort røg.
Polystyrenskum	Emballage, isolation					Sekskantede perler.
Polyamid (Nylon)	Lejer, børster, tandhjul	1,14	90	ja	ja	Kan ikke brænde, dryp- per, lugt som brændt hår.
Polyurethan	Skumgummi, kø- leisolation					Polyetherskum er blødt og klæbrigt på overfl. Polyesterskum (skum- nylon) har hård og skrattende overflade. Selvslukkende, brune smeltedråber.
Hærdet plastic						
Polyester, glas- fiberarmeret	Både, styrt- hjælme, tage	1,60	100	ja	nej	Vejrbestandigt. Gul sodende flamme, lugt af gas og hyazinter.
Phenol (Bakelit)	Telefonappa- rater, dørgreb	1,30	125	ja	ja	Mørke farver. Selv- slukkende, bobler op, lugt af karbolsyre.
Carbamid	-do-	1,50	90	ja	ja	Lyse farver. -do- lugt af formalin.
Melamin	Kopper, gryde- skeer, laminat	1,50	115	ja	ja	Smuk overflade. -do- lugt af sildelage.

SVENN WØJDEMANN & STEN MØLLER:

SIMPLE FORSØG MED

PLASTIC STOFFER

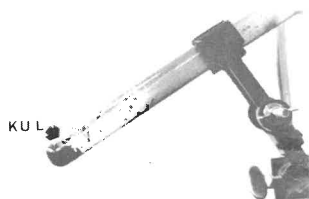
Ved et møde i Bornholms afdelingen demonstrerede Sten Møller og Sven Wøjdemann fra Svaneke en række særdeles enkle forsøg over og med plasticstoffer.

Kært barn har mange navne, men indenfor disse stoffers verden er der snarere tale om, at en masse forskellige "ting" benævnes med samme navn, idet alle kunststoffer i daglig tale kort og godt kaldes: PLASTIC. Og dette på trods af, at disse stoffer har højst varierende fysiske og kemiske egenskaber.

Forsøg 1.

Hvad består plastic af?

Et plasticstof (f. eks. PVC-pulver eller Duroplast) opvarmes. Under opvarmningen sønderdeles stofferne til nogle tunge, hvide dampe og KULSTOF.



Plastickemi er altså KULSTOFKEMI (også benævnt ORGANISK KEMI), der jo som bekendt fører en hensygnende tilværelse som en del af biologiundervisningen.

Forsøg 2.

En simpel opdeling af plaststofferne.

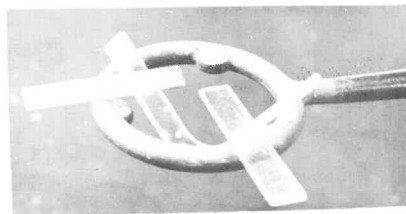
Ved opvarmning af plaststoffer vil det vise sig, at stofferne falder i to skarpt adskilte grupper.

- De stoffer, der ved opvarmning bliver bløde og i denne tilstand kan formes. Benævnes: THERMOPLAST.
- De stoffer, der beholder deres form indtil de sønderdeles ved opvarmningen (brænder, fordampes eller smuldrer). Benævnes: DUROPLAST.

Ved forsøget opvarmede vi en plaststav af begge typer v. hj. a. et gasblus.

THERMOPLAST: polymethylacrylstav.

DUROPLAST: polyesterharpiksstav.



Konklusion: THERMOPLAST kan formes - og DUROPLAST kan ikke formes.

Forsøg 3.

Vi fremstiller DUROPLAST.

a. Phenolplast.

25 ml. phenol og 12,5 ml. 40 % formaldehyd blandes i en porcelænsskål. Der tilsættes 10 pastiller NaOH, og det hele opvarmes meget forsigtigt. Når kogepunktet nås, dæmpes flammen så meget, at kogningen netop oprettholdes. Den oprindelige farveløse blanding farves nu gullig eller rødlig og bliver ret tyktflydende. Efter ca. 10 minutters forløb hældes indholdet ud på en kækkel eller på en metalplade. Her størkner det til en hård og sprød "kage": PHENOLHARPIKS. Dette stof er et mellemprodukt, der anvendes som grundlag for duroplastfremstilling. I daglig tale kaldes stoffet RESOL.

b. Aminoplast.

5 g urinstof, 15 g formalin (40 % formaldehydopløsning) blandes i et 250 ml. bægerglas. Når urinstoffet er opløst, tilsættes 1,5 ml. konc. saltsyre. Glasset bliver meget varmt (en EXOTHERM proces), og der dannes en hvid geléagtig masse, som hældes ud på en kækkel, hvor det bliver til et hårdt, hvidt stof.



Dette er et URINSTOFHARPIKS - AMINOPLAST, der også tilhører duroplastgruppen. Når det først er stivnet, kan det ikke gøres blødt igen.

Forsøg 4.

Vi fremstiller NYLON.

a. den "tørre" metode:

Nylons to hovedbestanddele er apidinsyre og hexamethylendiamin. Til alt held forhandles disse to stoffer som en færdig blanding under navnet AH-salt.

Et reagensglas, der er anbragt skråt i et forsøgsstativ, fyldes kvart op med AH-salt og opvarmes. "Saltet" vil under udvikling af hvid røg blive tyktflydende. Det flydende hældes ud på en kasse, og herfra kan man så længe, det er blødt, trække tråde ud ved hjælp af en spatel.

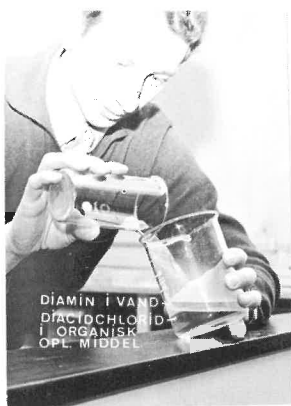
b. den "våde" metode:

Forsøget går populært under navnet NYLON ROPE TRICK. Vi har lært det af lektor Knud Møller fra Statsskolen i Rønne, der også er ophavsmand til nedenstående forsøgsbeskrivelse.

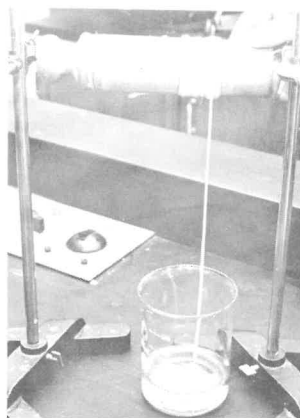
NYLON ROPE TRICK.

Demonstration af condensationspolymerisering. Condensations polymere, som polyamider og polyesterer, fremstilles sædvanligvis ved besværlige metoder, ved hvilke reaktanterne bliver smeltetsammen ved 200° - 275° C under udelukkelse af luften. Sædvanligvis kræver et eller andet stadium af polykondensationen højvacuum, og processen kan vare fra 4 til 24 timer. Vi præsenterer her en metode til at fremstille et POLYAMID øjeblikkelig ved stuetemperatur og uden forsøgsapparatur (se billedet). Demonstrationen har et skær af overraskelse og magi over sig, som forbløffer alle fra skolebarnet til den blaserede kemiker.

Når en opløsning af et hurtigt reagerende diacidchlorid i "ikke-blandbart-med-vand"-



opløsning bliver bragt i kontakt med en vandig opløsning af alifatisk diamin, dannes der straks en hinde af højpolymere former, hvor de to flader mødes. Skillefladen mellem de to væsker ses tydeligt på billedet. Den er meget tynd, men stærkt sammenhængende. Hinden kan trækkes ud af grænselaget og bliver øjeblikkelig og kontinuert erstattet, så at det danner en lang endeløs tråd af polyamid. Det kan anbefales at anbringe en vinde over bægerglasset. (se billedet). Processen minder om tryllekunstneren, der trækker en række af silkelommelærklæder op af en høj hat. Fra den klare opløsning kommer en tråd af hvide polymere. Når trækket ophører synes intet at ske; men når trækket genoptages følger flere polymerer. Dette kan gentages over flere timer. Med vores forsøgsopstilling kan man mageligt trække en tråd på en halv snes meter i minuttet.



Polyamidet indeholder samme enheder som handelsnylon, polyhexamethylenadipamid eller homologe strukturer. Selvom disse stoffer dannes i en brøkdel af et sekund, når deres gennemsnitsmolekylvægt op på fra 5000 og op til 20000, der er sædvanlig for poly til fibre.

En organisk fase bestående af 2 ml (0,0093 mole) sebacylchlorid i 100 ml tetrachlor, anbringes i et 500 ml bægerglas (helt rent). Over dette hældes omhyggeligt (se den forsigtige fysiklærer på billedet !) en opløsning af 4,4 g (0,038 mole) hexamethyldiamin i 50 ml destilleret vand. En polymer hinde dannes straks. Den er sædvanligvis ureguler og boblet. Når den skubbes til side, dannes der straks en nu glat grænseflade. Glassets vægge må eventuelt befries for tråde af polymere. Overgangslaget griber i midten med en pincet eller en lille tang og løftes som et reb. Hinden danner altid et "telt" med

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Forsøg nr. 5.

top i luft/vand-fasen. Farve kan tilføjes til enhver af faserne; det er bedst at farve den nederste (Azobenzene bruges). Den simpleste isolationsmetode er at vaske polymeret grundigt igennem med vand. Denne behandling bliver fremskyndet, hvis 50 % sprit i vand bruges til begyndelsesvasken. Produktet har en lille vægtfylde og papiragtig konsistens, som ikke er karakteristisk for polymere.

Man kan ønske at vise, at fibre dannes ud fra det smeltede stof. Stoffet smeltes omhyggeligt i en metalske over varmeplade eller lav flamme; så kan fibre trækkes ud med en tændstik eller glasstang. Nogen misfarvning kan komme på grund af luftens adgang, men det vil ikke påvirke den fiberdannende evne - med mindre polymeret er forkullet eller er opvarmet for en længere periode. Er fibre korte eller lodne, må man tage mere polymer, og det skal opvarmes så lidt som muligt over smeltepunktet.

De vandige opløsninger, der er anvendt ved eksperimentet, kan opbevares "evigt". Syreopløsningerne holder kun nogle timer eller heldigst et par dage og kun i virkeligt rene opløsninger.

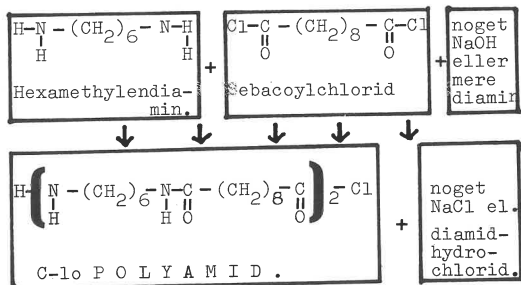
SIKKERHEDSFORANSTALTNINGER.

Eksperimentet bør udføres på et robust underlag. Eventuel pipettering skal udføres med gummiballoner - aldrig med munden. Arbejdet udføres i et stinkskaab eller i et stort og godt ventileret lokale. At indånde dampe af benzen, tetrachlorkulstof og chloroform, såvel som hudkontakt skal undgås. Disse opløsningsmidler er giftige, og deres virkning er akkumulativ. Brændbare opløsningsmidler som hexan, benzen frembyder brandfare. Ingen rygning, el-motorer eller meget varme el-varmere må være i nærheden.

Såvidt som det er muligt, må POLYMERREBET håndteres med gummihandsker, tang og pincet indtil det er vasket fri af opløsning og de alkaliske reaktanter.

NB: Ubrugt polymeropløsning må ikke hældes i vasken, men skal omrøres, indtil der ikke dannes mere polymer, og derefter bortkastes sammen med andet affald.

Den kemiske reaktionsproces.

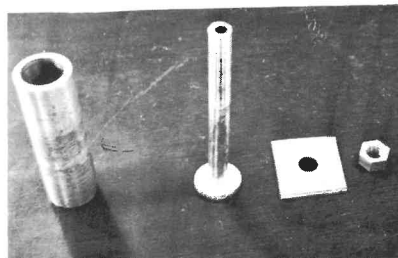


Støbning af emner v.h.j.a. POLYSTYROL.

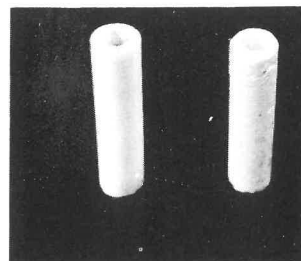
Ca 5 gram POLYSTYROL med indbygget hævemiddel (handelsbetegnelse STYROPOR P) hældes i et bægerglas, der er kvartfyldt med vand.



Vandet bringes i kog. Under kogningen udvider kuglerne sig, og efter et par minutters forløb er deres gennemsnitsstørrelse et par mm i diameter. Derefter filtreres vandet fra, og kuglerne stoves ned i en form der på grund af det store tryk, der fremkommer, skal laves af metal. Vi støbte en cylinder i en messingform, der så således ud:



Formen skrues tæt sammen og koges i ca. 15 min. Efter kogningen tager vi den støbte "styroporcylinder" ud af formen.



Disse to styroporcylindere er støbt i den samme form, men cylinderen til venstre er meget tættere i materialet end den til højre det skyldes at der til støbningen af cylinderen til venstre er brugt omtrent dobbelt så mange kugler, som til støbning af den til højre.

Materialet er meget let (massefylde 0,09) men alligevel forbløffende hårdt. Man kan iøvrigt tydeligt se, hvorledes styropor-kuglerne er vokset sammen. Materialet har nærmest cellestruktur.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Forsøg 6.

Hævning af sunkne skibe.

Hvis kogningen af styroporkuglerne fortsættes i en halv timestid, vil kuglerne være nået op på deres maximale størrelse. Enkelte af dem antager ærtstørrelse. De er nu endnu lettere end før (massefylden er mindre end $0,03 \text{ g/cm}^3$) og derfor i besiddelse af en enorm opdrift, når de anbringes i vand. Kugler af denne type har i flere tilfælde fundet praktisk anvendelse ved hævning af sunkne skibe.

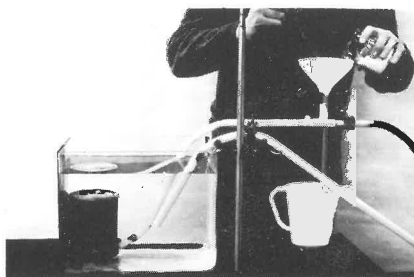
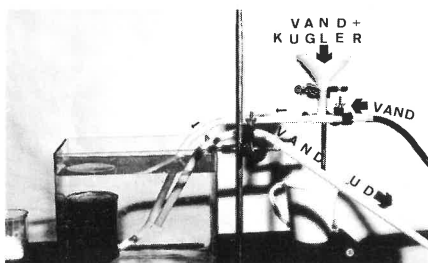


For at illustrere princippet i hævningen vil vi indledningsvis anbefale et meget primitivt forsøg, hvor man kan "se" hvad der sker. Som sunket skib anvendes et omvendt 600 ml. bægerglas, der anbringes i et akvarium, der er fyldt næsten helt med vand. Under dette glas anbringer vi et bægerglas (250 ml.), der er fyldt med styroporkugler og forsynet med et fintmasket net som "låg".

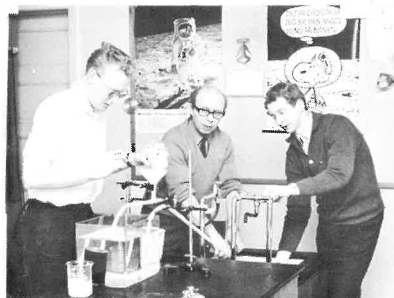


Når nettet trækkes til side, vil styroporkuglerne stige til vejrs og fortrænge vandet fra "det sunkne skib", der straks kommer op over overfladen.

Dette forsøg kan imidlertid udføres langt mere "teknisk", ved hjælp af den på fotografiet anførte forsøgsopstilling.



I blikdåsen "skibet" er der boret en masse små huller (ca. 2 mm $\varnothing$). Dette er dels for at illustrere, at skibet er læk, men også for at vise, at der ikke kan være tale om, at det er indpumpet luft, der hæver "skibet". Det øverste rør er i forbindelse med vandhanen. I tragten hældes styroporkugler, der på grund af vandtrykket suges med (der opstår jo undertryk i tragten), og derved ender kuglerne i "skibet", der lidt efter letter fra bunden. For at undgå, at akvariet løber over, må vi hele tiden fjerne noget vand fra akvariet. Det kan gøres som anvist på billedet (hævertprincippet) ved hjælp af den nederste af slangerne.



Forsøget er desværre lidt langvarigt, idet det mindst tager et kvarter, men den tid, der går med at hæve skibet kan passende anvendes til en omtale af filmen "SKIBET, DER KOM OP FRA KULDEN", der kan rekvireres fra Erhvervenes Filmcentral. Den omtaler hævningen af MARTIN S udfor Grønlands vestkyst. Filmen er simpelthen fremragende, og bør nok vises før eller efter forsøget.



God fornøjelse med PLASTICKEMIEN.

Sten Møller & Svann Wøjdemann.

NOGLE ASTRONOMISKE DEMONSTRATIONSFORSØG

ved afdelingsleder, lektor A. ZIGGELAR.

Københavnsafdelingens møde den 29. oktober 70 fandt sted i fællesauditoriet, Fysisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole.

Lektor A. Ziggelar viste "Nogle astronomiske demonstrationsforsøg".

Indledende bemærkninger:

Hvordan kunne man tænke sig at starte en fysikundervisning på begynderstadiet? Man kunne f.eks. forsøge at give et billede af det solsystem, vi lever i, den Jord, vi lever på, og give et indtryk af tidens gang, den daglige tidsinddeling i timer og den årlige inddeling i årstider, dels på den lokalitet, man selv bebor, dels i andre egne af Jorden. Man ville derved på en vis måde følge den historiske udvikling.

De gamle kulturfolk: ægyptere, babyloniere og grækere begyndte videnskaben ved at betragte og forsøge at kortlægge himmelfænomenerne.

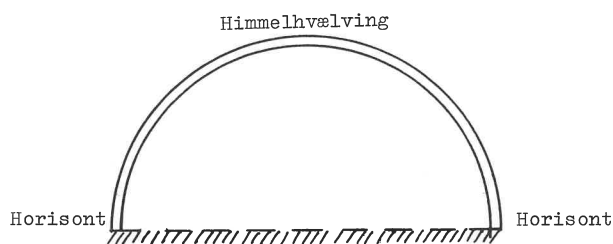


Fig. 1

De ældste astronomer anskuede himlen som en uhyre halvkugle og opfattede den som en reel, hvælvet kupel hen over og omkring Jorden (fig. 1). De fandt sig et spejlbillede af Solens bevægelse på himmelhvælvingen ved at anbringe en halvkugleformet skål (af keramik, jvf. fig. 5) på jorden med en nålespids i skålens centrum og lade Solens bevægelse afspejle sig på skålens indre (fig. 2).

Følger man på denne måde Solens bevægelser i et år, ser man, at skyggen af nålespidsen i skålens centrum beskriver kurver inde i skålen. Ved jævndøgn,

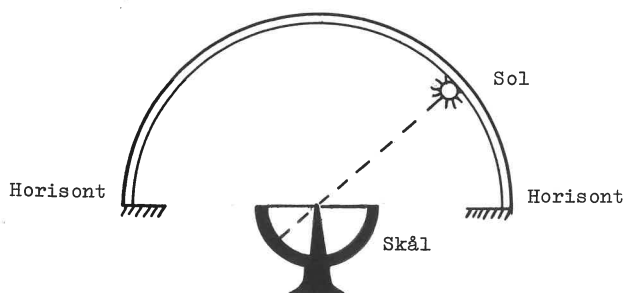


Fig. 2

når Solen følger himlens ækvator med opgang stik øst og nedgang stik vest, vil kurven i skålen være en storcirkel, der ligger i samme plan som himmelækvatoren (og parallel med Jordens ækvator).

Forsøg:

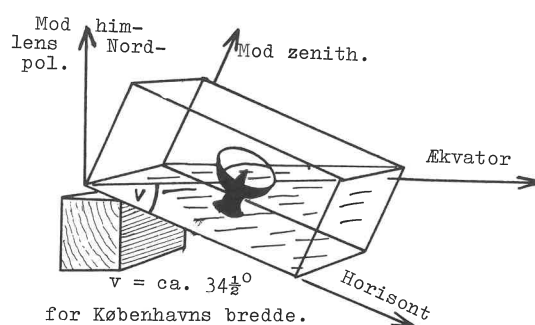


Fig. 3

Et glaskar (fig. 3) stilles skråt og fyldes ca. $\frac{1}{2}$ med vand. Skålen (fig. 5) stilles på den skrå bund og skubbes så langt mod højre (på figuren), at spidsen af nålen netop befinder sig i vandoverfladen. Grænselinien mellem den våde og den tørre del af skålens indre vil da angive jævndøgnskurven for den valgte breddegrad. De ca. $34\frac{1}{2}^{\circ}$ ($34^{\circ}17'$) er = ækvatorhøjden for København. Den er komplementvinklen til Københavns bredde, ca. $55\frac{1}{2}^{\circ}$ ($55^{\circ}43'$).

Til forklaring af glaskarrets opstilling tjener den sædvanlige tegning af "himmelkuglen" (fig. 4), hvor Solen er indtegnet tre steder i himlens ækvator, svarende til tre forskellige tidspunkter på jævndøgnsdagen. Bedre end tegningen ville det dog være at have en stor gennemsigtig halvkugleflade af plastic og tegne på den.

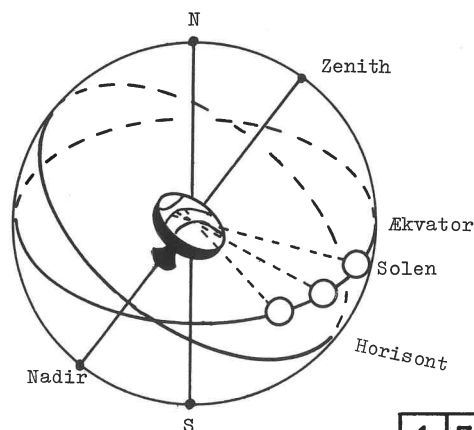


Fig. 4

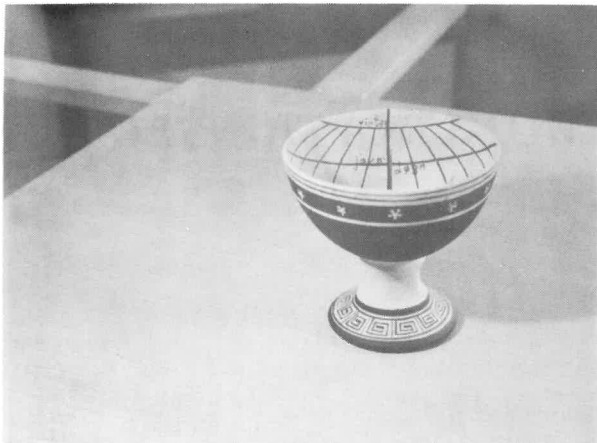


Fig. 5

Fig. 5 viser skålen med indtegnede kurver for:

- 1) jævndøgn 2) sommersolhverv (nederste kurve) og 3) vintersolhverv (øverste kurve).

I oldtiden delte man simpelthen dagen i 12 lige lange "timer", regnet fra solopgang til solnedgang. Det gav længere "timer" om sommeren og kortere "timer" om vinteren; men forskellen var ikke generende stor i de pågældende (sydlige) egne.

I skålen fig. 5 svarer markeringerne til Københavns bredde, og timerne er de antikke. En sådan skål med lignende markeringer eller med moderne timer kunne tænkes tildannet i en formningstime og senere forsynet med de viste afspejlinger af Solens gang på himlen - og evt. dekoreret udvendig efter lyst og evne.

Solure.

I) Skålformede solure.

Skålen fig. 5 med de viste inddelinger er et primitivt solur. Der er ikke taget hensyn til tidsækvationen ("tidsjævningen") og heller ikke til zonetiden (lokalkonstanten). Skålen skal være nøjagtigt orienteret for at vise rigtigt (med den opnåelige tilnærmelse).

II) Vandrette solure.

Allerede i oldtiden fremstillede man vandrette solure med lodret skygge giver (gnomon) og udformede dem f.eks. som stenmosaikker.

Fig. 6 viser, hvad man fandt frem til, og fig. 7 viser en model af et vandret solur. Træpladen kan f.eks. være krydsfiner 30 x 30 cm og gnomonen en kegle på 3 cm's højde.

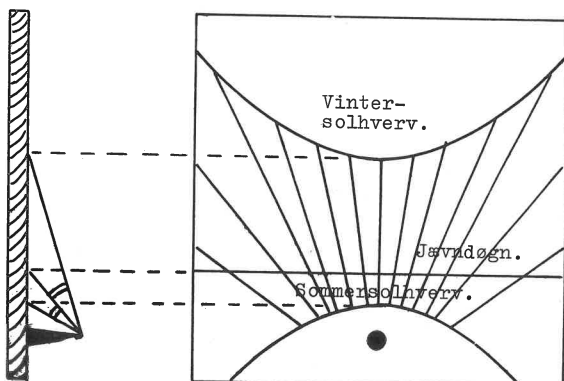


Fig. 6

Ved jævndøgnene bliver kurven en ret linie, medens solhvervskurverne bliver hyperbler. Mærk: Timelinierne for de sædvanlige timer stråler ikke ud fra gnomonen, men fra et punkt bag denne.

Profiltegningen til venstre i fig. 6 viser, hvordan grækerne kunne finde datoerne for jævndøgnene og dermed årstidernes forskellige længde: Den solstråle, der kaster gnomonspidsens skygge ved jævndøgn kl. 12, halverer vinklen mellem de tilsvarende stråler ved solhvervene.

Den vandrette placering af soluret var bekvem:

- i) Det var lettere at tegne på en plan flade end på en kugleflade (i skålen).
- ii) Solen stod højt på himlen, så skyggerne blev ikke ubekvemt lange, undtagen morgen og aften.
- iii) Det var let at banke en pæl lodret ned i jorden.

III) Lodrette solure.

Senere gik man ofte over til lodret anbringelse f.eks. på øst-vest orienterede sydmure. Fordele (og mangler) ved det lodrette solur var bl.a.:

- + i) I nordlige egne giver det passende korte skygger.
- + ii) Det kan ses fra stor afstand, når det anbringes i passende højde.
- + iii) Der trædes ikke på det.
- ÷ a) Der er dog vanskeligheder, når muren ikke er nøjagtigt øst-vest orienteret.
- ÷ b) Uret fungerer kun fra kl. (ca.) 6 til kl. (ca.) 18.

IV) Solure med en lysplet som indikator.

En lysplet er bedre defineret og lettere at aflæse end en mere eller mindre "ulden" skygge. Man kan fremstille et lysplet-solur i lille format af en æske, hvis forside er halvtransparent (f.eks. af papir som dette ark) og som er forsynet med et lille hul foroven i midten af æskens bagside.

Fig. 8 viser skitsemæssigt det færdige solur og fig. 9 en fotografisk gengivelse af det - men først et par ord om mønstret på forsiden (fig. 10), der er korrigeret for tidsækvationen og lokalkonstanten for København.

a) Tidsækvationen ("tidsjævningen").

Soluret var fuldstændig nøjagtigt, så længe man regnede med "lokal sand soltid". Man vidste godt, at Solen går ujævnt i ekliptika (hurtigst om vinteren, fordi Jorden er nærmest Solen 2. januar og derfor

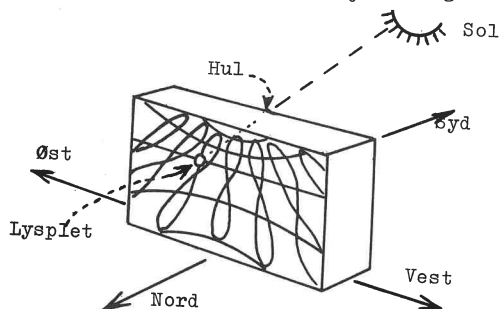


Fig. 8

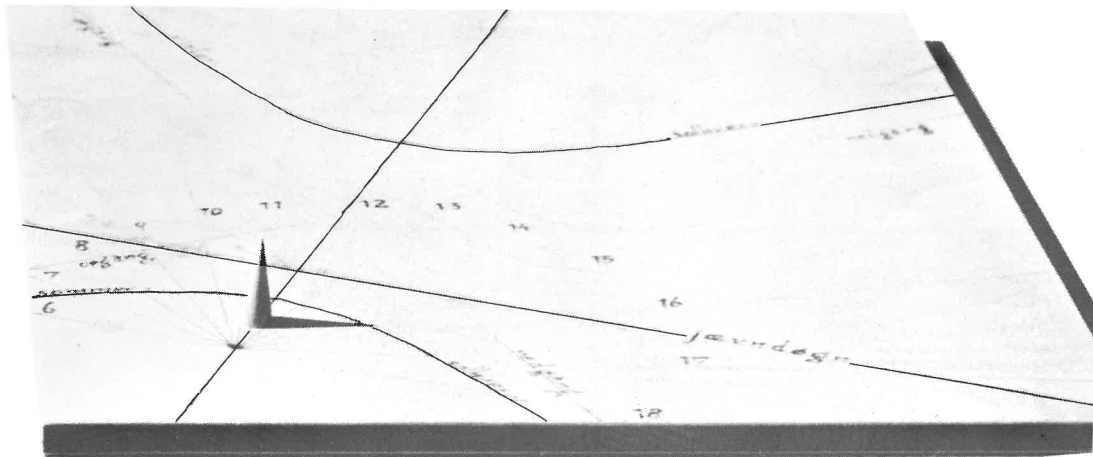


Fig. 7

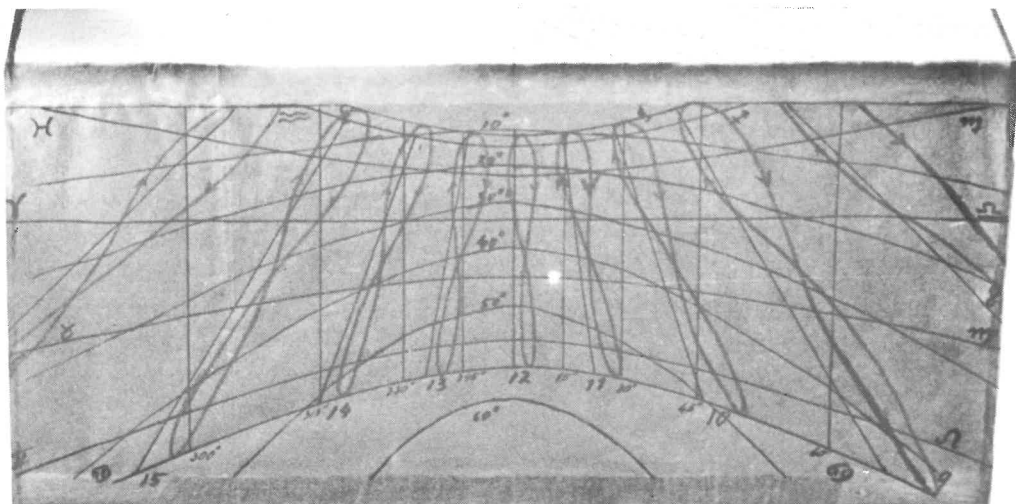


Fig. 9

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

bevæger sig hurtigst i banen). Dertil kommer (med langt større virkning), at ekliptika danner en vinkel på $23\frac{1}{2}^{\circ}$ med himmelækvatoren.

Først med opfindelsen af penduluret (Huygens i året 1656) blev uoverensstemmelserne mellem soluret og penduluret generende.

Da man kun med stort besvær kan få et mekanisk urværk til at "følge Solen" og vise lokal sand soltid (jvf. Jens Olsens Ur på Københavns Rådhus), kan man gå den modsatte vej og ændre på solurets inddelinger, så soluret kommer til at vise lokal middelsoltid.

b) Zonetid - lokalkonstanten.

En anden komplikation, der kræver endnu en korrektion, er opdelingen af Jorden i 24 zoner, hver på 15° , idet der dog af praktiske grunde finder tillempning sted. Inden for hver zone går urene ens og viser zonetid. Indførelsen af zonetid er en direkte følge af den øgede kommunikation (eksempel: Jernbanernes køreplaner).

Da Danmark har mellemeuropæisk tid, der er 1 time forud for verdenstid (= Greenwich-tid), vil et solur, der kun er korrigeret for tidsækvationen, kun vise rigtigt på Bornholmsområdet (omkr. 15° øst for Greenwich). Det samme solur opstillet i København ($12\frac{1}{2}^{\circ}$ ø. f. Grw.) vil konsekvent vise ca. 10 minutter for lidt efter mellemeuropæisk tid. Disse ca. 10 minutter udgør lokalkonstanten for Københavns længdegrad.

Spørgsmål: Hvorfor bør man tage begge disse korrektioner med, når vi giver børnene et solur i hænde (jvf. fig. 10)?

Svar: Fordi børn vil tabe interessen, hvis uret ikke "passer".

Et råd: Giv hver elev et solur som fig. 10. Lad dem klæbe det på en tændstikæske (se vejledningen). Lad dem sætte det i vindueskarmen, orienteret efter kompas eller med én testning efter et ur. Forklar soluret for børnene gradvis: det letteste først; forklaringen på de krumme linier, der er korrigeret ved hjælp af tidsækvationen, må komme sidst.

Eksempler på spørgsmål, der kan drøftes med eleverne.

1) Årstiderne.

- Afhænger af Solens deklination (højde over eller under himmelækvatoren).
- Følg dagbuen for Solen, undersøg dens længde.
- Dagens længde ændres hurtigst omkring jævndøgn.

2) Hvad forstås ved 1 time?

- $1/24$ af et døgn.
- $1/24$ af Solens daglige kredsløb ($= 15^{\circ}$).

3) Hvorfor disse sløjfer på soluret?

- Solen går ujævnt, og det afspejler sig på soluret. Vanskeligt at forklare, så begynder forstår det fuldt ud. Det letteste vil være at henvise til, at Jorden bevæger sig hurtigst i banen omkring 2. januar, fordi den "falder" lidt ind mod Solen - og først derefter at gå

ind på hovedårsagen: ekliptikas vinkel med ækvator. (Jordbanens ekscentricitet alene ville gøre timelinierne til ovaler, men ikke til "ottetaller").

4) Dag og nat, polardag og polarnat, m.m.

Hjælpe middel (fig. 11): En gammel globus males mat-hvid. Fastlandenes omrids påmales i sort streg. Ækvator, polarkredse og egen breddegrad markeres. På iagttagerens breddecirkel ($55^{\circ} 43'$ for København) markeres længdegraderne $0^{\circ} - 15^{\circ} - 30^{\circ} - \text{o.s.v.}$ fra iagttagerens sted. Denne globus opstilles med iagttagelsesstedet som isse og stedets meridian vendt mod syd. Solens skygge på globen vil vise, hvor på Jor-

den Solen nu er ved at stå op eller gå ned, hvor længe dag og nat varer på forskellige breddegrader, hvor der er polarnat, hvad klokken er . . . o.s.v.

Vejledning m.h.t. montering af solurene.

a) Det lille solur:

Det vandrette liniestykke under "urskiven" angiver æskens dybde - d.v.s. afstanden fra urskiven til hullet i æskens bagvæg. Liniestykket er $1\frac{1}{2}$ cm langt. Hullet i bagvæggen af æsken skal sidde nøjagtigt ud for den lille cirkel øverst på urskiven. Hvis man benytter en almindelig husholdningstændstikæske, må man enten skære den til, så den bliver $1\frac{1}{2}$ cm dyb, eller man kan skære en rille til at holde urskiven i den rigtige afstand fra bagvæggen. Uret vil da blive lettere at aflæse, fordi urskiven kommer i skygge.

Da urskiven er noget større end en husholdningsæske, kan man enten klippe det overflødige af soluret - eller endnu bedre - selv lave en æske, der passer.

b) Det store solur:

Til denne "urskive" må man selv finde en æske, der kan tilpasses - eller simpelthen lave en selv. Også her angiver det vandrette liniestykke afstanden fra urskiven til hullet i bagvæggen. Dette anbringes nøjagtigt ud for den lille cirkel midtfor, foroven på urskiven.

c) På forespørgsel fra Fysiktips svarer hr. Zigge-lar: Solurene er af praktiske grunde korrigeret, så de viser mellemeuropæisk tid (zonetid) på Københavns længdegrad. En kollega, der bor x længdeminutter ($= x'$) vest for København, må til aflæsningen af uret lægge $\frac{x}{15}$ tidsminutter. Anderledes sagt: Når lyspletten når sløjferne 12, 13 o.s.v. er klokken i zonetid $12h\frac{x}{15}$ min., $13h\frac{x}{15}$ min. o.s.v. Omvendt trækkes $\frac{x}{15}$ minut fra, hvis man bor øst for København.

Bor man nordligere eller sydligere end Københavns breddegrad, betyder det ikke så meget. Men om ønskes, kan man rekvirere to formler hos hr. Ziggelar, købe en almanak med Solens kulminationstider og regne det hele ud fra grunden - evt. lade det behandle af en regnemaskine.



Fig. 11

De i artiklen gengivne fotos, samt tegningerne af "urskiverne" til solurene er venligst udlånt fra Danmarks Lærerhøjskole.

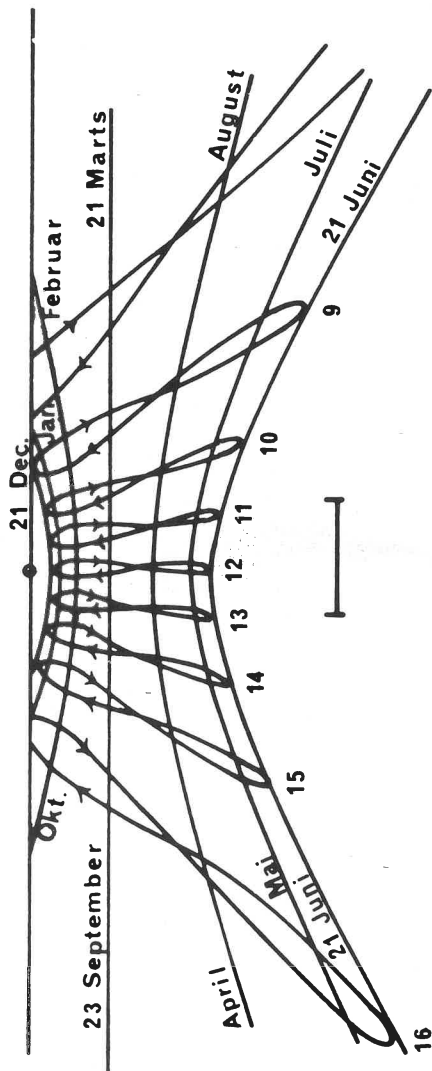
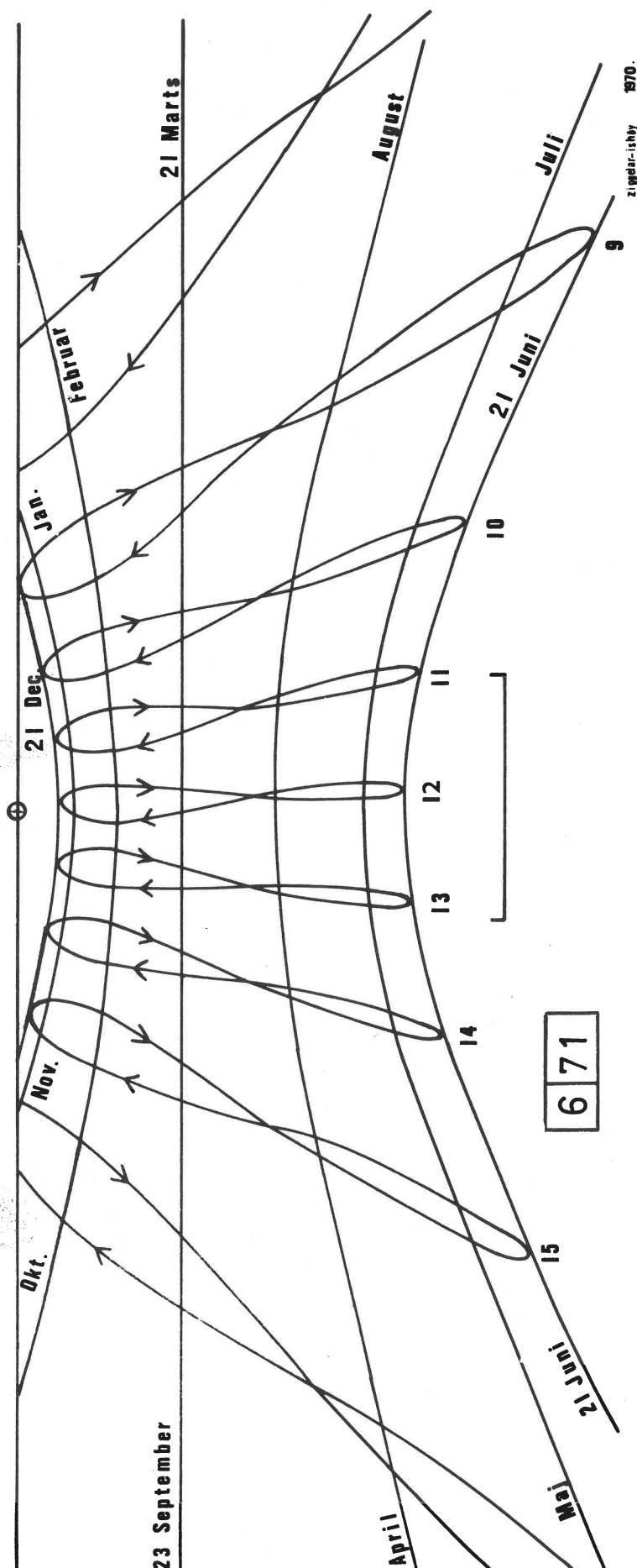
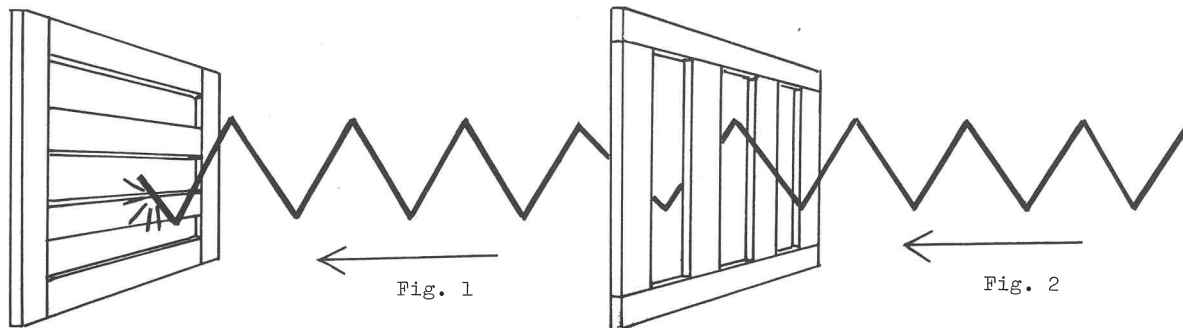


Fig. 10



POLARISERET LYS og STEREOSKOPISE LYSBILLEDER (3-D-BILLEDER)

ved overlærer EDVARD RUNGE.



Københavnsafdelingens møde den 29/10 - 70 fandt sted i fællesauditoriet Danmarks Lærerskole.

Overlærer Edv. Runge viste og kommenterede en forsøgsrække over polariseret lys og stereoskopiske lysbilleder (3-D-billeder).

Indledende bemærkninger:

Lyset har egenskaber, der dels kan tydes som en bølgebevægelse, dels som en partikelbevægelse. Lys afgives (og modtages) i kvanter, fotoner. Ved omtale af - og skoleforsøg med - lysets polarisation vil det være rimeligt

- 1) at gå ud fra lysets bølgenatur og
- 2) at forenkle problemerne for at holde dem på et pædagogisk forsvarligt plan.

Indledende forsøg:

Ved simple manipulationer demonstreres og forklares følgende (a - e) ved hjælp af et eller to stykker svær ståltråd, bukket i bølgeform, og to "urtepotteunderlag" af typen : trælisters sømmet som tremmer på tværlister (fig. 1 og 2. På disse figurer er ståltråds "bølgerne" dog angivet med skarpe knæk).

- a) Lyset er en bølgebevægelse, hvor svingningsplanen går på tværs af lysstrålens retning.
- b) I en normal lysstråle er svingningsplanerne orienteret i alle mulige planer om akse (aksen = lysstrålens retning).
- c) Et polarisationsfilter tillader kun svingninger i (praktisk talt) ét plan at passere - alle andre svingninger standses af filtret.
- d) Hvis et strålebundt sendes gennem 2 filtre efter hinanden, og polarisationsplanerne for filtrene er parallelle, vil lyset gå nogenlunde usvækket gennem dem begge. Drejes det ene filter om akse, så polarisationsplanerne er vinkelret på hinanden, standser det sidste filter lyset fra det første.
- e) To filtre anbragt ved siden af hinanden - f.eks. i et brillestel - med polarisationsplanerne drejet 90° i forhold til hinanden vil begge tillade gennemgang af polariseret lys. Polariseringsplanerne vil danne en vinkel med hinanden på 90° . I polarisationsbrillerne, der anvendes, når man ser 3-D-

film eller 3-D-lysbilleder, er polarisationsplanerne orienteret, så de danner et retvinklet V (se fig. 3).

f) 3-D-billeder er velkendte, specielt fra viewmasters. Man gør eleverne opmærksom på, at to sammenhørende billeder er optaget med to sammenkoblede kameraer med en afstand mellem objektiverne svarende til øjeafstanden, d.v.s. 60 - 65 mm. De er derfor lidt forskellige.

Forsøg: Stræk armen ud med lodret strittende tommelfinger. Hold armen stille. Luk skiftevis det ene og det andet øje. Tommelfingeren "springer" da til højre og venstre i forhold til baggrunden (se fig. 4) svarende til forskellen på en forgrundsfigur på de to billeder i viewmasteren. En skitse på tavlen som f.eks. fig. 5 vil lette forståelsen.

g) To ens lysbilledapparater opstillet side om side projicerer et sæt stereoskopiske dias på samme skærm. Skærmen skal være med metallisk overflade ("sølvskærm"), da almindelige skærme depolariserer lyset. Billederne på skærmen skal være af samme størrelse og lysstyrke, men må gerne være forskudt vandret indtil ca. 60 mm. Hvis apparaterne har forskellig objektivbrændvidde, må deres afstande fra skærmen reguleres, så billederne bliver af samme størrelse.

Foran hvert objektiv anbringes et polarisationsfilter. Eleverne forsynes hver med polarisationsbriller og tager dem på. Venstre billede projiceres, og mens venstre øje holdes lukket, drejes filtret foran objektivet, indtil billedet bliver (næsten) usynligt for højre øje. Dernæst projiceres højre

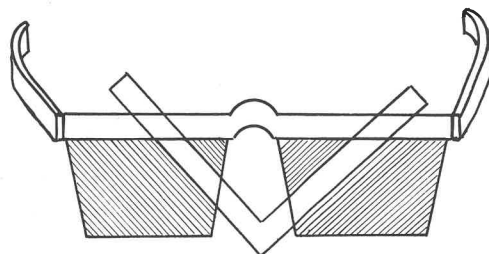
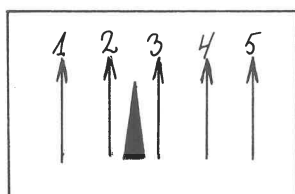


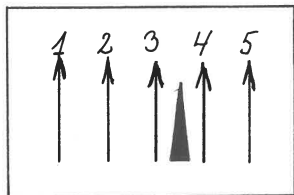
Fig. 3

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING



Hvad højre øje ser.



Hvad venstre øje ser.

Fig. 4

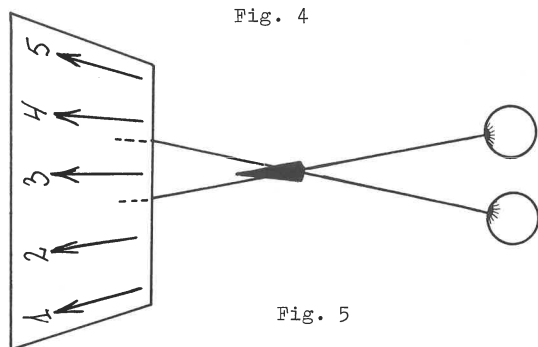


Fig. 5

billede, og det pågældende filter drejes, så billedet forsvinder for venstre øje, mens højre øje holder lukket. Brillerne tages af.

Nu projiceres begge billeder, og der ses på skærmen et dobbelt og derfor uskarpt billede. Tages brillerne på igen, ses billedet på skærmen plastisk. (Hr. Runge oplyser, at drejelige filtre f.eks. kan købes hos firmaet Felix, og at polarisationsfolie f.eks. kan købes hos Struers, skåret ud størrelsen 5 cm x 5 cm. De kan evt. deles i 4 dele og monteres i briller lavet af pap.)

Yderligere forsøg med polariseret lys:

På en optisk bänk (fig. 6) opstilles på sædvanlig måde: Reuterlampe, kondensatorlinse og objektivlinse (f.eks. brændvidde = 30 cm). Lyset projiceres på en "sølvskærm".

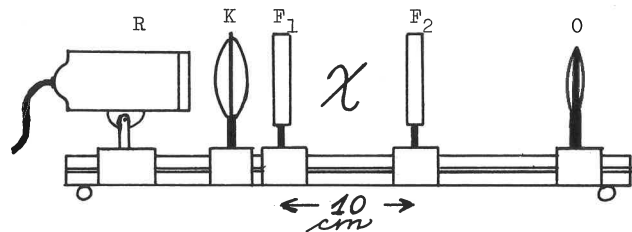


Fig. 6

To drejelige polarisationsfiltre anbringes i strålegangen (F_1 og F_2 på fig. 6). Det vises, at alt lys (næsten) kan standses ved drejning af filtrene i forhold til hinanden. Denne stilling bibeholdes. En plexiglasplade ca. 4 mm x 10 mm x 20 mm holdes ind mellem de to filtre med en papegøjetang, der klemmer på øverste og nederste smalflade (ved x på fig. 6). Apparatet tændes. Ved varierende tryk med

tangen ses der lys på skærmen, forårsaget af spændingerne i plexiglasset. Forklaringen er, at polarisationsplanet ændres i forhold til udgangsfiltret, så der slipper noget lys igennem.

Industrielt udnyttes dette forhold til at afsløre uønskede spændinger i glasgenstande. Spændingerne kan fjernes ved eftervarmning af den pågældende genstand.

Anbringes en cuvette med en sukkeropløsning mellem polarisationsfiltrene, vil der ske noget lignende, idet der atter slipper noget lys igennem. Den vinkel, som udgangsfiltret nu skal drejes for at udslukke lyset giver mulighed for at beregne opløsningens koncentration.

Samme opstilling som ovenfor; men cuvetten erstattes med en almindelig lysbilledramme med f.eks. 4 x 4 cm lysning, hvori man på filmens plads har lagt et stykke cellofan, der er bukket i uregelmæssige folder i flere lag. (Fig. 7).

Man ser da på skærmen en mosaik af forskellige farver. Årsag: Krystallerne i cellofanen er dobbeltbrydende og ændrer polarisationsplanet for bestemte bølglængder (farver), som derfor slipper gennem udgangsfiltret. Farverne vil afhænge af cellofanlagens tykkelse og kan ændres ved drejning af udgangsfiltret.

Skønt tremmerne i urtepotteunderlaget og tegningen af polarisationsbrillerne gør det nærliggende at benytte ordet "gitter", er denne betegnelse undgået, idet gitre med tætte linier anvendes til helt andre formål - til at afbøje lyset og danne spektre i gitterspektrografer. De anvendte polarisationsfiltre består af plastic, hvori der er indlejret krystaller af stoffet turmalin eller jodkinin. Krystallerne er ensorienterede ved indvirkning af kraftige elektriske felter. I disse filtre (der bl.a. benyttes af fotografer for at undgå forstyrrende reflekser i spejlglasruder o.l.) plansættes lyset med meget ringe tab.

Som slutbemærkning tilføjede hr. Runge: Det må altså ikke glemmes, at "gittermodellen" er en noget grov, men praktisk forenkling af de behandlede fænomener.

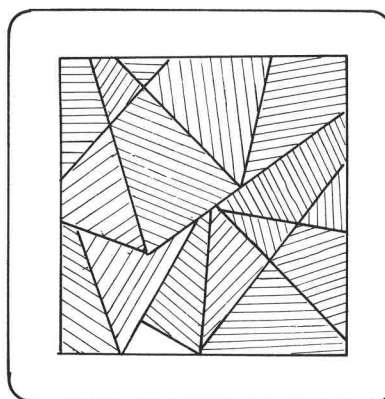


Fig. 7

KØBENHAVNSAFDELINGENS JULEMØDE

hvor

KOLLEGER VISER SKOLEFORSØG

Københavnsafdelingens julemøde, hvor en række medlemmer viste forsøg, fandt sted i fællesauditoriet på Danmarks Lærerhøjskole.

Mødet indledtes med fremvisning af en oplysende amerikansk tegnefilm i farver (med indtalt dansk tekst), der i causerende form og med indslag af reelle filmoptagelser illustrerede en lang række af atom- og raketalderens tekniske fremskridt og deres udnyttelse inden for kommunikation, navigation, vejrtjeneste, lægevidenskab, levnedsmiddelproduktion m.m.

(Filmen, der var udlånt fra den amerikanske ambassade, havde nr. 317 A og udlånes i forbindelse med en film om Apollo 12).

Lektor Frode Hjerting

var forhindret i at komme til stede, men havde sendt en "julegave", nemlig en plasticpose med en portion perlekatalysator til hver deltager, vedlagt følgende brugsanvisning, der angiver, hvorledes forsøget med et minimum af apparatur kan vises i skolen:

KRAKNING

Ved destillation af råolie får man en benzinmængde, som er mindre end den, man kan sælge. Til gengæld får man for meget brændselsolie. Man klarer vanskeligheden ved en proces, som hedder krakning, og som foregår på et pyrolyseværk. Krakning efter engelsk cracking betyder knusning eller spaltning, og det, der spaltes, er de meget lange brændselsoliemolekyler, som indeholder snesevis af kulstofatomer.

Krakningen kan ske på forskellig måde, men det almindeligste er, at brændselsolien under normalt tryk opvarmes til ca. 500° , hvorved olien bliver dampformig. Så ledes dampene gennem et passende stof, en katalysator, der får krakningen til at finde sted.

På figuren (fig. 1) er angivet et forsøg med krakning. Kolben kan være en 250 ml-kogekolbe, og fra den fører der et 1 m langt glasrør ned i et reagens-

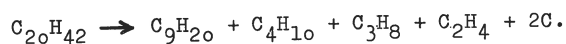
glas, som afkøles af koldt vand. I kolben holder man 20 ml perlekatalysator og oven på 5 ml paraffinolie. Paraffinolie indeholder paraffin $C_{20}H_{42}$. Denne kulbrinte findes også i brændselsolie. Når man har varmet op i et par minutter, bliver de gule perler sorte, og der opstår en tæt hvid røg i kolben. Efter 5-10 minutters forløb er der i rea-



Fig. 1

gensglasset dannet en gullig væske, og man indstiller forsøget. Væsken hældes i en porcelænsskål, og man ser, at den er letflydende. En brændende tændstik, der holdes hen over skålen i ca. 2 cm højde over væsken, antænder den. Væsken består hovedsagelig af benzin.

Vedkrakningen foregår bl.a. følgende proces:



C_9H_{20} er en bestanddel af benzin. C_3H_8 og C_4H_{10} , propan og butan, er ved normalt tryk dampformige, men de kan nemt sammenpresses til en væske, flæskogas. C_2H_4 er en luftart, der hedder ethylen. Den anvendes til fremstilling af alkohol.

De anvendte perler, der bruges som katalysator, har en diameter på ca. 3 mm. De er overordentlig

porøse, således at en perles samlede overflade er ca. 8 m^2 . De perler, som anvendes i forsøget, har tilsammen en overflade på omkring en tønde land! Da perlernes virkning er en overfladevirkning, har vi forklaringen på katalysatorens store virkning.

Frode Hjerting.

Afdelingsleder, mag. scient. Jørn Christiansen
demonstrerede

KRAKNING og DESTILLATION

ved hjælp af perlekatalysator og et udvidet apparatur, der også tillod opsamling af luftformige bestanddele af krakningsprodukterne.

Forsøgsrækken kan opdeles således:

a) Ca. 20 ml perlekatalysator hældes i et reagensglas og opvarmes kraftigt. Hensigten er at fjerne fugt, der kan have slået sig ned på de aktive steder af perleoverfladen, hvorved katalysatorens effektivitet nedsættes. Også fugt ved glassets munding fjernes ved opvarmning.

b) Den således behandlede katalysator hældes i en fraktionskolbe (mrk. "A" på fig. 2) og spredes, så

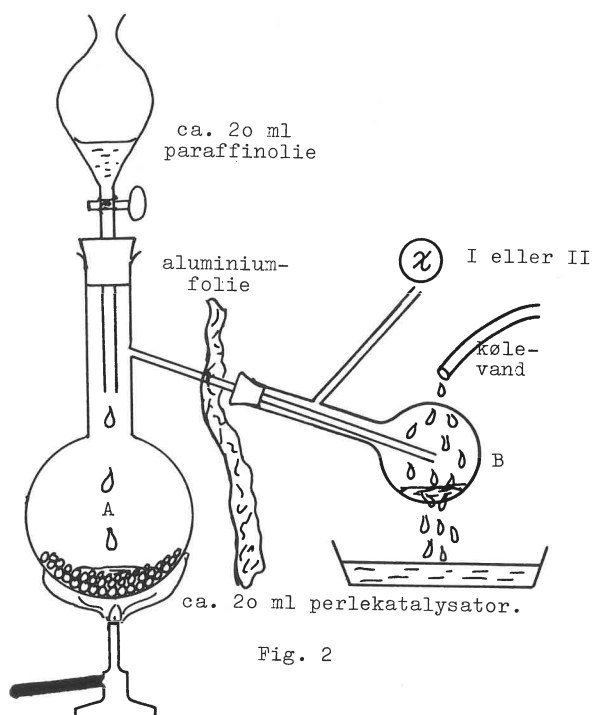
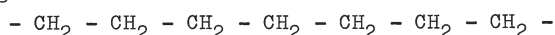
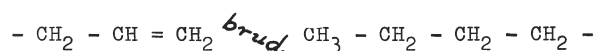


Fig. 2

mest muligt af kolbens bund bliver dækket. Fra en skilletragt hældes ca. 20 ml paraffinolie ned til katalysatoren, og der varmes kraftigt. Denne del af processen anslås at vare 15-20 minutter. Der sker en krakning af paraffinolien, hvorved de lange kæder



brydes mange steder - f.eks. således:



hvorved der opstår en dobbeltbinding ved den ene ende af en "kædestump".

Ved krakningen dannes såvel et flydende destillat som luftformige stoffer. Destillatet opsamles i fraktionskolben ("B" på fig. 2), der beskyttes mod varme fra gasblusset og fra A ved hjælp af et stykke aluminiumfolie. B afkøles desuden af rindende vand.

Ved mærket X (fig. 2) kan tilsluttes en urinpose (se fig. 3a) til opsamling af luftarter. Når den er fyldt, ombyttes den med en ny for at undgå overtryk i kolberne.

Alternativt kan man ved mærket X tilslutte reagensglasset fig. 3b og tænde en "pyrolyseflamme" c) Forsøg med udgangsstoffet, paraffinolie, og destillatet i B:

Der hældes lidt paraffinolie i et reagensglas, og lidt af destillatet i et andet. Begge væsker er farveløse. I begge glas tilsættes en bromopløsning

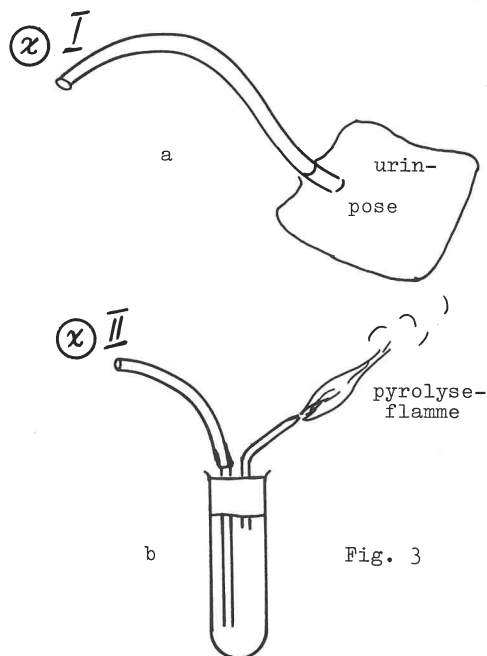


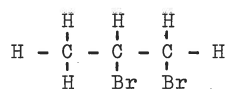
Fig. 3

(1 ml brom i 50 ml tetraklorkulstof). I glasset med paraffinolie farves væsken rød af bromopløsningen.

Destillatet er farveløst (Hvis der antages at være lidt vand i destillatet, kan vandindholdet fjernes med lidt vandfrit natriumsulfat). Når der tilsættes bromopløsning - endog i rigelig mængde - rødfarves væsken kun forbigående: Destillatet "æder" bromet, idet dobbeltbindingerne mellem C-atomerne tillader, at bromet "adderer" - f.eks.:

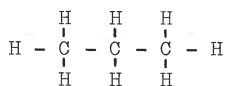


der findes i destillatet, omdannes til:

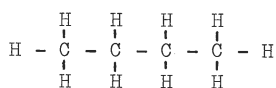


der er farveløst.

d) De opsamlede luftarter er bl.a. propan C_3H_8 og butan C_4H_{10} , der er hovedingredienser i flaskegas. En urinpose indhold af luftarter ledes ned i en stor kogekolbe (de synker selv til bunds og driver luften ovenud af kolben), og der tilsættes bromopløsning. Opløsningens røde farve forsvinder ikke. Propan og butan har ingen dobbeltbindinger.



Propan



Butan

e) Destillation af restindholdet i B:
Opstilling som fig. 4. Der varmes med en lille flamme. Allerede ved ca. 35° viser der sig fortæt-
tet væske i C. Mens væskemængden i C vokser, stiger temperaturen af de overførte dampe stadig (termometeret er anbragt, så det måler dampenes tempe-

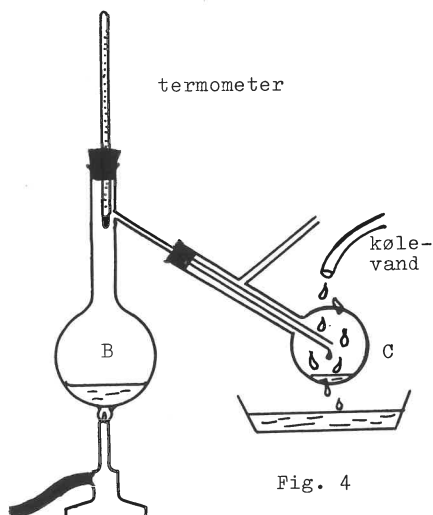


Fig. 4

ratur, netop når de forlader B). Der er altså tale om en blanding af væsker, der destilleres over ved forskellige temperaturer. En del af indholdet er benzin.

f) "Clayton's forsøg":

Dr. Clayton foretog allerede i 1688 forsøg med destillation af kul. De derved dannede luftarter opsamlede han i svineblærer. Når han havde gæster, diverterede han dem med at stikke hul i en gasfyldt blære og antænde den udstømmende gas. Et lignende forsøg demonstreredes ved at fylde en urinpose med almindelig flaskegas, klemme slangen sammen, stikke hul i posen med en knappenål og sætte en tændstik til. Et let tryk på posen gav meterlange flammer

Overlærer Otto Knudsen viste

"ULTRAKORTBØLGE"-SENDER og MODTAGER med MODULERET LYSSTRÅLE

Hr. Otto Knudsen gjorde opmærksom på, at der var tale om en forsøgsopstilling, der vil kunne fin-
dyrkes, så man vil kunne opnå bedre resultater, end de viste.

Opstillingen var afprøvet inden døre med en afstand på 10 m mellem apparaterne. Lyset i lokalet skal dæmpes for ikke at indvirke på modtagerens "lysmodstand"; men det antages, at den kan fungere endnu længere, f.eks. tværs over en gade efter mørkets frembrud. Apparatet forstyrrer ikke almindelig radiofoni og er derfor lovligt at anvende. Diagrammet fremgår af fig. 5, medens fig. 6 viser apparaternes placering. H_1 og H_2 på fig. 6 er to hulspejle (på modellen ca. 12 cm's diameter), G er en glimlampe, og L er en lysmodstand.

Senderen: Spændingen over glimlampen skal være så høj, at denne er tændt hele tiden. Hvis den slukkes af de tilførte lavfrekvenssvingninger (ved "T"), vil lyden blive forvrænget. Det modulerede lys sendes til modtageren via hulspejlet H_1 (brændvidde ca. 15 cm, diameter 10-12 cm). Komponenterne i forsøgsopstillingen var monteret på "Radionic" hulpladen, men tænkes senere monteret, så glimlampe og spejl danner en enhed for sig.

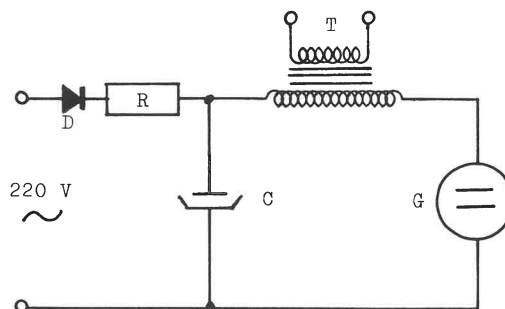


Fig. 5a

Senderens komponenter:

- D Ensretterventil
- R 10 kilo-ohm
- C Elektrolyt 32 mF/320 V
- T Gammel udgangstransformer. Impedans ca. 8000 ohm : ca. 5 ohm
- G Signalglimlampe

Modtageren: Bygget af "Radionic" dele efter det til byggesættet hørende diagram. Impulserne til indgangsfås fra en lysfølsom modstand, som påvirkes af det lys, der fanges af spejlet H_2 , mages til senderens. Der er rige muligheder for forsøg med anbringelse af denne LDR-modstand andre steder i kredsløbet omkring OC 71, samt for at nøjes med dette kreds-

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

løb og tilpasse det, så det kan kobles til indgangen på en radio eller båndoptager. Den kraftigste lyd får man, hvis man afskærmer LDR-modstanden fra uvedkommende lys.

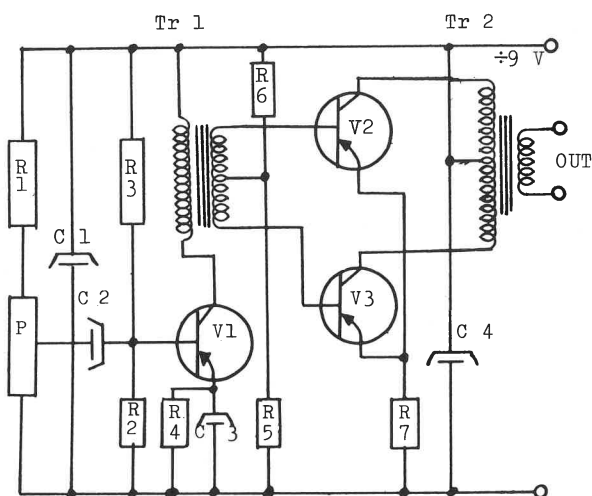


Fig. 5b

Modtagerens komponenter:

R1	Lysmodstand - "LDR"
R2	10 kilo-ohm
R3	33 kilo-ohm
R4	470 ohm
R5	170 ohm
R6	8,2 kilo-ohm
R7	5 ohm
P	Potentiometer 5 kilo-ohm
C1	100 mF
C2	10 mF
C3	100 mF
C4	100 mF

Tr 1 "Radionic" driver-trafo

Tr 2 "Radionic" udgangs-trafo

V1 OC 71

V2 OC 72

V3 OC 72

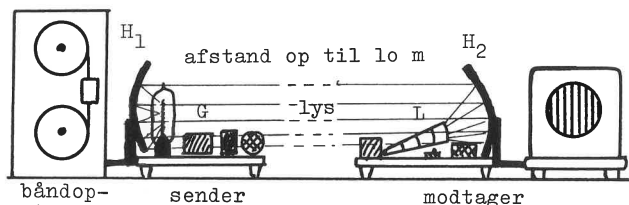


Fig. 6

Formanden for Københavnsafdelingen, viceskoleinspektør Egon Ditlevsen viste

NOGLE ANVENDELSER af TONEGENERATOR og STROBOSKOPLAMPE

a) Stående svingninger:

Fig. 7 viser opstillingen. Vibratoren forbindes som vist med et gummibånd på ca. 1½ m's længde, der er udspændt mellem to lange stativstænger, der er fæstnet i huller i et solidt bræt. Når tonegeneratoren indstilles til passende frekvenser, kommer gummibåndet i stående svingninger. Buge og

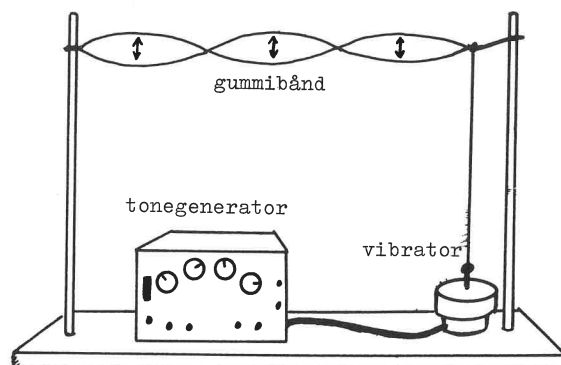


Fig. 7

knuder ses tydeligt.

Ved at belyse båndet med en stroboskoplampe kan bevægelsen "fryses", eller man ser båndets bevægelser foregå ganske langsomt.

b) Den lange stemmegaffel i ny udgave:

(Sml. Fysiktips nr. 1,60 og nr. 5,64).

Stemmegafflen, der er ca. 1 m lang, var fremstillet af svær fladmæssing (8 x 20 mm). "Foden" var af et stykke rundmæssing (13 mm), der var drejet ned til 10 mm foroven og slaglodet i et tilsvarende hul i stemmegafflens nederste bue. Forneden var den drejet ned i diameter, så den passede i en svær fod til et forsøgsstativ. Den udfører meget nær 5 svingninger i sekundet (fig. 8).

Med stroboskoplampen indstillet på 280 glimt i minuttet, kunne bevægelsen "fryses", hvilket gav

$$(280 : 60) \text{sv/sek} = 4,7 \text{ sv/sek.}$$

En almindelig blyant fæstnes med tape til den ene gren, og stemmegafflen anbringes, så blyanten under hver svingning 2 gange skygger for lyset til en fotocelle, der er sat i forbindelse med et Impotælleapparat, der indstilledes til at tælle i 1 minut. Apparatet viste 567 impulser, hvilket gav

$$(567 : 120) \text{sv/sek} = 4,7 \text{ sv/sek.}$$

Endelig fæstnes en filtskriver på tværs af den ene gren. Stemmegafflen startes, og et stykke papir fra en tegneblok føres hurtigt nedad forbi filtskrivaren, der tegner en sinuskurve på papiret.

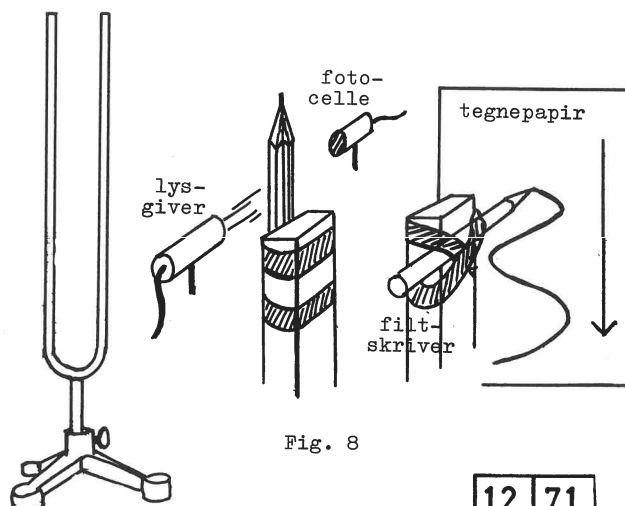


Fig. 8

c) Svingende plader:

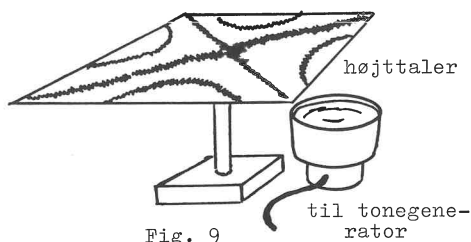


Fig. 9 viser opstillingen. Nye sandmønstre dannes på pladen, når højttaleren flyttes, og tonegeneratoren indstilles til en passende frekvens.

d) En gramfonplades lydcurve:

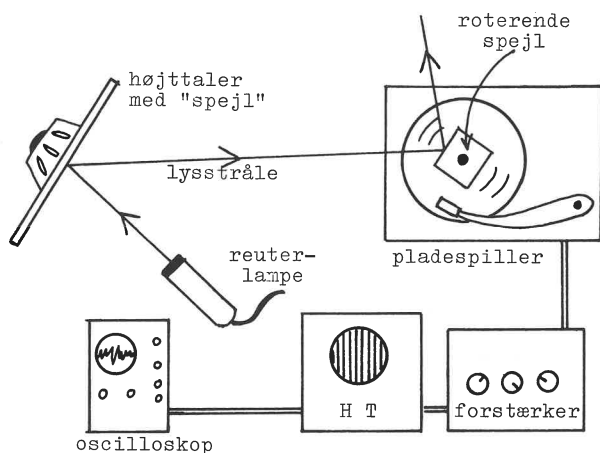


Fig. 10

Hr. Ditlevsen mindede om, at et lignende forsøg - dog uden oscilloskop - havde været vist i foreningen for mange år siden af overlærer K. Wedell Pape. Fig. 10 viser skematisk opstillingen. Fra pladespilleren føres lavfrekvensimpulserne via en forstærker til to højttalere og et oscilloskop. Den ene højttaler (der er af god kvalitet) gengiver musikken uforvrænget. Oscilloskopet viser lydcurven som et karakteristisk "bjerglandskab", der stadig skifter form.

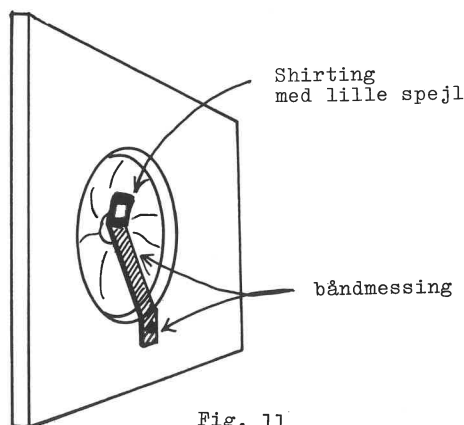


Fig. 11

Den anden højttaler er forsynet med et stykke så lidt båndmessing, der er skruet fast på forsiden af lydskræmen og bøjet, så det når ind til midten af membranen, men uden at røre denne. (Se fig. 11). En stump shirting med et pålimet lille spejl anbringes med lidt lim i overkant og underkant, så det forbinder messingbåndet med membranen. Når membranen bevæger sig, vil spejlet foretage en "nikkende" bevægelse.

Fra en reuterlampe (se fig. 10) kastes et strålebundt hen mod det lille spejl, hvorfra det kastes tilbage og rammer det roterende spejl (med 4 spejle), der er anbragt oven på gramfonpladen og roterer sammen med denne. På stuens væg og det udspændte lysbilledlærred ses de samme figurer som på oscilloskopets skærm.

e) Spørgsmål: Hvordan gør man magnetiseringen af en strimmel lydbånd synlig?

Svar: Man tager et stykke (ca. 20 cm) af et kraftigt indspillet lydbånd. I en porcelænsskål hældes findelt jernstøv, der er opslemmet i sprit, og lydstrimlen trækkes nogle gange gennem væsken. Når spritten er fordampet, vil jernstøvet sidde tilbage på de steder, hvor lydbåndet har været kraftigt magnetiseret, men på grund af båndets farve vil det ikke ses tydeligt. På lydsiden af båndet lægges et stykke selvklæbende tape (ufarvet). Når lydbånd og tape trækkes fra hinanden igen, vil jernpartiklerne hænge fast i den klare tape og ses som mørke tværstreger. Et par stumper af tapen kan anbringes i en diaramme og projiceres på lysbilledlærredet (fig. 12).



aftryk på almindelig tape af tonebånd

Fig. 12

Jernstøvet kan fremstilles ad kemisk vej ved reduktion af rustpulver. Det kan ske således: I et reagensglas (tungtsmelteligt) pustes et lille hul nær bunden. Der hældes rustpulver i glasset, og under kraftig opvarmning ledes almindelig bygas hen over rustpulveret, der reduceres til jernpulver (fig. 13). Ex auditorio gjorde hr. Otto Knudsen opmærksom på en simplere metode, nemlig knusning af en almindelig radio-spolekerne, der netop består af presset jernpulver.

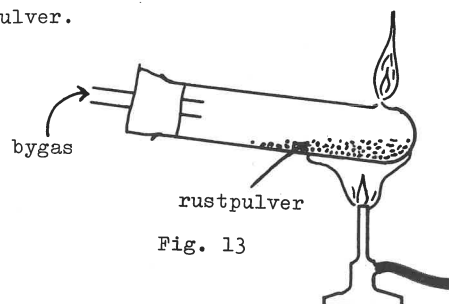


Fig. 13

Fysikkonsulentens viceskoleinspektør K.D.Poulsen

viste forskellige opstillinger i forbindelse med énstråleosillograferen. En del af apparaturet var prototyper, der ikke var helt udeksperimenterede fra konstruktørernes side. Han lovede at komme tilbage til sagen ved en senere lejlighed. Derefter:

STATISK ELEKTRICITET på en GRAMMOFONPLADE

Grammofonpladen var spændt i borepatronen på en el-boremaskine, der var monteret i en holder, så pladen roterede i vandret stilling. Medens pladen kører (i det langsomme gear eller med regulator-knappen kun trykket delvis ind), berøres den med en klud. Den statiske ladning eftervises ved at nærme en glimlamps ene pol til pladen, (fig. 14). Det vistes også, at den statiske ladning ikke breder sig på pladen, men er lokaliseret til de gnedne partier: Er pladen kun gnedet på et bestemt (ringformet) område, lyser lampen kun, når den holdes over dette område.

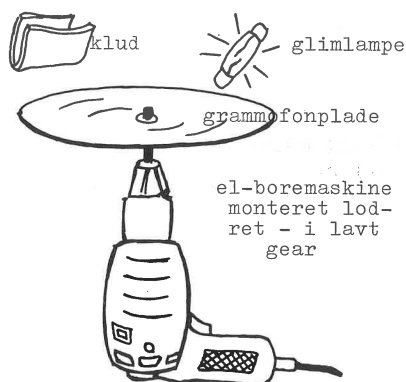


Fig. 14

Dette forhold udnyttedes til sidst i et forsøg, hvor pladen kun blev gnedet i et enkelt udsnit på tværs af rillerne og derefter sat i rotation. Den roterende ladning, der principielt svarer til en el-strøm, der løber i en ring eller spole, vil danne et felt. Et fintmærkende lommekompass, der blev holdt ind i feltet, gjorde et lille, men dog synligt udslag.



Fig. 15

Hr. overlærer Bæk Hansen viste:

a) HURTIGMALERI med KNALDEFFEKT

På et "fakirbræt" (sml. Fysiktips nr. 13,56) fastes på sømmene et stykke papir (fig. 15). På papiret er med en KNO_3 -opløsning malt omridset af et juletræ. Bag stjernen en meget lille pakke med lige dele Mg-pulver og findelt KMnO_4 . Denne lille pakke (ca. 5 x 5 mm), hvis papir har været vædet i KNO_3 -opløsning fastholdes mod trætoppens bagside med tape. Der tændes med en glødende træpind ved pilene forneden.

b) STØRRE UDNYTTELSE af "OVER-HEAD"EN

Når man forlænger armen på overhead-projektoren, kan man indstille skarpt i større højde end lysbordet og projicere ting, der har en vis tykkelse.

Fig. 16a viser demonstration af en solenoide. Endvidere vistes bevægelige overhead-skabeloner lavet på bundplader af klart plexiglas:

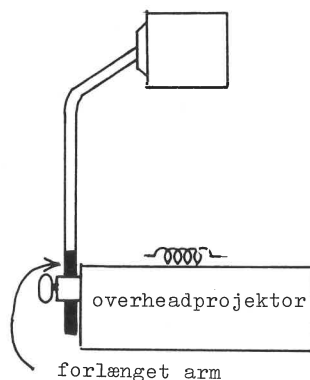


Fig. 16 a

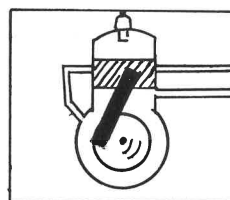


Fig. 16b: Totaktsmotor. De faststående dele laves af Acella-quick eller anden selvklæbende plast. Cylindersiderne af sort plexiglas, som kan "styre" stemplet. Stempel m.m. af farvet plexiglas med akser af 1 mm Ø nitter

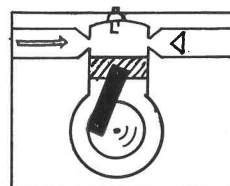


Fig. 16c: fire-taktsmotor. Små flyttelige trekanter viser åben eller lukket ventil. Små løse pile viser ind sugning eller udstødning.

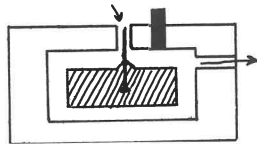


Fig. 16d: Karburator. "Tipper" af f.eks. båndmes-
sing. Svømmer af farvet plexiglas med pålimet knap-
penål (lim: kloroform eller araldit). Benzinregule-
ringen vises ved at bevæge et stykke petrolfarvet
plexiglas op nedefra, hvorved svømmeren skubbes op
og til sidst lukker for benzintilførslen.

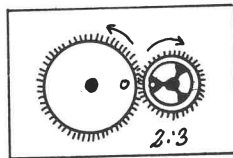


Fig. 16e: Gearudveksling på 10 mm plexiglasplade.
Tandhjul fra vækkeur eller tællværk. lille hul i
hvert hjul muliggør tælling af omdrejninger. Ud-
veksling: 2:3 på modellen.

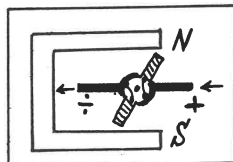


Fig. 16f: Elmotor. Rotor i klar plexi med påtegne-
de vindinger - stator i farvet plexi.

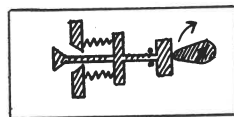


Fig. 16g: Ventilløfter. Fjedre fra kuglepenne.

c) U V - LYS med PHILIPS LYSTOF-DEMONSTRA- TIONSRØR-ARMATURET

Selve UV-røret kan fås for ca. 78 kr. Omkring rø-
ret var grupperet forskellige ting, der fluorescere-
de med forskellige farver, når røret blev tændt.
Der var bl.a. frimærker, etiketter, reklameskilte,
fiskekroge, en flaske tonicvand. Vaskepulver hæl-
des som lysende sne ud af pakken - jvf. at de til-
stedeværendes hvide skjorter (og ægte tænder) ly-
ser. Genstande og hud (spøgelse og benrade! f.eks.
i skolekomedier) kan males med almindelig vaseli-
ne. Genstande malt med udkog af kastanjebark (be-
grænset holdbarhed) vil ligeledes fluorescere, når
de rammes af UV-lys. Advarsel! Pas på øjnene -
undgå så vidt muligt at se direkte på lyskilden.

d) FLYVEMASKINENS VINGE

En model af et stykke flyvinge, der tydeligt viser
vingens profil, er monteret på en fod og aftareres
på en almindelig vægt (fig. 17). Når en luftstrøm
fra en støvsuger rettes vandret mod modellen, løf-
ter vægtskålen med vingen sig.

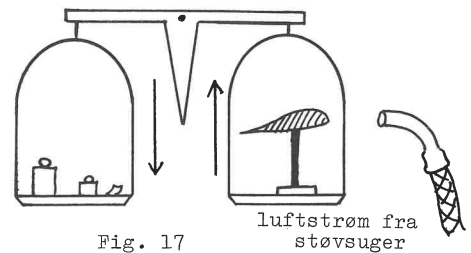


Fig. 17

e) DEN ELEKTRISKE SIKRING FORHINDRER OVERHED- NING af INSTALLATIONEN

Husets vægge er fremstillet af metal (aluminium)
og er velforsynet med åbninger, d.v.s. store vin-
duer og en yderdør. Der er ingen skillevægge. Der
er monteret en almindelig fatning med en loo-watt
pære og en alm. ohmsk modstand på 25-30 ohm, der
kan bære en strømstyrke på 7-8 amp. (f.eks. en for-
modstand til en buelampe), som skal forestille hu-
sets el-varmeovn. Ledningsføringen fremgår af fig.
18. Ledningen under taget er en 0,5 mm konstantan-
tråd (1½ m), i en åben rende, der er foret med as-
best. Sikringen (1 amp) er anbragt synligt i en
holder uden for huset. Som symbol på sikringens
"vagtjeneste" står en drabelig kriger i skikkelse
af en kæmpe "tin"soldat ved siden af sikringen.
Taget på huset er en opslået avis, malet over med
f.eks. brun og grøn farve og lagt løst på. Der-
med er også husets dimensioner givne. En spand
vand ved siden af!

Forsøget:

- 1) Lampen tændes. Sikringen holder.
- 2) Også varmeovnen tændes. Sikringen "går".
- 3) Sikringsholderen kortsluttes. Vagtposten
afskediges - figuren fjernes.
- 4) Lampen tændes. Alt fungerer tilfredsstillende.
- 5) Også varmeovnen tændes. Der kommer røg, senere
flammer ved tagryggen. Avisen løftes hen i span-
den og strømmen afbrydes ved kontakterne.

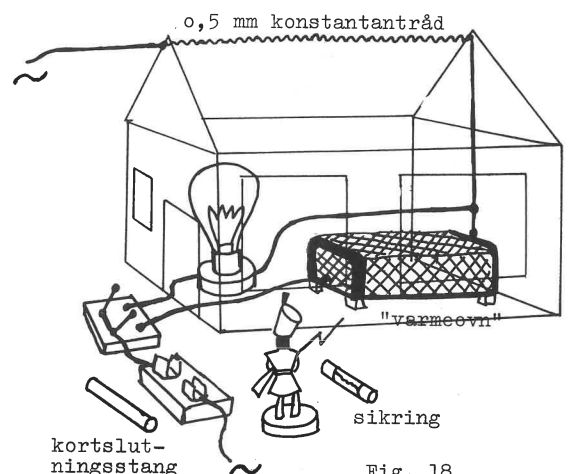


Fig. 18

INERTI PÅ LUFTPUDEBORD

Forsøgsrække v/ gæsteprofessor M. STEINBERG, USA.

Københavnsafdelingens møde den 28/1-71 fandt sted i fællesauditoriet på Danmarks Lærerhøjskole. Gæsteprofessor M. Steinberg viste og kommenterede en forsøgsrække over emnet: Inerti på luftpudebord.

Apparaturet:

Luftpudebordet har betegnelsen: "34000 Ealing Daw Air Table" og leveres fra Ealing Corporation, Cambridge, Massachusetts 02140, USA. eller fra Ealing Scientific Limited, London E 1, England.

Selve pladen er en mørkegrå formicaplade 120 cm x 120 cm, forsynet med fine huller jævnt fordelt over hele fladen. Skjult under denne er anbragt en art "bivokskage" af papir. De sekskantede celler sørger for en jævn fordeling af lodret strømmende luft, der leveres af en kompressor med et filter, der befrier luften for fugtighed. Det er vigtigt at arbejde med tør, støvfri luft.

I de fire indvendige hjørner er inaskruet øskner, der holder en klavertråd udspændt hele vejen rundt. Tråden stopper og returnerer de anvendte "kluppe". Bordet justeres til vandret stilling ved hjælp af indstillelige ben.

Ovennævnte luftpudebord er ret kostbart - i Amerika svarer prisen til ca. 2500 d.kr. - og med kompressoren i funktion er det ret støjende.

Forsøgsrækken udførtes imidlertid ikke på dette, men på et "glidebord", der bestod af en glat plasticplade (- "et gammelt spejl kan også bruges" -) med en ophøjet kant hele vejen rundt. På overfladen var strøet (violette) plasticlugler knap 1 mm i diameter.

Det oplystes, at kuglerne leveres, f.eks. 450 gram, fra Damon/ Educational Division, 115 Fourth Avenue Needham Heights, Mass. 02194, USA. Prisen opgaves til 5 kr. (og "450 g tilstrækkeligt for lifetime").

For at gøre kuglerne antistatiske douches de med antistatisk spray, f.eks. Philips: Antistatisk Væske på spraydåse.

Glidebordet er praktisk talt friktionsløst.

Som "kluppe" anvendtes:

a) Cirkelrunde gule skiver af plastic (kunne også være drejede af træ). Diametre 10 cm, $10\sqrt{2}$ cm og 20 cm. (En forsøgsrække går ud på at vise, at deres inertimasser forholder sig som 1 : 2 : 4).

b) Cirkelrunde plasticæsker med låg, af forskellig farve, men ens diameter (ca. 10 cm). Indholdet: mesingskiver, alnico-magneter, eller ekscentrisk anbragt ballast.

To af dem var beklædt i kanten med velcro-båndler (stof med modhager), så de kunne låse sig sammen

ved sammenstød og fortsætte bevægelsen som et enkelt legeme. (En forsøgsrække gik ud på at vise, at inertimassen for æskerne er sort : rød : grøn : blå = 1 : 1 : 2 : 4).

I alle skiverne og æskerne var der et hul i midten, i hullet en stift, og ned over stiften anbragtes en plasticskive af hensyn til anbringelsen af forbindelsesstængerne. (Fig. 1).

Kluppene startes med et puf til stiften. Desuden kan de forbindes med hinanden ved hjælp af flade plasticstænger med et hul i hver ende. Der var flere længder, bl.a. ca. 46 cm og ca. 32 cm.

Det blev nævnt, at disse forbindelsesstænger også kan fremstilles af aluminiumrør, f.eks. indvendig $\varnothing = 4$ mm, udvendig $\varnothing = 6$ mm, 43 g/m, pris 1,60 kr/m eller indv. $\varnothing = 4,5$ mm, udv. $\varnothing = 6,3$ mm, 45 g/m og pris 1,70 kr/m fra Niels Chr. Maibohm, Ølandsg. 9, Kbhvn. S, telf. AM 5011.

c) Desuden 2 sæt forbindelsesstænger, samlet som vist på fig. 1, det ene med lige lange "arme", det andet med armlængder som 1 : 2.

d) En "amøbeformet" træplade med hul og stift i massecentret. (Jvf. fig. 10).

e) Et alm. håndklæde til at stille kluppene og æskerne på, når de ikke er i brug. Hver gang en klup eller en æske blev fjernet fra pladen, blev den omhyggeligt rystet for vedhængende plasticlugler og blev anbragt på håndklædet.

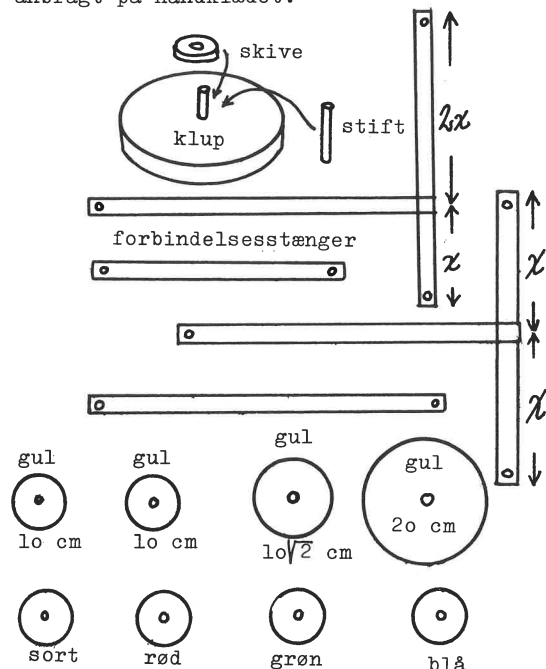


Fig. 1

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Kommentarer og forsøgsrække.

Indledning:

Hvad sker, når 2 lastbiler kolliderer frontalt med samme hastighed? (Fig. 2).

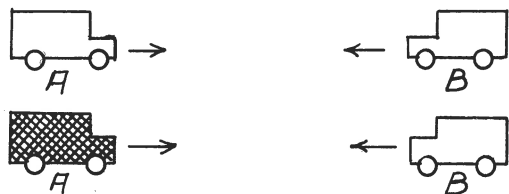


Fig. 2

a) Når de er ens, og begge er tomme?

b) Når den ene har last - eller begge er lastet, A med sten og B med æbler - eller A med bly og B med træ - o.s.v.?

Sammenstødet vil vise, hvilken af dem der har størst masse. Masse er uafhængig af stoffet. ("Masse kan ikke smages, ses, føles o.s.v."-).

Masse giver sig til kende ved inerti, d.v.s. træghed overfor bevægelse eller bevægelsesændringer - ("resistance of motion"). Lastbilernes sammenstød kan efterlignes og undersøges i laboratoriet ved hjælp af luftpude- eller glidebord.

Forsøgsrækken:

I) Fænomener, hvorved forskellig inertimasse kan sammenlignes ved forandring i hastighed.

a) Begge legemer i bevægelse før sammenstødet.

1) To 10 cm gule kluppe med samme hastighed bringes til at kolliderer, ved at man puffer dem mod hinanden. De ligger begge stille efter stødet. Resultat af forsøget: A og B har samme inertimasse (fig. 3).

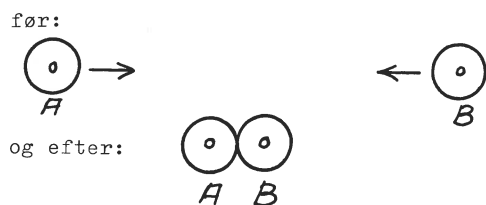


Fig. 3

2) En 20 cm gul og en 10 cm gul klup kolliderer med samme hastighed. Efter sammenstødet fortsætter begge et stykke i A's bevægelsesretning. Resultat: A har større inertimasse end B (fig. 4).

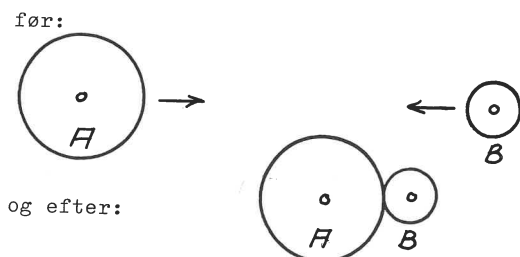


Fig. 4

3) Lignende forsøg med de farvede kluppe giver som resultat:

sort = rød og
blå > grøn > rød (eller sort)

b) Kun det ene legeme bevæger sig før sammenstødet.

1) En rød kolliderer med en hvilende rød. Den første standser i kollisionssøjeblikket. Den hvilende sættes i gang. (Fig. 5).

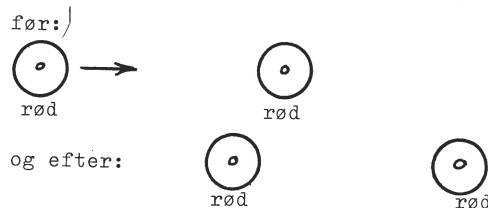


Fig. 5

2) En blå kolliderer med en hvilende rød. Den røde sættes i gang og den blå fortsætter med nedsat hastighed et stykke. (Fig. 6).

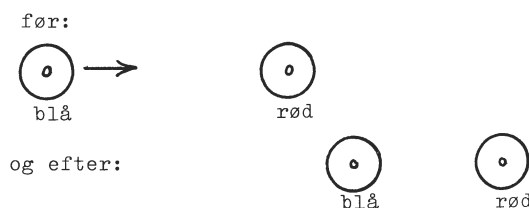


Fig. 6

3) Lignende forsøg med forskellige kombinationer af kluppe giver:

Jo større masse "skadevolderen" har i forhold til den ramte, jo længere vil "skadevolderen" kure efter sammenstødet.

II) Fænomener, hvorved forskellig inertimasse kan sammenlignes ved måling af visse længder.

Gennemgående spørgsmål: Hvor skal jeg puffe til et legeme for at det skal bevæge sig uden at dreje sig (uden at foretage en rotation)?

a) Forsøg viser, at kluppene skal puffes ved hjælp af stiften i midten.

b) En enkelt af kluppene opfører sig afvigende. Den danser roterende hen over bordet. En undersøgelse viser, at dens ballast er anbragt usymmetrisk. a + b) fører til: Symmetriske legemer med jævnt fordelt masse har masse-centret = symmetri-centret.

c) To ens kluppe forbindes med en forbindelsesstang og danner derved et stift system (fig. 7). Ved at forsøge sig frem finder man, at de skal startes med et puf på midten af forbindelsesstangen for at bevæge sig, uden at systemet som helhed roterer.

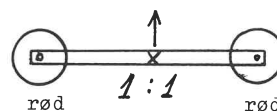


Fig. 7

d) To andre ens kluppe: Samme resultat.

e) En rød og en grøn forbundet med en stang skal skubbes ved x, hvor x deler stangen i forholdet 2 : 1 (fig. 8).

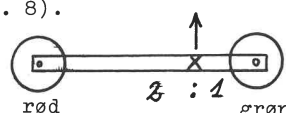


Fig. 8

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

f) En grøn og en blå vil give samme resultat som forsøget (e).

g) Når en rød og en blå forbindes, deles stangen i forholdet 4 : 1 (fig. 9).

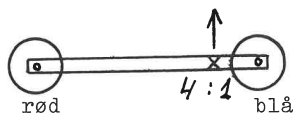


Fig. 9

Resultat af a+b+c+d+e+f+g): Man har hver gang fundet systemets massecentrum.

h) Spørgsmål: Har ethvert stift legeme et massecentrum? Svar: Ja.

Eksempel 1) Forsøg med at puffe til en "amøbelig" træplade viser, at stiften skal anbringes ét bestemt sted for at undgå rotation (fig. 10).

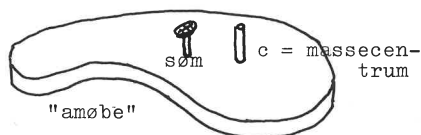


Fig. 10

Eksempel 2) Hvis man slår et søm i et eller andet vilkårligt sted og puffer til sømmet, roterer pladen.

Eksempel 3) Hvis der havde været en udskæring i pladen, hvor massecentret formodes at befinde sig, hæftes et stykke karton på den med tape, og massecentrets plads findes ved at prøve sig frem med at stikke en nål i kartonen og puffe til den.

i) Spørgsmål: Hvilken relation mellem længderne R_A og R_B (fig. 11) kan tænkes at føre massen af A over i massen af B?

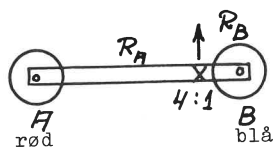


Fig. 11

Svar: Der er to simple muligheder -

- 1) Differensen mellem R_A og R_B
- 2) Forholdet mellem R_A og R_B

Prøve: A og B forbindes med en længere forbindelsesstang (fig. 12). Heraf fås:

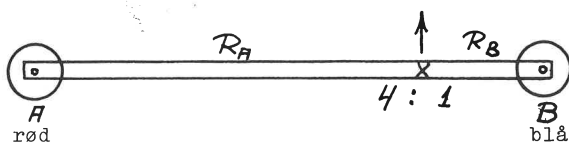


Fig. 12

- 1) Differensen varierer med stangens længde.
- 2) Forholdet er uafhængigt af stanglængden.

Det sidste må antages at være det rette. Herved opstår der et nyt spørgsmål:

Hvilken proportion er sand?

$$a) \quad \frac{A}{B} = \frac{R_A}{R_B}$$

$$b) \quad \frac{A}{B} = \frac{R_B}{R_A}$$

Forsøgene fig. 13 og fig. 14 udføres. Angrebspunktet deler stangen i henholdsvis forholdene 2 : 1 og 4 : 1

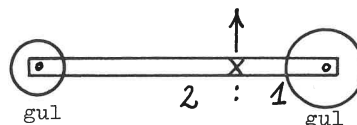


Fig. 13

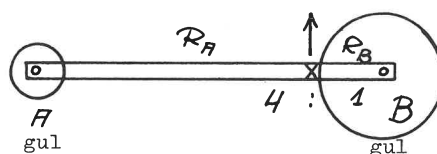


Fig. 14

Proportionen (b) er mest tilfredsstillende (fig. 15), idet den forudsætter, at masse er distributiv, at masse "kan opdeles i mindre dele".

a) vil give:

$$\text{1} : \frac{1}{4} \quad \frac{A}{B} = \frac{R_A}{R_B}$$

<10> cm <20 cm>

b) vil give:

$$\text{1} : 4 \quad \frac{A}{B} = \frac{R_B}{R_A}$$

b) foretrækkes:

$$\text{1} : 4 \quad \frac{A}{B} = \frac{R_B}{R_A}$$

Fig. 15

j) Hidtil har man kun beskæftiget sig med relative masser. For at nå frem til en definition kan man anvende formlen

$$\frac{A}{B} = \frac{R_B}{R_A}$$

i forbindelse med en (evt. vilkårlig valgt) enhed for masse. Lad f.eks. den sorte klup være enheden.

Gennem forsøgsrækken fig. 16 (+ flere kombinationer af masser og forbindelsesstænger) bestemmes masserne til

rød = sort = 1 enhed,
grøn = 2 enheder og
blå = 4 enheder.

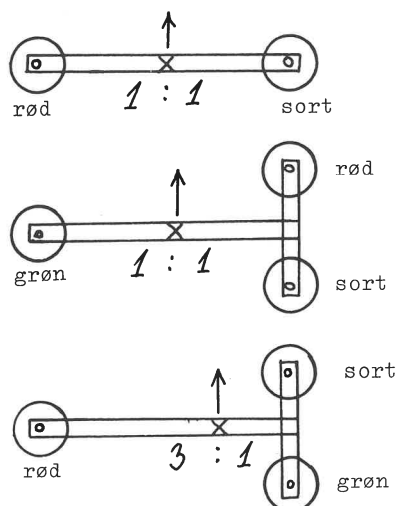


Fig. 16

k) Endvidere vist eksempler på stroboskopiske fotos af to kluppe, der bevæger sig i forhold til hinanden, idet de tiltrækker eller frastøder hinanden på grund af indlagte magneter. En stroboskoplampe belyser dem med konstante tidsmellemlum. Disse fotos viser, at massecentret for to legemer, der påvirker hinanden med gravitationskræfter, enten er i hvile (fig. 17) eller bevæger sig med konstant hastighed, d.v.s. i en ret linie (fig. 18 og 19).

1) For-forsøg:

En af kluppene anbringes på glidebordet. Ifølge forsøgene IIa og IIb er massecentret = symmetri-centret = et punkt i den lodrette midterakse.

- i) Kluppen snurres på stedet: Massecentret er i hvile.
- ii) Kluppen snurres og puffes samtidig: Massecentret følger en ret linie.
- iii) En "drille-klup", hvori ballasten er usymmetrisk fordelt snurres og puffes: Dens bevægelse minder om en ekscentrisk skive. Forsøget sandsynliggør, at loven også følges af denne klup.
- iiii) Forskellige kluppe forbindes som før med stænger, og det vises, at de netop vil rotere om det på anden måde (f.eks. ved puf) fundne fælles massecentrum.

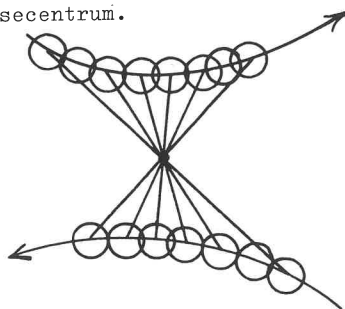


Fig. 17

m) Foto nr. 1 (fig. 17). Figuren er en principskitse (ikke nøjagtig) efter det foreviste foto, der blev vist i overhead-projektoren, og er et eksempel på det tilfælde, hvor massecentret har været i hvile under bevægelsen. Kluppene har frastødt hinanden, og deres bevægelse kan opfattes som en rotation om det fælles, hvilende massecenter med en tænkt forbindelsesstang af variabel længde.

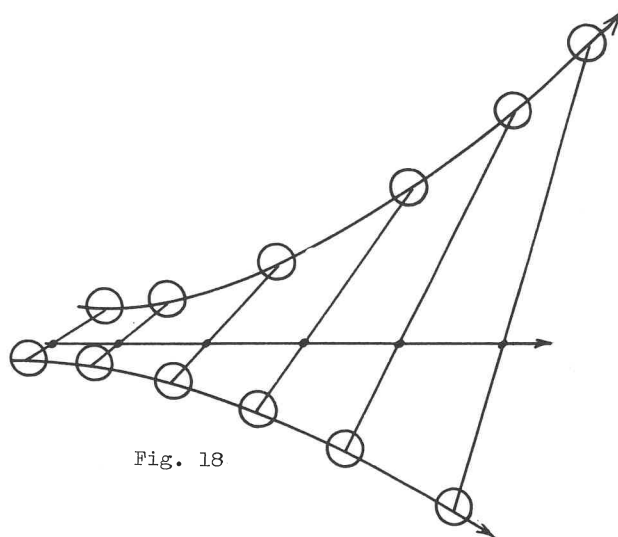


Fig. 18

n) Foto nr. 2 (fig. 18). Skitse efter et foto af et lignende forsøg, hvor kluppene havde forskellig masse. Det resulterende massecenter beskriver her en ret linie.

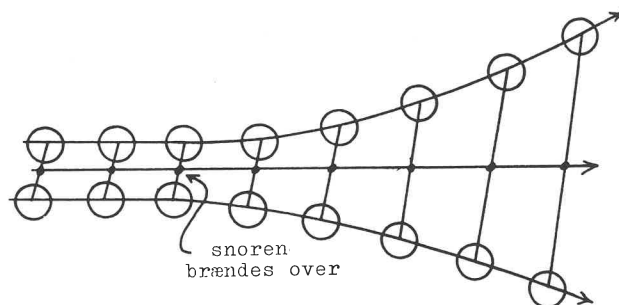


Fig. 19

o) Foto nr. 3 (fig. 19). Skitse. To ens kluppe frastøder hinanden, men er forbundet ved en snor. De startes begge og følger (tilsigtet) parallelle baner, indtil snoren brændes over med en tændstik. Derefter bliver banerne krumme; men massecentret fortsætter ligeud!

Det oplystes, at disse fotos er ret dyre, og at de fremstilles af Dr. James Strickland, Educational Development Center, Newton, Mass. USA.

p) Ricici: Man gjorde den iagttagelse, at foredragsholderen flere gange var ved at falde, når han var på vej rundt om bordet, og at han med et smil henviste til tabte plastikugler på gulvet. Da det fremgik af foredraget, at det fortrinsvis skulle være eleverne selv, der udførte forsøgene, bør denne risiko, der også gælder for andre end den, der selv betjener apparaterne, tages med ind i overvejelserne ved anvendelse af dette apparatur.

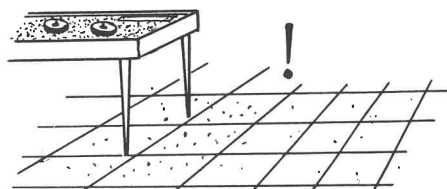


Fig. 20

NOGLE ENERGIFORSØG FRA DET AMERIKANSKE P.S. II - PROGRAM

*Foredrag og demonstrationer ved afdelingsleder
lektor Poul Thomsen.*

Københavnsafdelingens møde den 25. marts 1971 fandt sted i fællesauditoriet, Danmarks Lærerhøjskole. Afdelingsleder, lektor Poul Thomsen holdt foredrag og foretog demonstrationer af nogle forsøg over energi, valgt fra det amerikanske P.S.II-program. P.S.II - Physical Science II - er anden del af et undervisningsprogram i fysik og kemi, der er udarbejdet af P.S.S.C-gruppen i årene 1963-70. Første del betegnes I.P.S. (Introductory Physical Science). Programmet henvender sig til elever i 14-års alderen.

Foredraget indledtes med en kort omtale af den amerikanske skolestruktur til belysning af fysikundervisningens placering i skolebilledet.

Skønt denne del af foredraget næppe falder direkte ind under Tipssidernes normale stof, bringes det i sammentrængt form, da det bl.a. gør rede for forhold, der forklarer, hvorfor danske elever principielt er mere all-round forberedt til at forstå og regne med omsætninger fra en given energiform til andet end netop varmeenergi.

Kommentarer hertil:

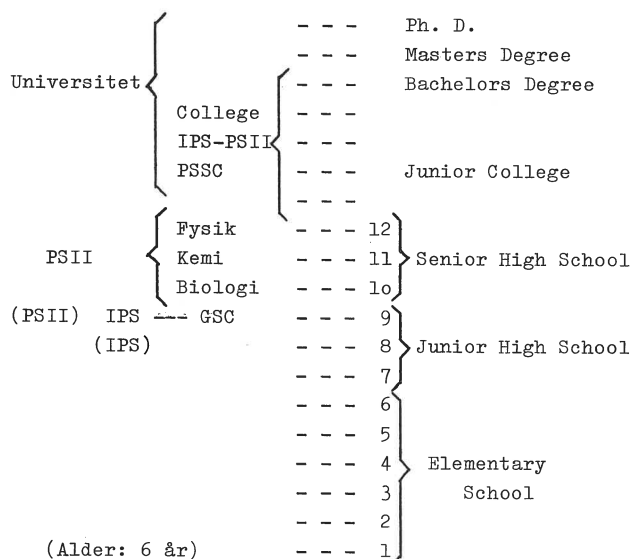
I de første 6 skoleår (alder i 1.klasse 6 år) læses et skema på 6-7 timer daglig med én lærer - i regelen en lærerinde.

Angående fysik:

Fysik indgår flere steder under forskellige former i Elementary School. Dette gælder f.eks. det såkaldte S.C.I.S.-program (med hvilket en gruppe af DLH's medarbejdere for tiden foretager forsøg i nogle danske 1. og 2.-klasser). På High School-niveauet (altså 15-17 års alderen) vælges biologi, kemi og fysik som valgfri fag, idet alle elever skal vælge mindst ét af de 3 nævnte fag. Det ses, at fysik regnes for et vanskeligt fag, placeret som det er, på det ældste klassetrin.

Læreren underviser ikke i ordets "danske" betydning - han organiserer arbejdet (- "læs om det og det, og udfør så og så mange opgaver"-). Der er meget lidt hjælp at få hos læreren - han er simpelthen "sat til" at undervise i faget og har ofte meget lidt kendskab til det. Kurset er "færdigpakket", og der tilsendes

Skolestrukturen i USA.



apparatur + anvisninger til fremgangsmåder for læreren.

Elevernes valgfrihed m.h.t. fag kan bl.a. føre til, at visse elever vælger lette fag "og bruger resten af tiden til at spille fodbold". Sådanne elever møder faktisk dårligt forberedt til studier på universitetet og må oprette det forsømte dér.

Universitetet:

Junior College omfatter et meget stort antal valgmuligheder, hvoraf nogle endog er håndværkspræget. Således kan man f.eks. nogle steder vælge et kursus i bilreparation.

Bachelors Degree kræver mere teoretisk indsats, og denne degree vil give større løn ude i erhvervslivet.

Masters Degree er for viderekomne, og toppen er doktorgraden, Ph. D., der efter dansk målestok nærmest svarer til en afgangseksamen fra universitetet.

P.S.S.C. omtaltes ikke nærmere, idet systemet forud-sattes bekendt blandt fysiklærere.

I.P.S. er et system, der i udstrakt grad bygger på laboratoriearbejde, som udgør en integreret del af kurset. I.P.S. blev udsendt i 1967, idet det var tanken senere på året at udsende et supplerende kapitel om energi. Det viste sig imidlertid, at dette emne krævede meget mere plads end et kapitel. I stedet blev det derfor til et nyt kursus af et års varighed, nemlig P.S.II-kurset.

Sådan som fysikken var lagt til rette, afveg elevernes forudsætninger stærkt fra f.eks. danske elevers, og man måtte komme ind på energibegrebet uden at gøre brug af mekaniske grundbegreber som kraft og arbejde.

Ved den traditionelle behandling af energi og energiomsætninger forekommer der altid "tab" i form af uønsket varmeenergi på grund af gnidning. Man valgte da at omgå vanskelighederne, idet man gjorde varmeenergi til den primære energiform og udnyttede, at alle andre energiformer kan omsættes fuldstændigt til varmeenergi. Det gjaldt altså om at omsætte de andre energiformer til varmeenergi og måle denne.

De forberedende forsøg (der ikke blev demonstreret), gik ud på at opvarme forskellige vandmængder v.h.j. af dyppekogere. De udførtes med beholdere af isolationsmateriale (herhjemme bl.a. kendt under fabriksnavnet "Flaminco"), der i udstrakt grad anvendes som emballage. Stoffet yder effektiv varmeisolation og har ringe masse og varmekapacitet, hvorved forsøgene simplificeres og giver stor nøjagtighed. (Flere af tilhørerne oplyste efter mødet, at de havde benyttet isolationskapperne fra et kendt firmas kaffetermokander til kalorimeterforsøg).

Der regnedes med, at eleverne gennem sådanne forsøg var fortrolige med begrebet varmeenergi og desuden kendte Joules lov: $E = v \cdot i \cdot t$, idet produktet v.i.t blev betegnet som det tilførte elektriske arbejde, der naturligvis bliver udtrykt i joule, når v angives i volt, i i ampere og t i sekunder. Varmeenergien angives i de følgende forsøg overalt i joule (uden omregning til kalorier).

Man gik derefter over til at demonstrere en række udvalgte forsøg, der var beregnet til at udføres af team på 4 medlemmer. Nogle af tilhørerne meldte sig efter opfordring for at assistere (passe stopur, notere måleresultater, regne forsøgsresultater ud o.l.). De anvendte termometre var fremstillet i Israel og udmærkede sig ved at være tynde og have meget ringe varmekapacitet. Inddelingerne tillod at skønne med en nøjagtighed på $0,05^{\circ}\text{C}$; men ved demonstrationen nøjedes man med $0,1^{\circ}\text{C}$'s nøjagtighed.

Til at opfange og videregive varmeenergien, der opstod ved gnidning, anvendtes små aluminiumcylindre (ca. $2\frac{1}{2}$ cm Ø og ca. 3 cm lange), som termometrene var stukket ind i, og hulrummet udfyldt med modellervoks blandet med olie, hvilket giver en god varmetransmission fra cylinderen til termometret. For-

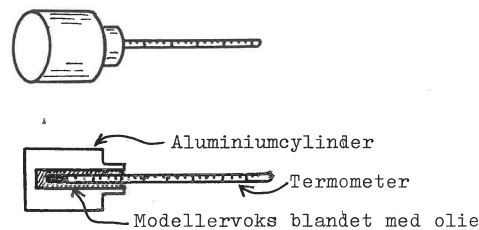


Fig. 1

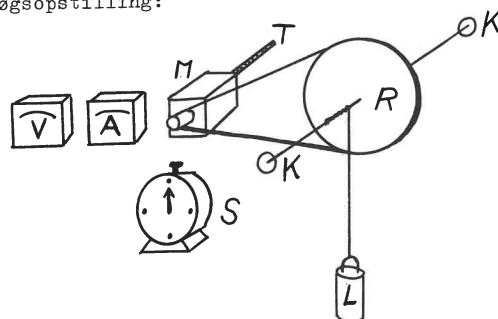
dele: Man undgår at opvarme større masser, og forsøgene behøver ikke at være særlig langvarige. I forsøget med den lille elektromotor (Forsøg nr 1, Motorforsøg) anvendtes dog selve motoren som kalorimeter, idet der blot på denne var loddet en lille hul messingcylinder, i hvilken termometret kunne anbringes.

Forsøgene:

1)

MOTORFORSØG

Forsøgsopstilling:



- M = indkapslet motor.
- T = termometer.
- V = voltmeter.
- A = amperemeter.
- S = stopur.
- R = remskive ca. 20 cm Ø.
- KK = letløbende kuglelejer.
- L = lod ca. $2\frac{1}{2}$ kg.

Fig. 2. Sammenlign foto A.

(Originalfotografierne, der i teksten betegnes med bogstaver fra A til G, er venligst udlånt fra Danmarks Lærerhøjskole). Se side 25,71.

Fig. 2 viser et skematisk rids af opstillingen.

Støtteanordninger, ledninger, projektiionsapparater m.m. er udeladt.

Den lille el-motor (6 volt) er indkapslet i en tæt-sluttende blok af det nævnte isolationsmateriale og således effektivt varmeisoleret fra omgivelserne. Kun termometret og en drivaksel med lille remskive (ca. 1 cm Ø) stikker ud.

For-forsøg, der ikke demonstreredes:

Motoren fastlåses med en klemme om remskiven, og der sættes ca. 3 volts spænding på den, til temperaturen er steget et passende antal grader. Spænding, strømstyrke, tid og temperaturstigning noteres. En bereg-

ning giver, at motorens varmekapacitet svarer til 55 joule pr grad temperaturstigning. Det bemærkes, at auditoriet kunne følge alle aflæsninger: Voltmeter- og amperemeterskalaerne blev projiceret på filmlærred, og termometrene kunne ses og aflæses på monitorer via det interne TV-anlæg.

Forsøget:

a) Loddet trækkes op.

d.v.s. motoren startes og hæver loddet 1 m. Motorens varmekapacitet = 55 joule pr grad.

Resultat:

V	i	t	Vit	T ₀	T _s	T _s -T ₀	Tilført varme	Manglende varme
volt	amp	sek	joule	°C	°C	°C	joule	joule
6	0,45	37	99,9	21	22,4	1,4	77	23

Udregning: $6 \cdot 0,45 \cdot 37 = 99,9$
 $1,4 \cdot 55 = 77$
 $99,9 \div 77 = \text{ca. } 23$

Det blev fremhævet, at samtidig med, at der tilsyneladende var forsvundet varmeenergi, var der sket en ændring i omgivelserne, idet loddet nu ikke længere stod på gulvet, men var hævet op over dette. (I USA benyttes ofte afvejede sandposer i stedet for lodder - sand er billigere "og gør ikke så ondt at få over tærne").

b) Loddet sænkes

d.v.s. strømmen afbrydes, motoren afkøles ved, at kappen åbnes et stykke tid og lukkes igen, loddet trækker motoren rundt, idet det synker 1 m.

Resultat:

$$\begin{aligned} T_0 &= 22,1^\circ\text{C} \\ T_s &= 22,5^\circ\text{C} \\ T_s - T_0 &= 0,4^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Tilført varme: $55 \text{ j}/^\circ\text{C} \cdot 0,4^\circ\text{C} = 22 \text{ j} \approx 23 \text{ j}$, svarende til motorens ydelse i forsøg a. Det blev således demonstreret, at den "manglende" varmeenergi fremkom igen, når loddet blev sat tilbage til sin udgangsstilling. På grundlag af dette forsøg blev begrebet potentiel energi i tyngdefeltet (tyngdeenergi) indført.

2) POTENTIEL ENERGI I TYNGDEFELTET

Aluminiumcylinderen med termometret er fastspændt mellem to trækklodser. En fiskesnøre glider på cylinderen, medens loddet synker 1 m (til gulvet). Al-cylinderens varmekapacitet = 20 joule pr grad.

Der udføres en række for-forsøg for at kunne placere T₀ og T_s symmetrisk om stuetemperaturen. Cylinderens temperatur reguleres ved skiftevis berøring med en isterning i en lille plasticpose og en varm finger.

Forsøgsopstilling:

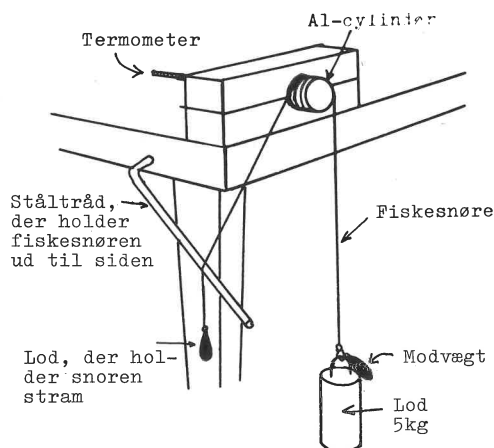


Fig. 3. Sammenlign foto B.

Resultat: Stuetemperatur $21,3^\circ\text{C}$
 Al-cylinderens varmekapacitet = $20 \text{ j}/^\circ\text{C}$
 $T_0 = 20,2^\circ\text{C}$
 $T_s = 22,5^\circ\text{C}$
 $T_s - T_0 = 2,3^\circ\text{C}$

Tilført varme $20 \text{ j}/^\circ\text{C} \cdot 2,3^\circ\text{C} = 46 \text{ joule}$.

Forsøget viser altså, at der er oplagret potentiel energi af størrelsen 46 joule i et 5 kg-lod, som er hævet 1 meter over gulvet. Det blev omtalt, hvorledes man på grundlag af en række forsøg af lignende art som ovenstående kunne opstille udtrykket

$$E_{\text{pot}} = k \cdot M \cdot s$$

(potentiel energi = en konstant · masse · "vej").

Heraf udledes:

$$k = \frac{E_{\text{pot}}}{M \cdot s} = \frac{46 \text{ joule}}{5 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}} = \frac{9,2 \text{ j}}{\text{kg} \cdot \text{m}}$$

Det blev omtalt, at dette tal var et udtryk for tyngdeaccelerationen, hvad der naturligvis ikke blev nævnt i det amerikanske kursus, hvor eleverne ikke har kendskab til begrebet acceleration. Til belysning heraf blev følgende enhedsomregninger foretaget:

$$\frac{\text{j}}{\text{kg} \cdot \text{m}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{m}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{sek}^2 \cdot \text{kg}} = \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$$

3) KINETISK ENERGI

Et letløbende cykelhjul med en stålring om følgen er anbragt med den ene ende af aksen fastspændt til en opstander på bordet. Den frie ende af navet bærer en massiv cylinder af ebonit, der er planslebet på endefladerne. En fiskesnøre er viklet op om cylinde-

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Forsøgsopstilling:

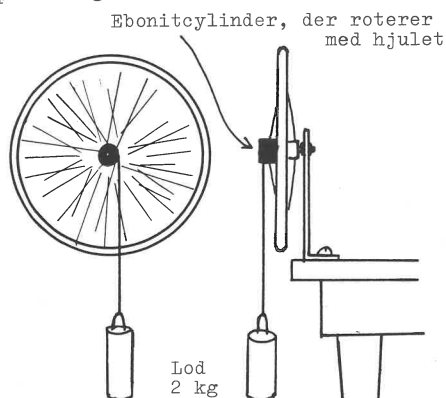


Fig. 4. Sammenlign foto C.

ren og bærer et lod (2 kg), der kan synke 1,20 m til gulv og herunder drive hjulet rundt. (Fig.4). Når loddet rammer gulvet, løber snoren af, og hjulet snurrer videre, idet det har fået tildelt kinetisk energi. Denne energi omsættes til varmeenergi v. hj. af anordningen fig. 5.

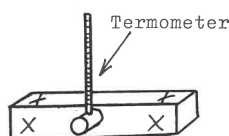


Fig. 5. Sammenlign foto D.

Fig 5 viser en Al-cylinder med et lodret anbragt termometer. Cylinderen sidder i klemme i en trækloids, som man holder med begge hænder ved xx - xx. Man afbremser nu det snurrende hjul ved at presse Al-cylinderen hårdt imod ebonitcylinderen på hjulnavet.

Resultat: Al-cylinderens varmekapacitet = 13,4 joule pr grad.

Følgens samlede masse = 4,70 kg

Hjulets diameter = 60 cm

$T_o = 23,0^{\circ}\text{C}$

$T_s = 24,6^{\circ}\text{C}$

$$T_s - T_o = 1,6^{\circ}\text{C}$$

$$E_{\text{kin}} = 13,4 \text{ J/}^{\circ}\text{C} \cdot 1,6^{\circ}\text{C} = 21,44 \text{ joule}$$

Det blev omtalt, hvorledes man på grundlag af en række forsøg af ovennævnte art, hvor man varierer loddets masse og faldhøjde, kunne udlede udtrykket:

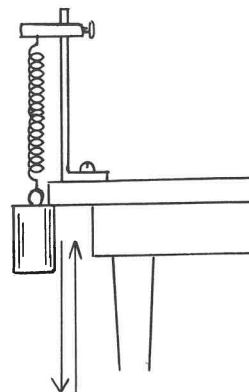
$$E_{\text{kin}} = k \cdot M \cdot v^2$$

Kinetisk energi = en konstant $\cdot$ masse $\cdot$ anden potens af hastigheden. På grundlag af forsøgsresultaterne bestemmes k til ca. $\frac{1}{2} \text{ J/kg}(\frac{\text{m}}{\text{sek}})^2$

4) ENERGIENS KONSTANS

Ind imellem vistest et lille praktisk vink:

Loddet er ophængt i en fjeder. Det holdes, så det støtter mod undersiden af bordpladen, og slippes. Det konstateres umiddelbart, at det atter når op til bordkanten - i hvert fald ved første opfart.



Praktisk vink: Bordkanten angiver den nøjagtige udgangsposition for loddet.

Fig. 6.

5) FORSØG OVER LUFTARTERS EFFUSIONSTID

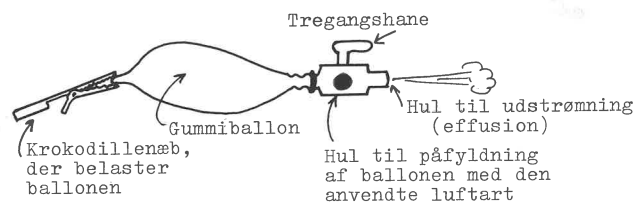


Fig. 7. Sammenlign foto E.

Forsøget går ud på at sammenligne effusionstiden for forskellige luftarter, idet man lod dem strømme ud gennem en fin åbning (effusion = udstømning). Man sammenlignede brint (molekylvægt = 2) med almindelig atmosfærisk luft (molekylvægt 29).

a) En éngangssprøjte fyldes med 35 cm^3 atm. luft ved at trække stemplet lidt ud og lade luft slippe ind. De 35 cm^3 luft presses gennem påfyldningshullet ind i ballonen (der i forvejen var suget lufttom), og hanen lukkes.

b) Hanen drejes, så luften effunderer ud gennem udstømningsdysen (der er så snæver, at den ved tilstopning skal renses med et hår).

c) På et stopur måles, hvor lang tid det tager, inden ballonen, der er belastet med et krokodillenæb, falder slapt ned.

d) Samme procedure med brint fra en brintflaske - (eller et brintudviklingsapparat).

Resultat:

Atm. luft: Effusionstid = 31 sek.

Brint: - - - = 8 sek.

$$\text{Heraf } \frac{\text{atm. luft}}{\text{brint}} = \frac{31}{8} = 3,9$$

Det blev omtalt, hvorledes forskellen i effusionstid kunne forklares ud fra den kinetiske molekylteori, ifølge hvilken den gennemsnitlige kinetiske energi pr molekyle er den samme for de to luftarter ved samme temperatur; d.v.s., at det må gælde, at

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

$$\frac{1}{2} \cdot m_{\text{luft}} \cdot v_{\text{luft}}^2 = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{brint}} \cdot v_{\text{brint}}^2$$

hvor m = molekylmassen og v = effusionshastigheden
Heraf

$$\frac{v_{\text{brint}}}{v_{\text{luft}}} = \sqrt{\frac{m_{\text{luft}}}{m_{\text{brint}}}} = \sqrt{\frac{29}{2}} = 3,8$$

Brintmolekylernes fart er 3,8 gange så stor som luftmolekylernes gennemsnitsfart. Følgelig vil brintmolekylerne ramme området omkring det lille hul 3,8 gange så hyppigt som luftmolekylerne, og man må forvente, at effusionstiden for brint bliver $\frac{1}{3,8}$ gange effusionstiden for atm. luft, hvilket er i god overensstemmelse med de fundne resultater.

Det blev nævnt, at det var økonomisk overkommeligt at påvise forholdet mellem de forskellige effusionstider for almindelig brint og tung brint, idet prisen for f.eks. 100 cm³ tungt vand (til elektrolyse) ikke var særlig afskrækkende, i hvert fald ikke i USA.

6) BEMÆRKNING ANGÅENDE AMERIKANSKE

SKOLEKALORIMETRE

Bevillingerne til fysik er ofte karrige men har nu og da ført til visse faglige fordele. Til kalorimetre anvendes (foruden de tidligere nævnte isolationsbeholdere) billige éngangsdrikkeglas, der er udført af et meget let isolationsmateriale, som let kan skæres ned (afkortes) til den ønskede størrelse v. hj. af et barberblad, så man kan arbejde med små væskemængder - helt ned til 30 cm³.

De dækkes med en lille isolationsplade som låg, og termometret stikkes simpelthen gennem låget (sml. foto F). De største tab i et åbent kalorimeter sker fra overfladen.

Disse glas bruges bl.a. til vandsønderdelingsforsøg med ren sodaopløsning som elektrolyt (ufarlig for eleverne!) og to små kobbernet som elektroder med ca. 1 cm's afstand. Man kan nøjes med ca. 30 cm³ væske.

7) LYSENERGI

Lys indeholder energi. Denne energi kan måles. Det benyttede apparatur var udviklet på DLH ud fra det amerikanske apparatur, der er beregnet til forsøg med små effekter og derfor ikke giver helt overbevisende resultater.

Apparatur: Plasticdrikkeglas med vand + plasticlåg; låget indvendig sølvbronzeret, udvendig sortmalet,

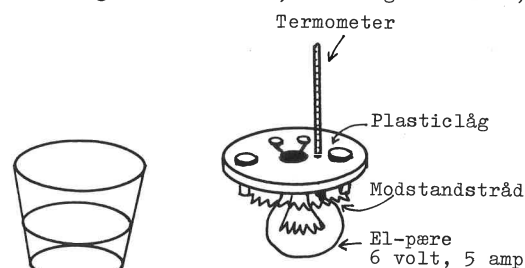


Fig. 8. Sammenlign foto G.

monteret med 6 volt-pære og en modstandstråd med samme modstand som pæren (ca. 12 cm, 0,25 mm konstantantråd). Pæren: 6 volt, 5 amp = 30 watt.

Der udførtes 3 forsøg - jvf. 3 nedenstående skemaer.

a) Systemets varmekapacitet bestemmes.

Pæren er slukket. Modstandstråden, der har samme modstand som pærens glødetråd, tilsluttes.

Modstand alene:

V	i	t	Vit	T ₀	T _s	T _s -T ₀	Tilført varme	Varmekapacitet
volt	amp	sek	joule	°C	°C	°C	joule	joule/°C
5,8	4,6	120	3201,6	23	29,5	6,5	3201,6	493

Udregninger:

$$5,8 \cdot 4,6 \cdot 120 = 3201,6$$

$$3201,6 : 6,5 = 493$$

b) Lysende pære:

V	i	t	Vit	T ₀	T _s	T _s -T ₀	Tilført varme	Lysenergi	Lysenergi % af Vit
volt	amp	sek	joule	°C	°C	°C	joule	joule	%
5,8	4,8	120	3340	22,2	27,4	5,2	2563	777	23

Udregninger:

$$5,2 \cdot 493 = 2563$$

$$3340 \div 2563 = 777$$

$$777 \text{ af } 3340 = 23\%$$

c) Tildækket pære:

Pæren svøbes ind i aluminiumfolie, så lysenergien forbliver i systemet.

V	i	t	Vit	T ₀	T _s	T _s -T ₀	Tilført varme
volt	amp	sek	joule	°C	°C	°C	joule
5,8	4,8	120	3340	23,3	30	6,7	3303

udregninger: $6,7 \cdot 493 = 3303$

$$3303 \approx 3340$$

Litteratur: IPS og PS II.

IPS: Introductory physical science.

Bøger: Textbook (227 s.)
Teacher's Guide (336 s.)

Prentice Hall, Inc.
Educational Book Division
Englewood Cliffs, New Jersey 07632 USA

Apparatur:

Damon Engineering, Inc.
Educational Division
115 Fourth Avenue
Needham Heights, Massachusetts 02194 USA

PS II: Physical science II

Bøger: Textbook (171 s.)
Teacher's Guide i foreløbig udgave

Prentice Hall, Inc.
Educational Book Division
Englewood Cliffs, New Jersey 07632 USA

Apparatur:

Hickok Teaching Systems, Inc.
Woburn, Massachusetts 01801 USA

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

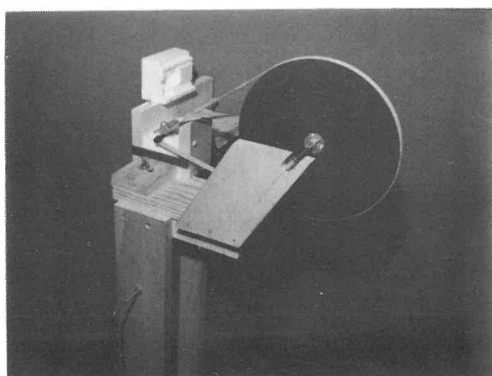


Foto A. Sml. 21,71 fig. 2

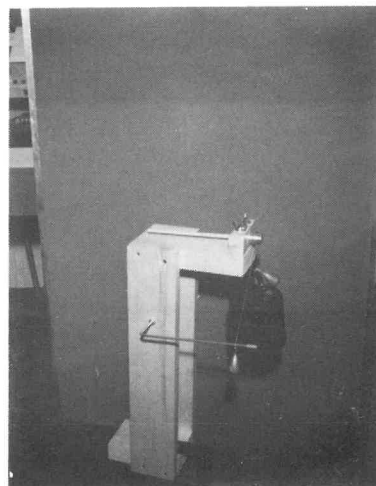


Foto B. Sml. 22,71 fig. 3



Foto C. Sml. 23,71 fig. 4

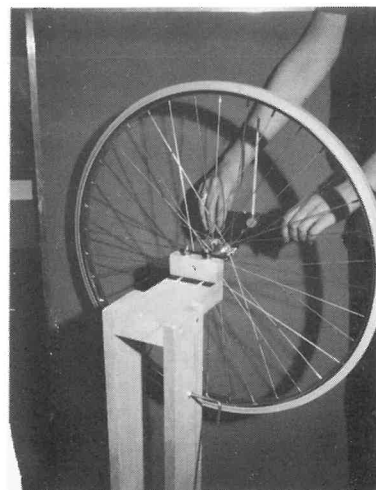


Foto D. Sml. 23,71 fig. 5

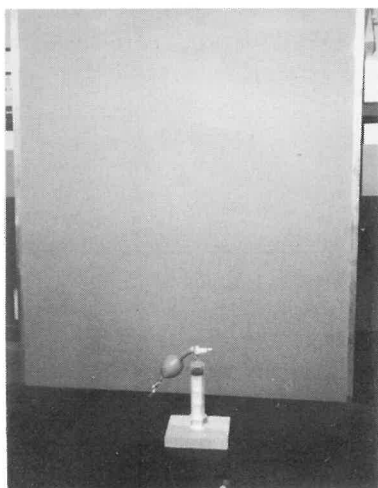


Foto E. Sml. 23,71 fig. 7

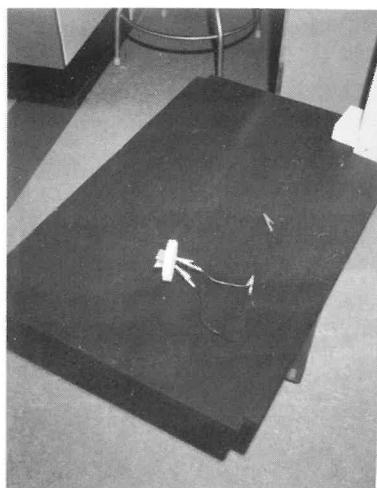


Foto F. Sml. 24,71 afsnit (6)

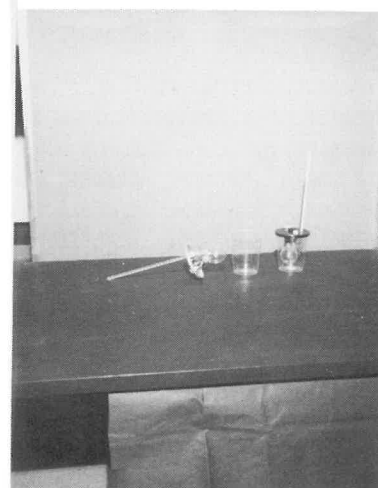


Foto G. Sml. 24,71 fig 8

Originalfotografierne er venligst udlånt fra Danmarks Lærerhøjskole.

DEMONSTRATION AF NYT APPARATUR UDVIKLET PÅ FYSISK INSTITUT MED HENBLIK PÅ FOLKE- SKOLENS UNDERVISNING I FYSIK OG ELEKTRONIK.

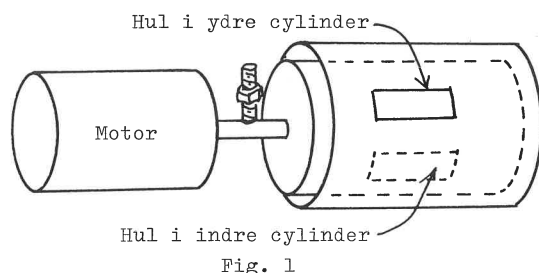
ved *afdelingsleder Poul Thomsen,
amanuensis Carl Jørgen Veje,
amanuensis Niels Hornstrup og
mag. scient. Poul Vedelsby*

Københavnsafdelingens møde, der var berammet til 16/4-71 blev udsat til 17/4-71, bl.a. for at de fremmødte repræsentanter, der skulle deltage i Danmarks Fysiklærerforenings repræsentantskabsmøde den 17/4, kunne få lejlighed til at overvære demonstrationen.

Der forevistes apparatur, der dels var nykonstrueret ved Fysisk Institut, dels videreudviklet på grundlag af allerede eksisterende apparatur, og dels eksempler på hjemmebyggede og derfor billige apparater som paralleller til den dyrere handelsvare.

Poul Thomsen indledte med følgende forsøgsrække:

1) ANVENDELSE AF STROBOSKOPLYS I FORBINDELSE MED DET SÆDVANLIGE DEMONSTRATIONSBØLGEKAR



På akse af en lille elmotor (fig. 1), hvis hastighed kan varieres, er anbragt en lille hul cylinder med en udskæring i den krumme overflade. En 25 watt (12V;2A) pære sidder i cylinderen og lyser ud gennem spalten. Cylinderen roterer frit inde i en stationær hul cylinder med en tilsvarende udskæring. Stroboskoplisset fremkommer, når den inderste cylinder roterer, idet der udsendes et lysglimt, hver gang udskæringerne under et omløb står ud for hinanden. Pæren afkøles ved, at der blæses luft gennem en krans af huller i den inderste cylinder (ikke vist på figuren). For at få motoren til at vibrere og fremkalde bølger i karret er der anbragt en ekscentrisk vægt (en skrue + møtrik) på akse. Når der mørklægges, ses kun et stillestående bølgemønster på skærmen, idet stroboskoplisset automa-

tisk vil være synkroniseret med bølgefrequensen og derved "fryser" bølgebevægelsen. Kun når og mens frekvensen ændres, ser man forandring i bølgebilledet, idet afstanden mellem striberne på skærmen ændres.

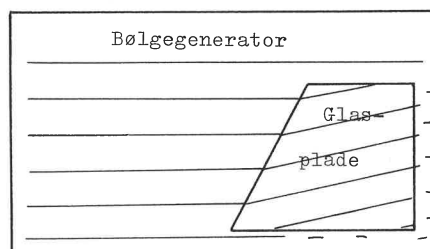


Fig. 2a

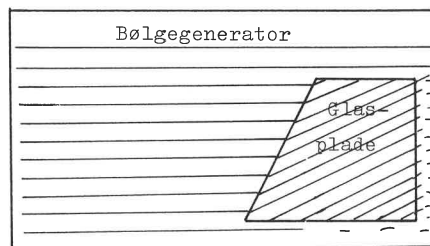


Fig. 2b

En glasplade blev anbragt som vist på fig. 2 a og b. Figuren viser (med overdrivelse), at bølgenes afbøjning er afhængig af bølgelængden. Fænomenet svarer til, at f.eks. rødt og blåt lys afbøjes forskelligt i simple optiske instrumenter (f.eks. ukorrigerede linser).

2) AFSTANDSKVADRATLOVEN

Lysmængden pr fladeenhed aftager med kvadratet på afstanden til lysgiveren.

Apparaturet var fremstillet af kursusedtagerne i kurset Lys og Bølger og var konstrueret af Edvard Runge.

På to vinkelklodser (fig. 3 og 4) var monteret henholdsvis en fotocelle (indkøbt hos a/s James Polack,

Vesterbrogade 12 A, 1456 København K - ca. 6 kr.), der blev forbundet med et mA-meter - og (på den anden) 4 udvalgte, lige kraftigt lysende dværgpærer, 6 volt, 1 A. Et stykke messingbånd (m) stak netop så meget frem fra fronten, at det angav glødetrædernes plan.

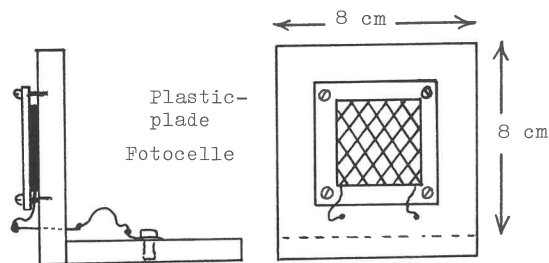
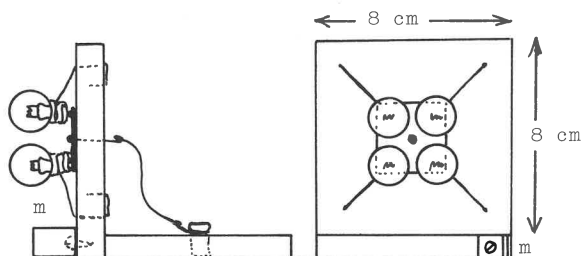


Fig. 3

Fig. 3: De to stykker træ er afpasset efter figurens mål. Fotocellen fastholdes af en 3 mm kvadratisk plexiglasplade, der fæstnes med 4 skruer. Den røde (+) og sorte (÷) ledning fra fotocellen loddes til hovederne af to messingsøm, der stikker gennem forbrættet ud på bagsiden. To monteringsstråde loddes til spidserne af sømmene bag forpladen og til loddeflige under hovederne af to bøsninger i bundpladen. Bøsningerne mærkes med (+) og (÷).



Gevind

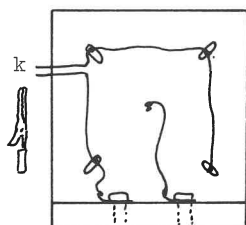


Fig. 4

Fig. 4: En blank blikplade 2 x 2 cm er fastgjort til forsiden med et messingsøm, der stikker helt gennem træet. En monteringsstråd er loddet til spidsen af sømmet og ført til en loddeflig under hovedet på en bøsning i bundbrættet. Af 4 stk 1,5 mm messingtråd formes i den ene ende gevind til dværgpærer (om formning af gevind se Fysiktips 4,57). Den frie ende af trådene stikkes gennem huller i forbrættet (på modellen var de anbragt 4,2 cm fra sømmet i midten ud ad diagonalerne i den del af forbrættet, der rager op over bundbrættet). Trådene

bøjes som vist på skitsen i fig. 4, og der trækkes monteringsstråd, der loddes til de ombøjede og nedhamrede messingtråde på bagsiden og til en loddeflig under en anden bøsning i bundbrættet. Når et krokodillenæb hægtes på ved k, lyser alle 4 dværgpærer. Når det fjernes, lyser kun én pære.

Forsøget gav: Samme udslag på mA-metret opnåedes med

- 1 dværgpære i afstanden 11,5 cm
- og 4 dværgpærer i afstanden 22,2 cm

Forsøget illustrerer derfor tydeligt, at man for at opnå samme belysning i den dobbelte afstand må anvende en 4 gange så kraftig lysgiver, eller sagt på en anden måde: Med samme lysgiver falder belysningen til $\frac{1}{4}$ i den dobbelte afstand. Med flere forsøg kan man nå frem til afstandskvadratloven: Belysningen er omvendt proportional med kvadratet på afstanden til lysgiveren.

3) MÅLING AF EN KONDENSATORS LADNING

Dette forsøg var tænkt som elevforsøg i seminariets linjelæsning i fysik.

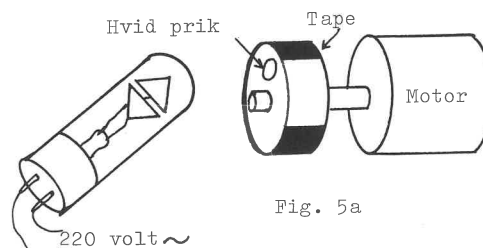


Fig. 5a

En lille elmotor (fig. 5a), hvis hastighed kan varieres, bærer på akse en roterende afbryder i form af en messingcylinder, der på $\frac{3}{4}$ af omkredsen er dækket af isolerende tape. Tre fjedrende koste (på modellen var de tynde skruefjedre) slæber på afbryderen som vist på fig. 5b.

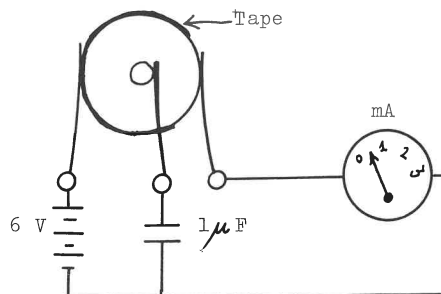


Fig. 5b

Under mørklægning reguleres motoren til at løbe 100 omdr./sek. Det kontrolleres ved stroboskoplyset fra en almindelig glimlampe (se fig. 5a). Når den hvide plet "fryses", er omløbstallet 100 omdr./sek.

Når motoren er indreguleret, aflæses mA-metret - det viste 0,6 A.

Man har da:

Kondensatoren ($1 \mu F$) oplades 100 gange i sekundet og afgiver ligeledes 100 gange i sekundet sin ladning til mA-metret.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Idet man har:

amp x sek = coulomb
 fås: mA-metret modtager i 1 sek
 $0,6 \text{ mA} \times 1 \text{ sek} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ coulomb}$
 $= 6 \cdot 10^{-4} \text{ coulomb},$
 der svarer til 100 opladninger af kondensatoren.
 Hver ladning (Q) har da været på
 $Q = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \text{ coulomb}$
 $Q = 6 \cdot 10^{-6} \text{ coulomb} \dots \dots \dots i)$

Endvidere da

$Q = V \cdot C$
 $Q = 6 \text{ volt} \cdot C = 6 \cdot 10^{-6} \text{ coulomb}$
 (ifølge i))

Heraf:

$C = 10^{-6} \text{ Farad} = 1 \mu\text{F}$, der netop
 var den anvendte kondensators kapacitans.
 Den sidste "tilbageberegning" til kondensatorens vær-
 di bekræfter, at der er tale om fuld opladning og
 fuld afladning af kondensatoren under hvert omløb
 af afbryderen.

Poul Vedelsby præsenterede:

- 1) EN HJEMMEBYGGET TONEGENERATOR
- 2) EN HJEMMEBYGGET FORSATS TIL ENKELTSTRÅLE-OSCILLOSKOP, der gør det til et tostråleoscilloskop.

Nærmere angående diagrammer og materiale blev ikke
 oplyst; men hr. Vedelsby ville besvare breve, der
 sendes til ham, f.eks. under DLH's adresse.
 Der blev draget sammenligninger mellem den forevis-
 te tonegenerator og to andre, kommercielt fremstil-
 lede tonegeneratorer (i nedenstående skema kaldt
 I og II) bl.a.:

DLH	I	II
batteridrevet (kan flyttes rundt)	batteri	220 volt
~ og $\sqcap$	do	do
6 volt fra spids til spids	6 vss	20 vss
variabel amplitude og samme amplitude ved alle frekvenser	do	do
frekvensområde 10Hz - 1MHz	10Hz - 100KHz	10Hz - 100KHz
udgangsimpedans 20-200 Ohm (afh. af amplituden)	50 - 300 Ohm	7 - 8 Kiloohm
udgift 150 kr. + arbejdet med at montere	ca. 1100 kr.	ca. 800 kr.

Yderligere kommentar: Stabilitet og tonekvalitet ser ud til at være OK; men man havde ikke målt dem endnu. Derimod er firkanterne ikke helt perfekte, men dog lige så gode som på både I og II.

Forsatsen til oscilloskopet ville komme på ca. 100 kr. + arbejdet med monteringen.
 Vedelsby ankede bl.a. over, at de kommercielle ap-

parater, der naturligvis var af høj kvalitet og er konstrueret af eksperter, var meget lidt flexible i anvendelsen (eksempel: "Med denne ledning, der er forsynet med specialstik kan apparatet tilsluttes af vort fabrikat"). Der ville måske være flere anvendelsesmuligheder, hvis diagrammer og specifikationer medfulgte, så man klart vidste, "hvad der var i kassen".

Nils Hornstrup viste:

LUTPUDEBANER

- 1) Den første udformning var et aluminiumrør med kvadratisk tværsnit 25 mm X 25 mm (meget anvendt som bordben i moderne møbler) med huller i oversiden og på siderne + en støvsuger som kompressor.

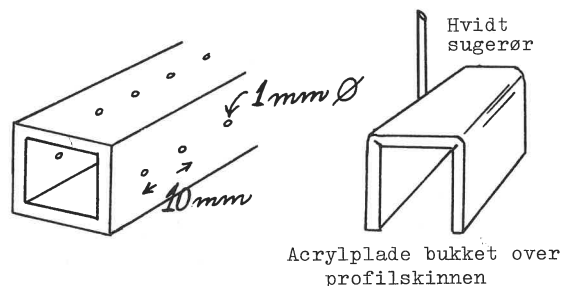


Fig. 6

Fig. 6 viser den ene ende af røret med den tilsvarende "vogn" ved siden af. Vognen er forsynet med en mærkepind (hvidt sugerør). Under mørklægning kan man ved lysglimt fra en stroboskoplampe affotografere bevægelsen, f.eks. med et polaroidkamera. En anden mulighed er at benytte fast fotolampe, samt stroboskopskive foran kameraet.

- 2) Et forsøg, der strandede: Man anbragte en blinker (se senere) på vognen; men det blev den for tung af, og at forøge luftstrømmen (det kan man næsten altid på en støvsuger) betyder ikke blot at vognene løftes, men også, at luften fra sidehullerne virker bremsende på vognene.

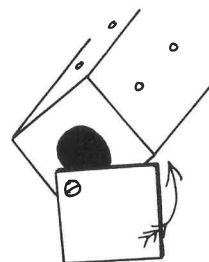


Fig. 7

- 3) Endelig løsning: Røret drejes 45°, og der bores huller i begge de opadvendende sider (fig. 7).

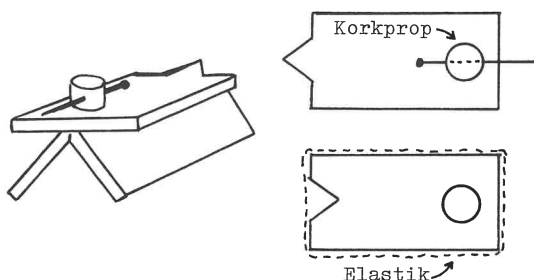


Fig. 8

Vognen (fig. 8) kan nu bære belastningen, fordi man nu kan variere luftstrømmen ad libitum. Det er en eksperimentel erfaring, at vognene kører bedst, når der ligesetop er luft nok. Derfor er skinnen i den modsatte ende af indblåsningen forsynet med en gen-nemboret plasticprop, samt en aluminiumplade, der kan drejes mere eller mindre hen for hullet. Her-ved kan luftstrømmen ud gennem de små huller vari-eres kontinuert. Pladen er vist på fig. 7. Fig. 9 viser et elastisk "stop" til at anbringe på glideskinnen.

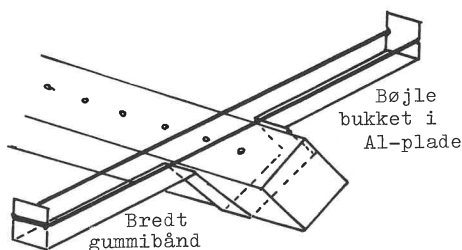


Fig. 9

På vognene (se fig. 8) er fastlimet en vandret ori-enteret plasticplade, der kan have forskellig ud-formning, f.eks. være forsynet med "hak" med ela-stik, henholdsvis "spids" til forsøg over elastiske stød - eller med prop, henholdsvis prop med knap-penål til forsøg over uelastiske stød. En "blinky" (fig. 10, 11 og 12) kan nu anbringes direkte på vognene og fastgøres med gummibånd. Vognene har derved et indbygget tidsmål, og bevægelsen kan direkte fotograferes. Kontrastforholdene er ved dette arrangement væsentligt forbedrede, og man kan foretage eksperimenterne med noget lys i loka-let.

Blinkerens diagram fremgår af fig. 10. Komponen-terne er:

- R1 = 1 kOhm
- R2 = 39 kOhm
- R3 = 10 kOhm
- C1 = $4\mu\text{F}/10\text{ v}$
- C2 = $2,5\mu\text{F}/10\text{ v}$
- T1 = T2 = Motorola MPS 5172

Med de anførte data vil blinkfrekvensen blive ca. 5 blink i sekundet.

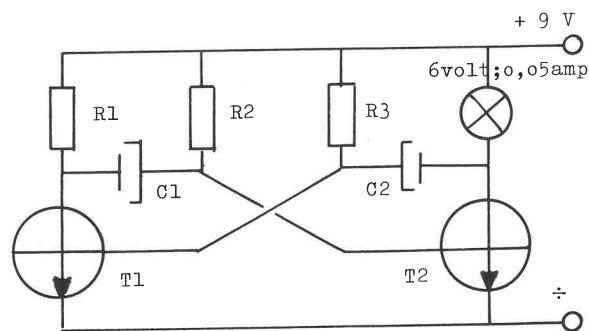


Fig. 10

Den færdige blinker ses på fig 11. Nederst et 9 volt batteri (f.eks. Hellenes 9 volt 410 til trykknapper). Mellem batteri og printplade er indskudt et stykke 3 mm skumgummi. Til oversiden af printpladen er li-

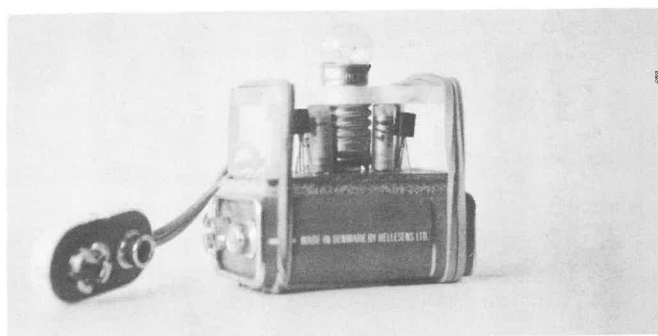


Fig. 11

met et lille "bord" med fire plasticben og hul i bordpladen til dværgpæren. 2 gummibånd holder det hele sammen.

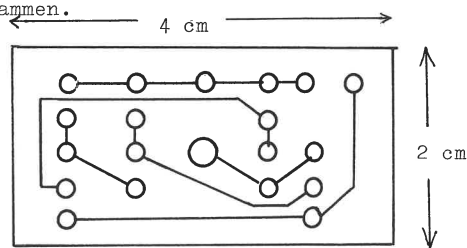


Fig. 12

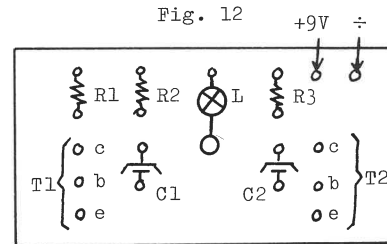


Fig. 13

Fig. 12 viser printpladen (2 cm x 4 cm) skematisk og set fra kobbersiden (undersiden), og fig. 13 vi-ser komponenternes placering, ligeledes set fra kob-bersiden.

NB! Har man to vogne i bevægelse samtidig med hver sin blinkfrekvens, må man bruge den enes blink som tidsenhed og bestemme en omsætningsfaktor for den anden ved at lade dem køre sammenkoblede og affoto-grafere blinkene.

4) DEMONSTRATIONSSTOPUR

Urværket i uret er en 12 volt synkronmotor. Synkronmotorer fremstilles med ferritrotor eller hystereserotor. Det har vist sig, at motorer med hystereserotor er mest velegnet til dette formål, idet motorer med ferritrotor har tendens til at give et lille hop baglæns i startøjeblikket. Fig. 14 viser en skitse af uret.

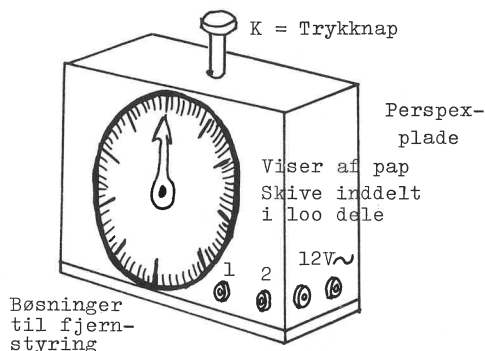


Fig. 14

Der er to grunde til, at man har valgt en 12 volts motor:

- Man behøver ikke at gøre så meget ud af at indkapsle uret (uskedelig ved berøring).
- Man kan direkte benytte forsøgsspændingen, hvis man vil starte og stoppe uret i forbindelse med at slutte og afbryde en strømkreds (se fig. 15). Der skal ikke indskydes relæer ("som er dyre"). 12 volt findes på alle skoler under en eller anden form.

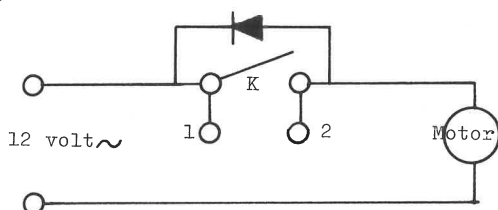


Fig. 15

Fig. 15 viser diagrammet for afbryderen. Uret startes og stoppes ved at slutte og afbryde ved kontakten k. Uret kan også, når det er med i en opstilling, styres ved at slutte/afbryde elektrisk forbindelse mellem bøsningerne 1 og 2. Uret standser på mindre end 1/100 sek. Starten kræver 2/100 sek., hvilket dog kun udgør en fejl på 2 % ved tider på omkr. 1 sek. (kan kompenseres for ved at stille uret 2/100 sek. frem før starten). Udgift: ca. 40 kr. + arbejdstiden.

Carl Jørgen Veje viste:

1) "MYSTISKE KASSER"

Tiden var knapp, så der blev kun tid til en hastig demonstration af, hvad man kunne kalde "mystiske kasser".

Apparatur:

- 4½ volt batteri
- dværgpære i fatning
- 3 (4) ledninger
- "kasser"

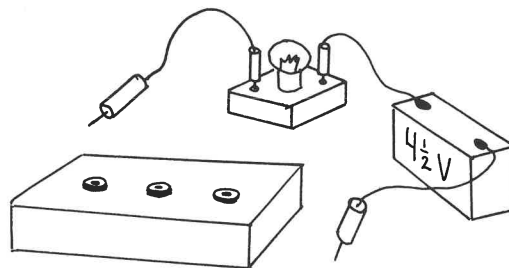


Fig. 16

Hver kasse var af ca. cigarkassestørrelse og var forsynet med 3 bøsninger for bananstik i låget. Opstillingen ses af fig. 16.

Fig. 17 viser 3 eksempler på, hvad der f.eks. kunne være skjult i kasserne. Kasserne "kan ikke åbnes", og deres indhold blev ikke røbet.

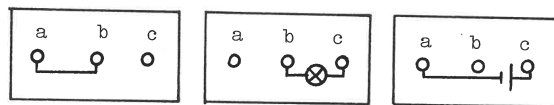


Fig. 17

Forsøgene gik ud på at stikke de 2 ledige bananstik i bøsningerne på forskellig måde (- der er 3 muligheder -) og konstatere, om pæren lyser eller ej. Derpå vendes kassen, så bøsningerne kommer i omvendt orden, og man udfører tilsvarende forsøg. I nedenstående skema betegnes bøsningerne med bogstaverne a - b - c eller, når kassen vendes, med c - b - a.

Forsøgsrækken:

Kasse nr.	Tilslutning mellem	Pæren lyser	Pæren lyser ikke
I a-b-c	a-b b-c a-c	x	x x
I c-b-a	c-b b-a c-a	x	x x
II a-b-c	a-b b-c a-c	x	x x
II c-b-a	c-b b-a c-a	x!	x! x
III a-b-c	a-b b-c a-c		x x x
III c-b-a	c-b b-a Forbindelserne bliver siddende, og c-a kortsluttes med en ekstra ledning: Ekstraledningen fjernes:	x x x!! +)	x

30 71

+) Se skitsen fig. 18.

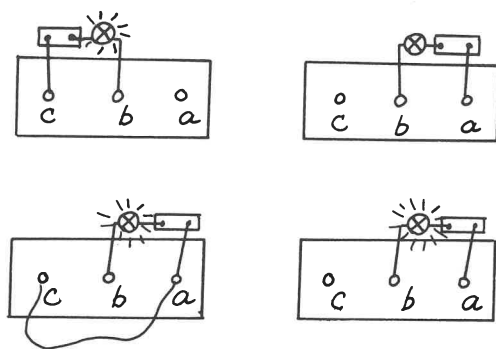


Fig. 18

Der blev ikke givet nogen løsning på fænomenerne, "der formodes at have noget med elektronik at gøre" - og løsningen skal heller ikke gives her.

2) 4 DVÆRGPÆRER OG EN KONTAKT PÅ LÅGET AF EN KASSE

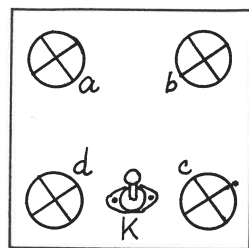


Fig. 19

Fig. 19 viser låget af kassen.

- A) Der tændes på kontakten: Alle 4 pærer lyser.
- B) Hvis a skrues løs: c lyser klart op, mens b og d gløder svagt.
- C) Hvis b skrues løs: d lyser klart op, mens a og c gløder svagt.
- D) og E) Tilsvarende fænomener, hvis c eller d skrues løs.

Der var flere "mystiske kasser", man ikke nåede at se i anvendelse.

Til sidst vistest, hvad Vedelsby og Hornstrup kaldte

"SØMBRÆT"

d.v.s. et grundbræt, hvor man har slået messingsøm halvvejs ned i træet og har lodet ledninger til sømhovederne.

Som eksempel (blandt flere) viser fig. 20 en multivibrator med to lamper, der blinker skiftevis. Diagrammet med komponentsymbolerne var tegnet med tusch på grundbrættet, og komponenterne hang i ledningerne mellem sømhovederne, (der på figuren er angivet som runde pletter).

Fig. 21 viser multivibratoren monteret på sømbrættet (hånden antyder størrelsen). Man ser komponenterne, der er anbragt oven over de tegnede symboler. Fotografierne er venligst udlånt fra Danmarks Lærerskole.

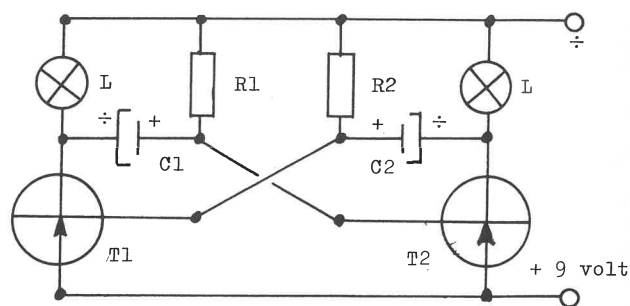


Fig. 20

T1 = T2 = AC 126
 R1 = R2 = 10 kOhm
 C1 = C2 = 125 μ F/16V
 L = 6V/50 mA glødelampe

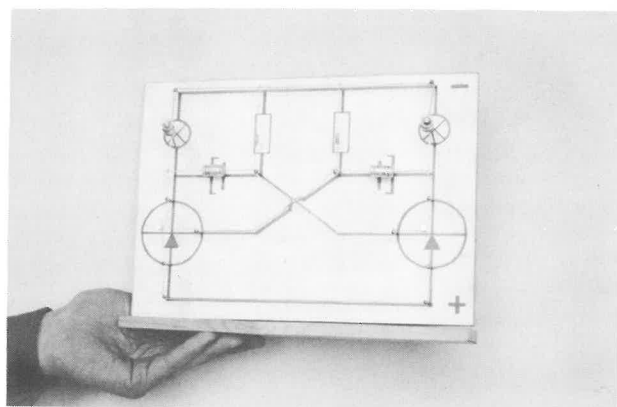


Fig. 21

I tilslutning til Poul Thomsens demonstrationsrække vistest også forsøget over Lysenergi (se Tipsside 24,71). Her bringes en tegning af "kalorimeteret" udført efter det anvendte over-head-forelæg. (Fig. 26).

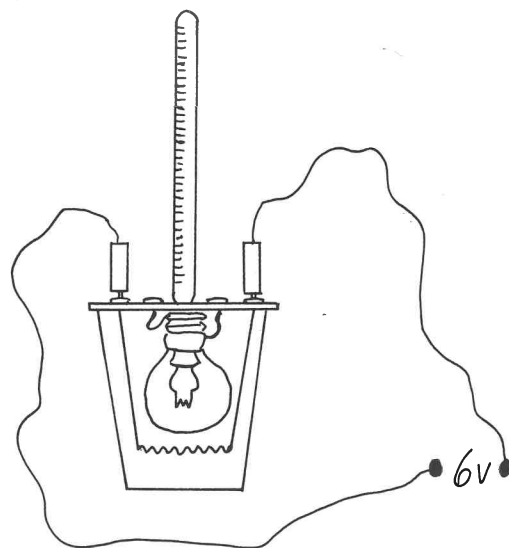


Fig. 22

OM VÆGTLØSHED

Fra seminarielektor Jørgen Rosenberg har FYSIKTIPS modtaget nedenstående forslag til gennemgang af emnet "Vægtløshed" med oplysning om, at det har været benyttet på en del liniehold med lærerstuderende på Københavns Dag- og Aftenseminarium og endvidere har været "prøvekørt" i en 3-real på den tilsvarende øvelsesskole. Hr. Jørgen Rosenberg stiller det til rådighed for FYSIKTIPS' læsere.

Vægtløshed

Der tales og skrives i denne tid meget om rumfart, og begrebet vægtløshed er efterhånden kendt af de fleste. Desværre er årsagen til den såkaldte vægtløshed kun forstået af et fåtal, og følgende redogørelse er derfor tænkt som et forsøg på at klarlægge fænomenet for en 3. realklasse.

De mest udbredte misforståelser er vel nok følgende: Astronauten føler sig vægtløs,

- 1) fordi han er uden for Jordens tyngdefelt, eller
- 2) fordi han er i lufttomt rum.

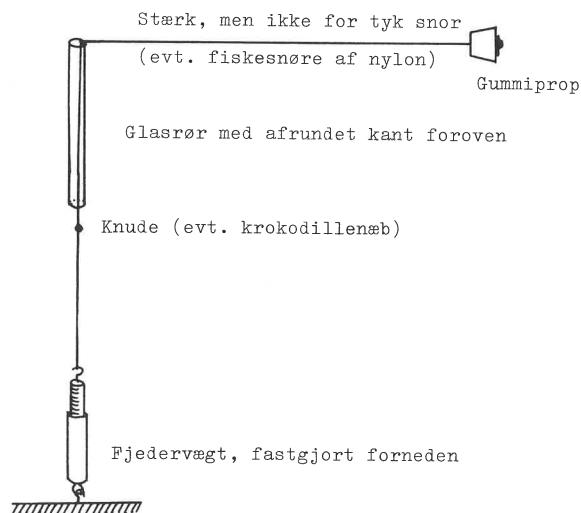
Forudsætninger:

a) Eleven må være fortrolig med begreberne kraft, masse og acceleration. Det er ikke absolut nødvendigt, at sammenhængen mellem disse størrelser er formuleret i Newtons 2. lov (kraft = masse gange acceleration). Eleven skal blot være indforstået med, at forskellige legemer får samme acceleration, hvis de er påvirket af kræfter, der er proportionale med deres masser - eller sagt mere populært: Hvis et legeme har dobbelt så stor masse som et andet, og det også er påvirket af dobbelt så stor en kraft, vil disse to legemer få samme acceleration.

b) Eleven må være fortrolig med, at Jordens tiltrækningskraft på et legeme bliver desto mindre, jo længere væk fra Jorden det befinder sig. Eleven behøver ikke nødvendigvis at kende den nøjagtige sammenhæng: at kraften er omvendt proportional med kvadratet på afstanden fra Jordens tyngdepunkt.

c) Eleven må være fortrolig med følgende: Hvis to legemer kredser i en og samme cirkelbane, så vil de få samme omløbstid, hvis de er påvirket af centripetalkræfter, der er proportionale med deres masser - altså: en dobbelt så stor masse kræver en dobbelt så stor kraft.

Sidstnævnte kan vises med et apparat som vist på figuren. Man tager fat i glasrøret og svinger gummiproppen rundt i en vandret liggende cirkelbane i takt med en metronom, der er indstillet på en passende frekvens. Endvidere sørger man for, at radius er konstant (f.eks. 1,5 m). Dette er tilfældet,



når knuden (eller krokodillennæbbet) ikke forandrer afstand fra glasrøret. Derpå aflæses fjedervægten, som er fastgjort for neden på en eller anden måde. Næste forsøg gennemføres med to gummipropper, men med samme radius og samme omløbstid. Resultat: dobbelt så stor kraft.

Med lidt øvelse kan dette forsøg udføres, så eleverne føler sig overbevist.

d) Eleven må yderligere være fortrolig med definitionen på begrebet vægt: Ved et legemes vægt forstås tyngdekraften på det pågældende legeme. En vægt er altså en kraft, der f.eks. måles i newton eller kilopond.

Gennemgang:

Eks. I: En astronaut befinder sig i en så stor afstand fra Jorden og alle andre kloder, at tyngdekræfterne hidrørende fra disse er helt forsvindende. Dette er en reel form for vægtløshed, da hverken han eller rumkabinen er påvirket af tyngdekræfter, og han vil derfor (hvis han ikke er fastspændt)

svæve inde i kabinen. Denne form for vægtløshed er nem at fatte; men det er desværre ikke den, der er den aktuelle i de rumrejser, som vi hører om.

Eks. II: En astronaut befinder sig på et sådant sted mellem Jorden og Månen, at tyngdekrafterne fra disse kloder netop er lige store. Den resulterende kraft på såvel rumkabine som på astronaut er derfor nul, og situationen er i praksis en lige så reel form for vægtløshed som den i eks. I omtalte. Det er dog normalt heller ikke dette eksempel, der tænkes på, når astronauter omtales som værende vægtløse.

NB: Det omtalte punkt ligger forøvrigt i en afstand fra Månens centrum, der er ca. $\frac{1}{10}$ af den samlede afstand mellem Jordens og Månens centre.

Eks. III: En astronaut befinder sig på en månerejse på vej hjem mod (eller bort fra) Jorden. Eksemplet er faktisk velkendt for eleverne. Der er jo egentlig tale om et frit fald (eller lodret kast). Tyngdekrafterne på astronaut og rumkabine er ganske vist reduceret; men det gælder stadig som ved det fri fald, at de er udsat for kræfter, der er proportionale med deres masser. Hvis f.eks. rumkabinen har en masse, der er 1000 gange så stor som astronautens, er den også påvirket af en 1000 gange så stor kraft. De to legemer får altså samme acceleration. Dette betyder, at de følges nøjagtigt ad, og astronauten vil ikke komme i forvejen eller blive indhentet af rumkabinen. Han vil svæve derinde helt på samme måde som i eks. I og II. Dette er ikke en reel form for vægtløshed - han vejer jo noget, - om end mindre end på Jordens overflade. Når man alligevel bruger udtrykket: "han føler sig vægtløs", er det forståeligt, da han jo oplever den samme fornemmelse som ved reel vægtløshed.

Eks. IV: En astronaut befinder sig i en cirkelbane med centrum i Jordens tyngdepunkt. Her er han langt fra at være vægtløs, da han vejer omtrent det samme som ved Jordens overflade. Nogle få hundrede km oppe over Jordens overflade er der kun tale om en ringe reduktion af tyngdekrafterne. Også i dette tilfælde er der dog tale om proportionalitet mellem masser og tyngdekrafter: en 1000 gange så stor masse er netop påvirket af en 1000 gange så stor tyngdekraft (centripetalkraft). Rumkabinen og astronauten vil derfor følges nøjagtigt ad - dvs. i den samme afstand fra Jorden og med den samme omløbstid. Han vil altså ikke søge ud i en større cirkelbane (eller ind i en mindre), men vil svæve i kabinen på samme måde som i de forrige eksempler. Han vil derfor naturligt anvende samme udtryk også her og sige, at han føler sig vægtløs. NB: Betingelsen for de anvendte argumenters rigtighed er naturligvis, at raketmotoren ikke arbejder.

Et tankeeksperiment: En astronaut får en indsprøjtning, mens han er ude på en rejse, således at han sover et stykke tid. Når han vågner, aner han ikke,

om han har sovet en time, en uge eller f.eks. en måned (vi ser bort fra oplysninger, som f.eks. kan udledes af sultfølelse eller skægvækst). Vi tænker os endvidere, at der ingen vinduer er i rumkabinen, og at han ikke har radiokontakt med andre. Han vil da umuligt kunne skelne de fire omtalte eksempler fra hinanden. Han vil i alle tilfælde svæve i rumkabinen, og hvis han anbringer en genstand et stykke fra sig, vil den svæve ligesom han selv. Han vil ej heller ved noget andet fysisk forsøg være i stand til at konstatere, om han befinder sig i den ene eller den anden situation.

På grundlag af ovenstående, og på trods af, at de fire nævnte eksempler er vidt forskellige, kan det nu forstås, at man bruger udtrykket "vægtløshed" også i de tilfælde, hvor det egentlig er meningsløst.

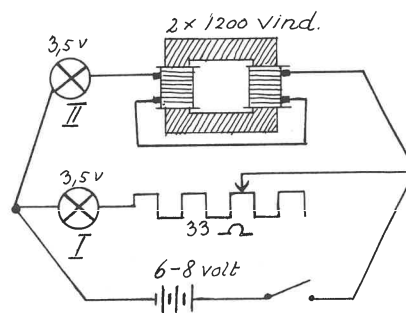
Jørgen Rosenberg.

FORSØG OVER SELVINDUKTION I DROSSELSPOLER

(I gamle optegnelser har jeg fundet dette forsøg, i sin tid udført af lektor Chr. Jensen, Rysensteen).

Når man lægger en jævnspænding på en volt over en drosselspole med stor selvinduktion, varer det et stykke tid, før strømmen når sin fulde styrke, nemlig $i = \frac{e}{R}$; dette tidsrum afhænger af forholdet $\frac{L}{R}$, hvor L = selvinduktionen og R = modstanden. Til forsøget må derfor vælges komponenter med stor selvinduktion og ringe ohmsk modstand. 2 stk. Phyvespøler (1200 vind.), der serieforbindes på en lukket jernkerne, er velegnede. Når strømmen slutes, tænder først lampe I og derefter lampe II. En videreudvikling af forsøget kan udføres på følgende måde: Lamperne I og II erstattes af to demonstrationsamperemetre (100 mA). Der anvendes en spænding på 2-3 volt. Amperemetrene stilles bag hinanden, så skyggen af viserne i skyggeprojektion falder sammen i 0-stillingen. Når strømmen slutes og afbrydes, ses det på skyggen, at viserne ikke følges ad. Forsøget med amperemetrene viser i modsætning til det første, at strømstyrken i selvinduktionskredsen ikke "bare venter et øjeblik"; men at den vokser gennem hele det pågældende tidsrum.

Ingolf Andersen



KØBENHAVNSAFDELINGENS DECEMBERMØDE

Ved Københavnsafdelingens julemøde den 16. dec. 1971, der fandt sted i fællesauditoriet på Danmarks Lærerskole, viste kolleger en række forsøg, til dels med apparatur, man selv havde fremstillet.

Fysikkonsulent K. D. Poulsen:

I: OM FEJLSTRØMSRELÆER

Tidligere modeller af fejlstrømsrelæer havde betegnelsen FI. En nyere, mere følsom type, betegnes med HFI.

Fejlstrømsrelæet fungerer efter princippet:

Det antal ampere, der passerer relæet i den ene retning, skal være nøjagtig lig med det antal ampere, der passerer relæet i modsat retning. Hvis der et sted i installationen er afledning til jord, stemmer regnskabet ikke, og relæet afbryder ved måleren. Følsomheden er af størrelsesordenen 15-30 mA.

Diagrammet giver en oversigt over kritiske værdier af strømstyrke-tid, der kan rumme fare for mennesker (gælder for voksne i almindelighed).

Område I: Bevidstløshed - hjertekammerflimren - livsfare.

Område II: Kan tåles - over 50 mA indtræder dog bevidstløshed.

Område III: Ingen indflydelse på hjerterytmen. Fareområdet er en kombination af strøm og tid.

Op til 18 mA kan tåles uden hensyn til tid.

- - 20 mA - - indtil 1 sek.
- - 50 mA - - indtil ca. $\frac{1}{2}$ sek., derefter bevidstløshed, men ikke livsfare.
- - 75 mA - - højst i 1 sek., derefter livsfare.
- - 400 mA - - højst i 0,2 sek., derefter livsfare.
- - 400 mA - - højst i 0,06 sek. uden gene.

Uden gene, men nok ubehag kan 18 mA tåles uden tidsbegrænsning, 65 mA i 0,5 sek., 200 mA i 0,1 sek og 400 mA i ca. 0,05 sek.

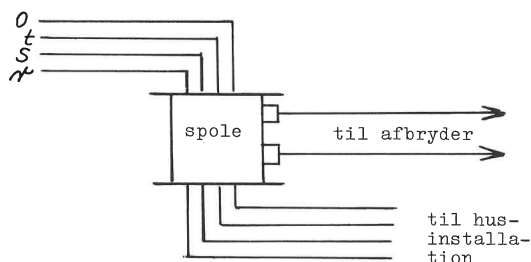
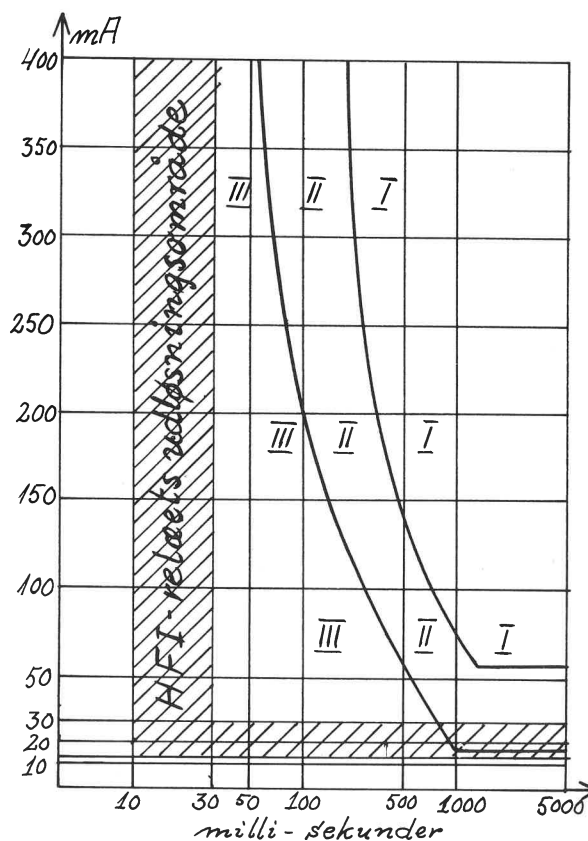


Fig. 1

Teoretisk kan princippet i fejlstrømsrelæet forklares som antydnet i fig. 1. Hvis der "mangler" strøm på tilbagevejen, vil spolen reagere med en elektrisk impuls, der udløser relæet og afbryder.



I praksis kan arrangementet være udført som vist på fig. 2. Ringen er en ferritkerne, der omslutes af bystrømmens ledninger, hver med $\frac{1}{2}$ vinding som på figuren, mens relæspolen har mange vindinger.

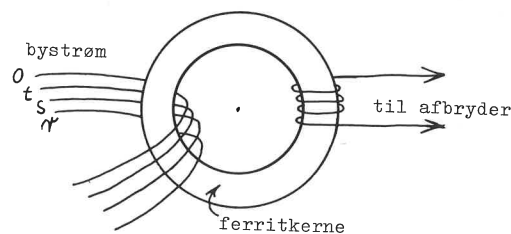


Fig. 2

Forsøg 1:

Opstillingen fremgår af fig. 3:

5 stk. 150 watt-pærer forbindes med lysnettet. En sikringstråd (s), ca 5 cm lang (6 A) er indskudt i kredsløbet. Strømmen slutes, pærene lyser, sikringen holder.

Derefter tilsluttes også "vaskemaskinen" (-en konservesdåse-), der er forsynet med en solid afled-

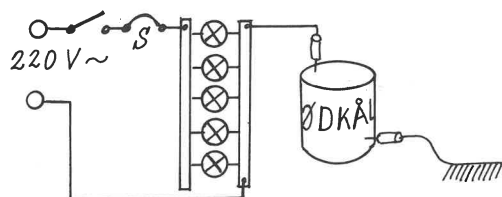


Fig. 3

ning til jord (vandhane). Sikringen smelter omgående - det viste sig senere, at forbindelserne til "vaskemaskinen" var elektrosvejsede !!

Forsøg 2:

Samme opstilling som fig. 3, dog med den ændring, at der indskydes en "person" (-en bayersk pølse-) i afledningen. Der anvendtes et par afisolerede ender af stive installationsledninger (fig. 4).

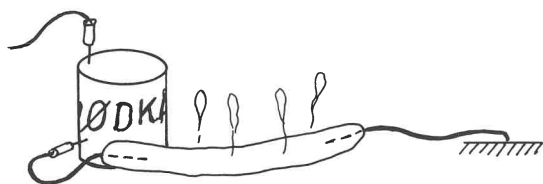


Fig. 4

Sikringstråden fornyes. Strømmen slutes. Pærerne lyser. Pølsen steges = risiko for $\dagger$.

Forsøg 3:

Samme opstilling som i forsøg nr. 2 (med pølsen indskudt). "Vaskemaskinen" kobles fra. Der indskydes et fejlstrømsrelæ i ledningen. Strømmen slutes. Pærerne lyser. "Vaskemaskinen" med afledning tilsluttes. Relæet afbryder øjeblikkelig strømkredsen.

Forsøg 4:

Afprøvning af fejlstrømsrelæets følsomhed.

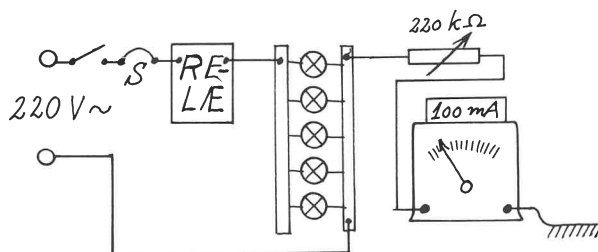


Fig. 5

I afledningen til jord er indskudt en variabel modstand på 220 kΩ og et amperemeter (100 mA). Der reguleres på modstanden, mens amperemetret aflæses, indtil relæet afbryder. Det anvendte relæ afbrød ved ca. 25 mA.

I forbindelse med omtalen af sikringer nævntes de nye små sikringer, mrk. D O (læs: D - nul), der installeres i nybygninger i forbindelse med fejlstrømsrelæer.

II:

EL - MÅLEREN

Princippet i den almindelige vekselstrømsmåler (watttimemåler) beror på samarbejde mellem to spoler, hvoraf den ene gennemløbes af den strøm, der skal måles, og den anden af en strøm, der afhænger af netspændingen. Begge spoler inducerer strømme i en drejelig aluminiumskive. Ved en passende forskydning af spolerne i forhold til hinanden i forbindelse med en faseforskydning opnås et drejningsmoment, der afhænger af såvel spænding som arbejdsstrøm. Tællerværket, der drives af den roterende skive, registrerer således både spænding, strømstyrke og tid. Tallene i tællerværket viser forbruget i kWh (evt. Wh). Skiven bremses (dæmpes) af en permanent hesteskomagnet, der er anbragt med en pol på hver side af skiven. Under skivens rotation induceres strømme i aluminiumet, så bevægelsen modarbejdes.

Forsøg 5:

Eftervisning af princippet i elmåleren: Ved hjælp af spoler og kerner fra et elevsæt kan virkningen af to strømførende spoler på en drejelig metalskive eftervises. Forsøgsopstillingen fremgår af fig. 6.

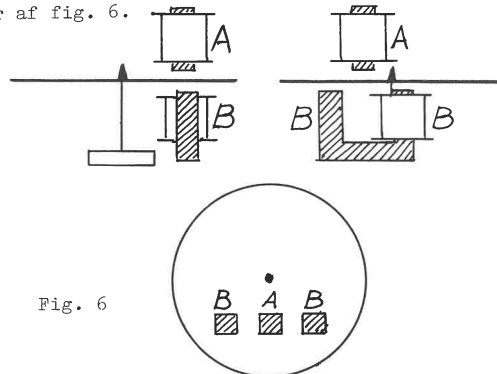


Fig. 6

Aluminiumskiven er ca 1 mm tyk, 15 cm Ø og er ophængt på spidsen af en nål. Spændingsspolen (A) har 1600 vindinger og lamelleret anker. Strømspolen (B) har 100 vindinger og er sat på en U-kerne. På figuren ses opstillingen henholdsvis i retningen "nord-syd", "øst-vest" og (skematisk) ovenfra.

For at kunne variere strømmen i spændingsspolen (A) får denne strøm fra en variotransformer, mens strømspolen (B) er indskudt i serie med dværgpærerne på lampebrættet (6V: 1A).

Det vistes, at aluminiumskiven løb hurtigere,

1) når spændingen øgedes (ca. 4 - 10 volt)

2) når strømstyrken øgedes (flere pærer tændes).

Nødvendigheden af bremsemagneten fremgik ligeledes af forsøget, idet skiven fortsatte rotationen et stykke tid efter, at strømmen var afbrudt.

Dertil kommer, at skiven uden bremsemagnet ville accelerere, da den er ude for en kraftpåvirkning. Permagnetens påvirkning, der vokser med skivens hastighed, bremser den til en jævn rotation, når ligevægt ved de bestående spændings- og strømforhold nås.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Overlærer Edv. Runge:

I: MODEL AF 3-FASEMOTOR TIL ELEVPORSØG

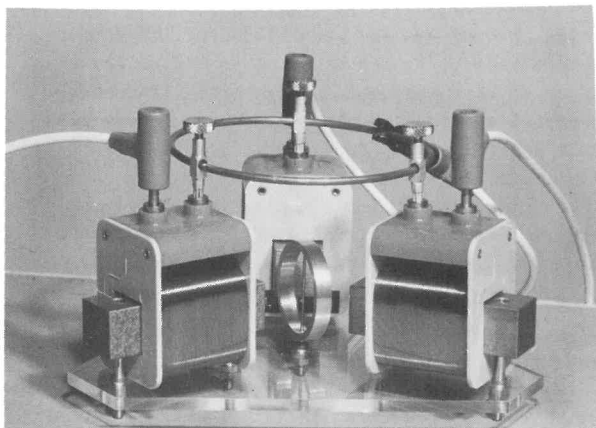


Fig. 1

Materialer:

Grundplade af 5 mm plexiglas af form som fig. 2.

Siden i trekanten før afskæring af vinkelspidserne er 220 mm.

7 stk. stikben (kan f.eks. købes hos a/s Tage Schouboe, Skyttegade 7, 2200 København, N).

1 stk. stoppenål til at bære ankeret.

2 stk. ringformet anker.

1 stk. forbindelsesring af messingtråd, 3 mm Ø.

3 stk. bananstik med sidehul (sml. fig. 1).

Elevapparatur:

3 spoler, Podis elevsæt, f.eks. 200 eller 400 vind.

3 jernkerner med 2 huller, Podis elevsæt.

4 ledninger med banabstik i hver ende.

1 krokodillennæb.

Stikbenene anbringes, så de passer til hullerne i elevsættets jernkerner. I midten anbringes et af-

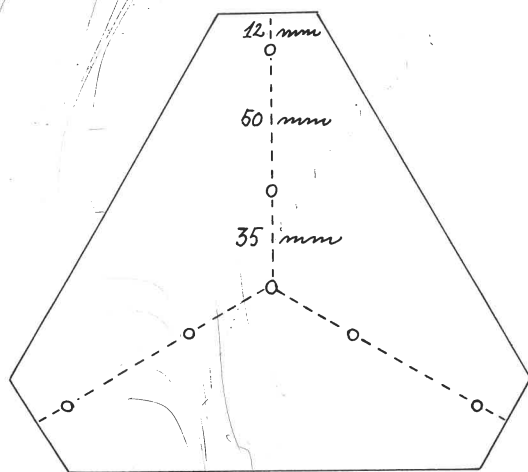


Fig. 2

kortet stikben, og en stoppenål spændes fast med sideskruen.

Som forbindelsesled mellem de 3 spoler bøjes en 3 mm messingtråd i en cirkel, der passer til bøsningerne i spolerne. Før sammenlodning af enderne for-

synes den med 3 bananstik med sidehul som vist på fig. 1. Figuren viser tillige, at der er boret et 3 mm hul foroven i hvert af dem. I hullet er skåret 4 mm gevind, og med en almindelig 4 mm messingskrue eller en fingerskrue som på figuren kan stikkene spændes til, når de er stukket ned i de tre spolers bøsninger. Man er således sikker på god kontakt.

Ankeret er en ring, skåret af et aluminiumrør 40 mm udvendig Ø og 34 mm indvendig Ø med en godstykkelse på 3 mm. Der bores med et $1\frac{1}{2}$ mm bor, der netop kan nå tværs over en diameter i ringen og børe en forsænkning i godset lige over for hullet.

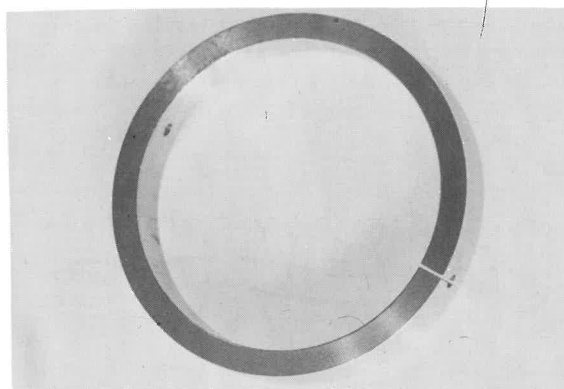


Fig. 3

I det ene af de to ankre er der som vist på fig. 3 foretaget en gennemsavning ved det gennemgående hul forneden i ringen. Da der ikke kan opstå induktionsstrømme, når ringen ikke er sluttet, fungerer motoren ikke med dette anker.

Motoren drives ved 3 faser, hver på 12 volt.

På en plexiglasplade af samme form som fig. 2 var kredsløbet tegnet ind, så den kunne vises i overhead'en under gennemgang af forsøget. Fig. 4 viser denne plade.

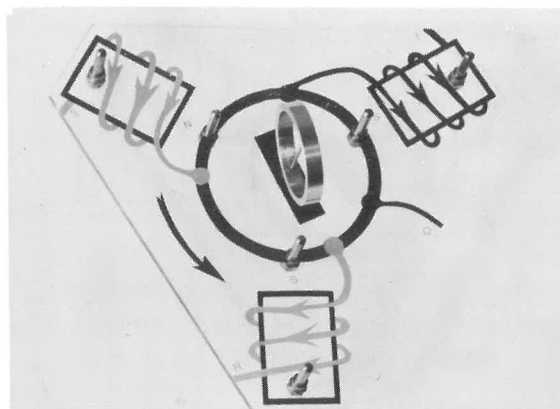


Fig. 4

II: PÅVISNING AF KRAFTLINIER UDEN OM EN SPOLE

En demonstrationsspole af Phywe-typen på 1200 vind. med kort jernkerne kan tåle ca. 80 volt vekselstrøm i kortere tid.

På to stykker plexiglas er monteret stikben med en afstand, der passer til bøsningerne på en demonstrationsspole. Mellem stikbenene er monteret henholdsvis en lille glimlampe, model fra polsøger, og en almindelig dværgfatning med pære, f.eks. 6 volt. (Fig. 5 a og b).

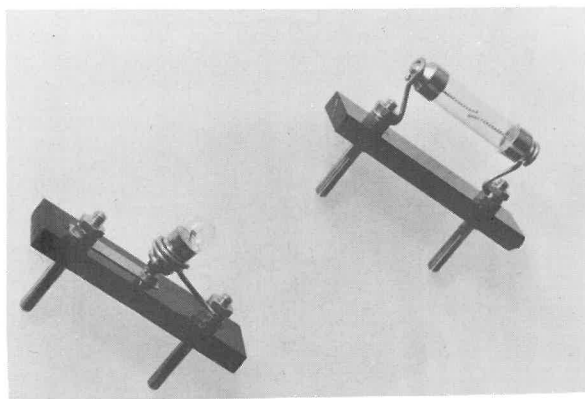


Fig. 5a

Fig. 5b

Forsøg 1:

Fra en variotransformer belastes en 1200-spole med jernkerne med ca. 80 volt vekselstrøm.

En 12000-spole monteret med glimlampen nærmes forsigtigt til 1200-spolen. Glimlampen lyser på grund af kraftfeltet om spolen.

En 300-spole monteret med dværgpæren nærmes (ligeledes forsigtigt!) til 1200-spolen.

Dværgpæren lyser (kan meget let overbelastes).

Forsøg 2:

300-spolen med dværgpæren (eller 12000-spolen med glimlampen) anbringes på forskellig måde i forhold til 1200-spolen for at illustrere kraftliniernes retning. Kraftlinier, der går "på tværs" af den bevægede spole, er uden virkning.

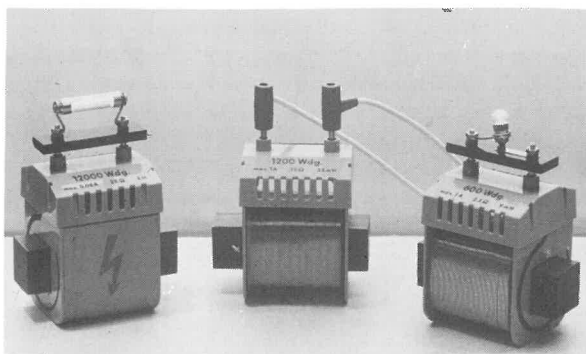


Fig. 6

Forsøg 3:

300-spolen (eller 12000-spolen) føres langs kraftlinierne som antydnet på fig. 6. Lampen lyser da med et stadigt lys.

Overlærer J. Uldum:

SIRENE MED ELEKTRISK FORSTÆRKNING

Hr. J. Uldum, der har deltaget i overlærer Edv. Runges kursus i Fysisk Teknik på Danmarks Lærerhøjskole, viste en forbedret model af Lærerhøjskolens eksemplar af "Sirenehjul med elektrisk forstærkning." Forbedringen består bl.a. i, at der er indbygget en lampe for hver af sirenehjulets hulrækker, og at lyset kommer fra 8 lamper, der betjenes fra et tastatur.

Det er således muligt uden større besvær at spille melodier med ikke for stort toneomfang (en oktav), og konstruktionen gør det muligt at spille flere stemmer samtidig.

Hr. Uldum har ikke udarbejdet nogen vejledning til fremstillingen; men en række fotos viser princippet i apparatet, samt det færdige apparat, og på tipsside 8,72 er gengivet en arbejdstegning i størrelsesforholdet 1 : 1, så der kan måles direkte på den.

Det oplystes, at den benyttede motor stammer fra en ventilator. Motorens hastighed reguleres med en Triac lysregulator.

De benyttede lamper er Splendor 222 2,3 volt.

Det bemærkes, at hvis forstærkningen af de forskellige frekvenser er af ulige styrke, kan grunden være uens lysstyrke i de benyttede lamper eller dårlig centrering af lyset.

Fotocellerne stammer fra kasserede japanske lysmålere.

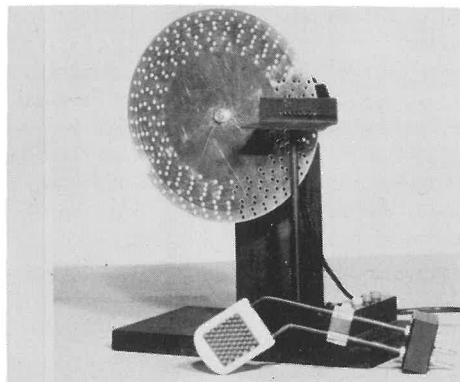


Fig. 1

Fig. 1 viser princippet i apparatet v.h.j.af en simple model. De 8 huller i metalvinklen korresponderer med de 8 rækker huller i sirenehjulet.

Fotocellen er løftet ud af sine bøsninger og ligger foran apparatet. Reguleringskontroller er på denne model anbragt på grundbrættet.

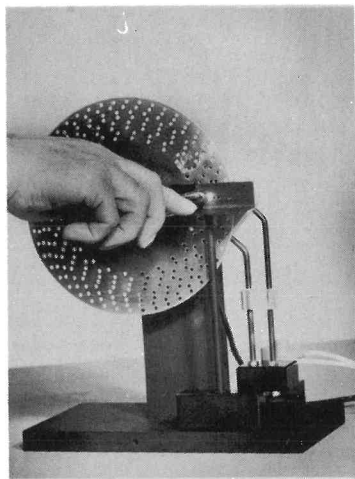
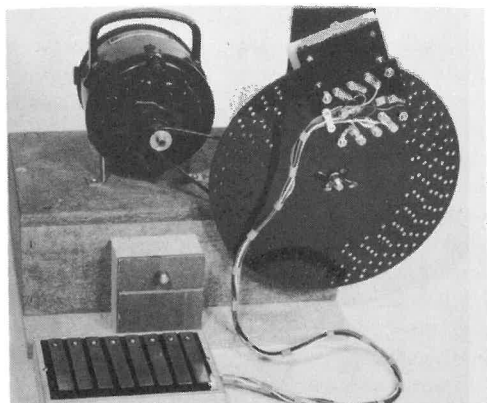


Fig. 2 viser den oprindelige betjeningsmetode: Fotocellen er sat på plads bag sirenehjulet, og der lyses med en lille stavlygte ind gennem ét hul ad gangen. Der kan spilles énstemmige melodier på denne måde.



På fig. 3 ses den videreudviklede udgave. Sirenehjulet drives ved remtræk med udveksling over to remskiver. Lommelygten er erstattet af 8 Splendor-pærer, og de 8 huller, der før sad på række, er fordelt på 3 rækker, jvf. arbejdstegningen på side 8,72. På en udbygning på siden af kassen ses regulator-knappen for motoren, og foran denne tastaturet med de 8 nøgler, der er forbundet til de 8 lamper. Forstærkeren er alle steder udeladt.

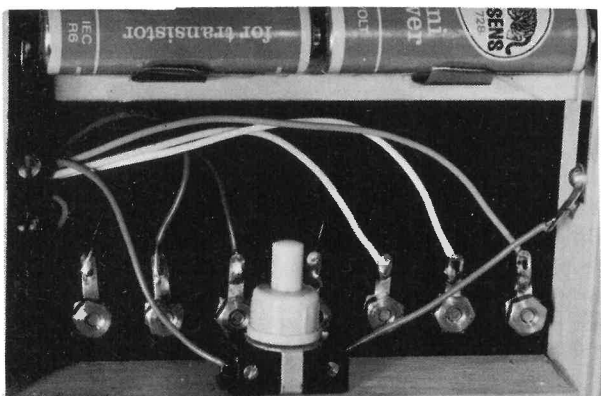
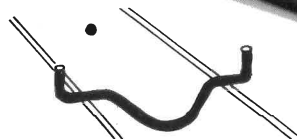
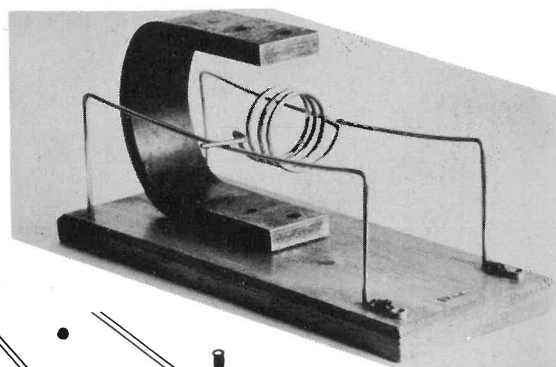
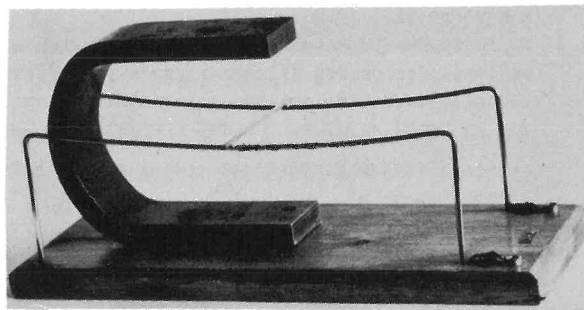


Fig. 4 viser æsken med tastaturet set fra bunden.

Overlærer A. V. Hansen:

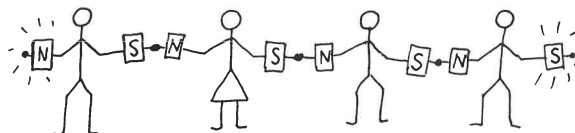
LILLEFINGERREGEL OG LEVENDE "SMÅMAGNETER"



I: Figurerne, der taler for sig selv, viser en enkel model, der hurtigt og anskueligt illustrerer "Lillefingerreglen".

Strømmen ledes til de to svagt buede messingtråde, der forbindes med forskelligt formede "broer", der henholdsvis ruller og vipper.

De opadbøjede ender på den "halve vinding" tjener til at afbalancere den og gøre den mere villig til at reagere, selv på en svagere strøm.

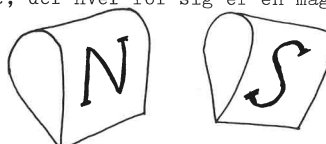


II: Et antal elever forsynes med papmanchetter, mrk. N eller S.

Eleverne forestiller "småmagneter" i et stykke stål. Under et passende ceremoniel, der svarer til "strygning med en magnet", ordner eleverne sig på række, idet nord og syd holder hinanden i hånden.

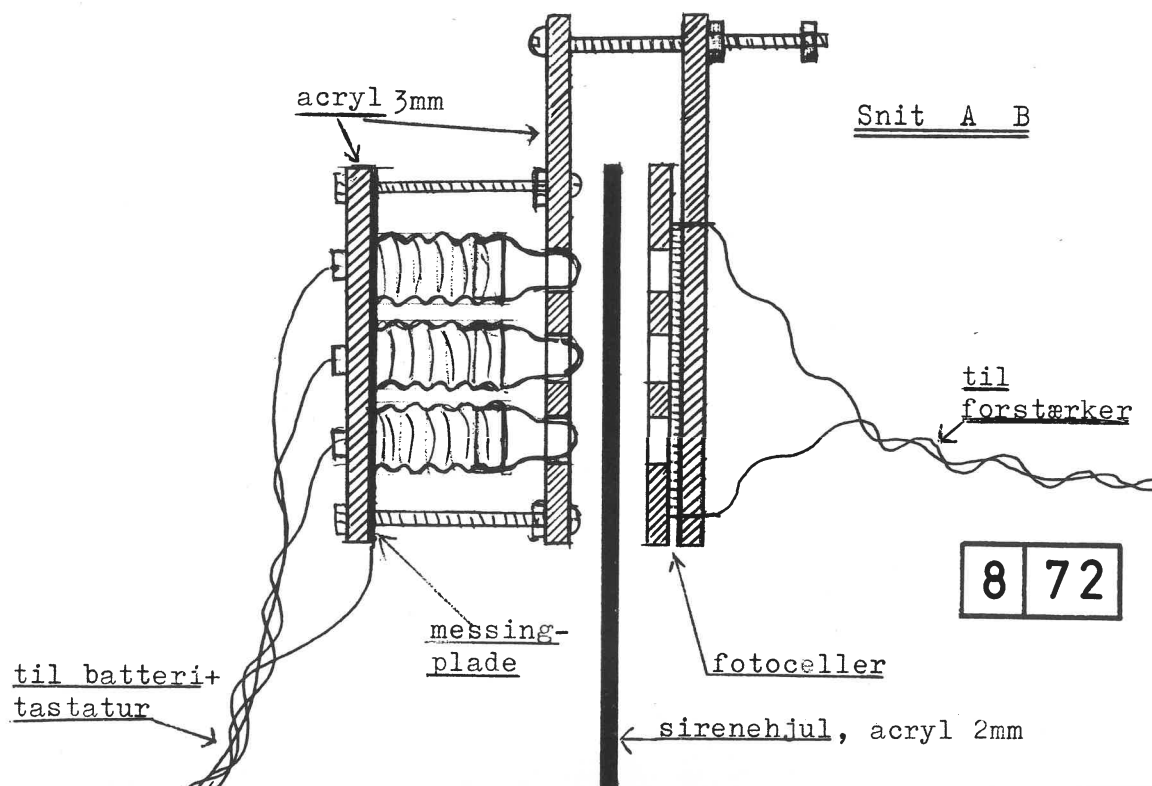
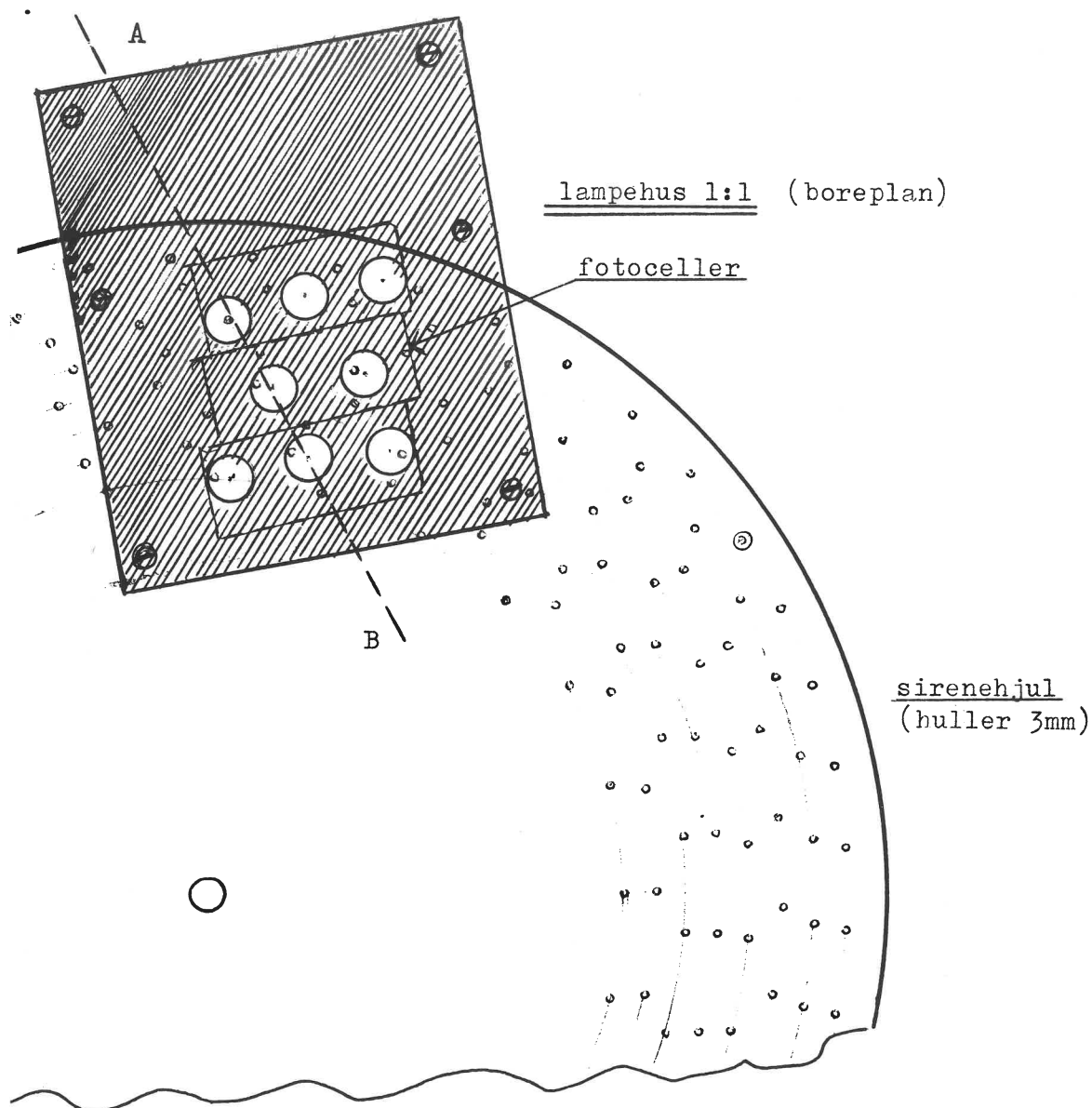
Det ses, at der kun er frie poler ved enderne af rækken.

Det ses endvidere, at hvis rækken hugges over i flere dele, må der opstå flere magneter, idet hvert brud vil blotte 2 frie poler - en parallel til en stålstang, der magnetiseres og klippes i mindre dele, der hver for sig er en magnet.



FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING



FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

UNDERVISNINGSFILM til FYSIK og Kemi udvalgt og samlet i nedenstående oversigt

af

SV. FRISTED, Borup.

Der findes en masse dejlige film...

Også til undervisning i fysik og kemi. Mon ikke vi bruger dem alt for lidt. Og mon ikke en af årsagerne hertil er, at det er temmelig besværligt at gå på opdagelse i den stak kataloger, der findes (eller ikke findes...) på lærerværelsets boghylde?

Denne oversigt skulle tjene til at lette arbejdet med at finde frem til egnede film. Den giver sig ikke ud for at være fuldstændig. Ej heller er den særlig meddelsom. Men den oplyser, hva der findes inden for de forskellige områder af vort fag, hvor de kan fremskaffes, og dermed i hvilket katalog man kan finde supplerende oplysninger.

Filmlisten vil især være nyttig, når (og hvis) forslaget om valgfrit stof skal føres ud i livet, da det her ofte må forekomme, at lærer eller elev hurtigt skal kunne undersøge, hvorvidt der findes egnede film til et valgt emne.

Praktiske oplysninger:

Filmene er opstillet i den rækkefølge, hvori de forefindes i de tilgængelige kataloger. Deciderede reklamefilm er søgt undgået. Der er ikke foretaget nogen vurdering af filmene.

Listen er delt i 4 kolonner:

- 1.kolonne: Filmtitel
- 2.kolonne: Filmselskabets navn (forkortet). Hvor intet selskab er angivet, er det SF (decimalsyst.) Filmsens evt. nummer.
- 3.kolonne: Filmens spilletid, samt evt. et bogstav, der angiver, i hvilket sprog, filmen er indtalt, såfremt dette ikke fremgår af filmens titel.

Forkortelser: d: dansk e: engelsk n: norsk sv:svensk
t: tysk s: stum m: magnettone
i: international (musik, lydeffekter)

SF: Statens Filmcentral, Vestergade 27,
1456 København K. Tlf. Minerva (01-54) 2686
Sønder Allé 5, 8000 Århus C. (06) 132800
EF: Erhvervenes Filmcenter, P.Ipsens Allé 20,
2400 København NV. (01)-191144
DE: Dansk Esso, Skt. Annæ Plads 13,
1298 København K. (01)-142890
BP: BP-Oliekompagniet, Amaliegade 3, 1256 K.
Distr.: Islevalvej 182, 2610 Rødovre. 01-913620
DS: Dansk Shell, Kampmannsgade 2,
1604 Københ. V. (01)-125340, lok. 03
PH: Philips Filmbibliotek, Prags Boulevard 80,
2300 København S. (01)-27 AS 2222, lokal 371
SI: Dansk Siemens, reklameafd., Blegdamsvej 124,
2100 København Ø. (01)-261122

DU: Dansk Unilever, Kampmannsgade 1,
1604 København V. (01)- 121112
SE: Skole og Erhverv, de lokale arbejdsformidlings-
kontorer.
(erhvervsorienterende lydbilledbånd)
CA: Den canadiske Ambassade, Pr. Mariesallé 2,
1908 København V. (01)-313306
US: Filmafdelingen, Den amerikanske Ambassade,
Dag Hammerskjølds Allé 24, 2100 København Ø.
(01)- 764525, lok. 265-266

Sv. Fristed

ASTRONOMI

Ved grænsen for vor viden	19.5v	35	nyeste resultater og metoder i videnskaben
Cosmic Zoom	50c	81	rummets uendelighed
Stjerner og stjerne-systemer	52.s	16	
Stjerner og mennesker	52st	53	atomer og mælkeveje
Jordens bevægelser	52.3j	11	
Kepler	52.3k	17	
Solen	52.42s	11s	
Det magiske øje	DS	19	fotograf. af universet

RUMFORSKNING

Cosmic Zoom	50c	81	verdensrummets uendelighed
Saturn	US93	10d	løfteraketter
Gemini 12	-- 3	10d	
Spadseretur i rummet	-- 6	10	Gemini 4
Project Apollo	--22	13d	til månen inden 1970
Project Telstar	--23	16d	kommunik.-satellit
Project Gemini-Mission Concept	--24	20e	første fase i Gemini-projektet
The Flight of Apollo 7	--26	20e	
Apollo Mission Highlights	--28	12e	
Destination: Man	--29	18d	mennesket på rumfærd
Project Apollo 11	--62	30i	forb. ved opsendelsen
Rendezvous i rummet	--189	15d	Gemini 7 og 6
Før rejsen til månen	--214	15	
X-15	--279	30d	raketmaskinen X-15
Apollo 15 Preflight	--336	14e	månekøretøjet
John Glenns rumfærd	--379	10	febr. 62
Apollo 8, Journey around the Moon	--383	30d	dec. 68
Space Ballet: A Story of Apollo 9	--385	30e	marts 69
Apollo 10: Prelude to the Moon Landing	--387	30e	12 km over månen
Apollo 11: One Giant Leap for Mankind	--389	26d	første mennesker på månen
Apollo 12: Pinpoint for Science	--390	29e	
Syncom	--478	13d	kommunik.-satellit
Rumforskning m. satellit	--542	30d	
Friendship 7	--553	60e	Glenn 3 gange om jorden
Mercury projektet	--556	30d	
Apollo 14	--607	27e	
På vej mod månen	DE	30	dokumentarfilm om bemandede rumflyvninger
samme	EF316		
Raketens historie	--326	30	dokument. optagelser
Det magiske øje	DS	19	fotograf. af universet
Deutsches Satelliten-Kontrollzentrum	SI	6	

ATOMFYSIK

Ved grænsen for vor viden	19.5v	35	de nyeste resultater og met. i videnskaben
Da radioaktiviteten blev opdaget	53.2d	16	Röntgen, Becquerel, Curie, Rutherford mv.
Electron Microscopy	53.22e	23e	
En ny virkelighed	53.22en	50	moderne atomforskning
Introduction to Reaction Kinetics	53.22i	13e	simple kemiske reaktioner
Elektronafbøjning i et magnetfelt	53.22m	10s	
Putting the Atom to Work	53.22p	28e	reaktortyper
Vibration of Molecules	53.22v	12e	
Cosmic Zoom	50c	81	stoffets mindste elementer
Fremtidens brændstof	PH	25	fission og fusion
Naturligt forekom-mende atomkerner	--	24	
Kunstigt fremstillede atomkerner	--	21	
Atomos	--	10e	atomenergi
Atomat i medicinens tjeneste	US34	7	radioakt. isotoper
Man and Radiation	--61	30	anvendt radioaktiv.
Lægevidenskab- atomet i fredens tjeneste	--101	21	
Atomalderens industri	--120	10	
Milepæle på videnskabens vej	--156	17	atomenergi i anvendelse
"Brookhaven Spectrum"	--338	25d	atomvidenskabsmænd
Atomkraftanlæg i USA	--504	28	
Den magnetiske flaske	--505	12	termonucl. fusion
"Savannah"- det første atomdr. handelsskib	--538	22	
Planteformdling i atomalderen	--583	16	
Camp Century, byen under Grønlands is	--590	30	
Radiation	CA380	30d	radioakt. isotoper
Radioaktivt nedfald	EF2011	27	virkn. ved en atom-ekspl. over Tyskland

Desuden henvises til PH's båndfilm om emnet.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

MEKANIK

Frames of Reference	53.3fd	27d	Newtons love i henførelsessystemer
Inertia	53.3id	26d	inertiens lov, kraft og acceleration
Inertial Mass	53.3im	19d	træg masse
Jetmotorer	53.3j	13	reaktionskraft
James Watt	53.3ja	10d	dampmaskinen mm.
Mechanical and Thermal Energy	53.5m	22d	
Varmer og arbejde	53.5va	10	

OPTIK

Antoni van Leeuwenhoek	53.6a	13d	mikroskopet
Interference of Photons	53.6i	13	lysets dobbeltnatur
Photons	53.6p	18	fotonfænomet forklares
Molecular Spectroscopy	53.7m	22	undersøgelse af molek.
Spektralanalyse	53.7s	22	
Opdagelsen af de inaktive luftarter	54.1 o	19	v.hj. af spektralanalyse
Hvordan filmen blev til	US37l	20	bl.a. Edisons forsøg
En historie om lyset	PH	15	sollys, glødelamper mv
Light and Mankind	--	10i	belysningsens udvikl.
Inert Gases	--	22e	inaktive luftarter
Levende billeder	--	8	filmens opfindelse
Light Show	--	3i	dukkefilm med
Lamp Light Band	--	3i	forskellige lamper
Terra Incognita	--	30e	elektronmikroskopet
Det magiske øje	DS	19	fotogr. instrumenter, røntgenapp. og mikroskop
The Microscope	--	11	funktion, opbygning
Ved grænsen for vor viden	--	34	bl.a. elektromikr.
Laser Light	53.7L	36e	

LYD

Lydsvingninger	53.4L	3s	
Støj	69.87s	11	en plage for omgiv.
Lyd på bånd	EF2039	20e	
Stilhedsens mure	--293	20	støjens skadevirkn.
Lyd på plade	PH	17	
Mayola	--	3i	elektr. musik
Piccolo, Saxo & Co.	--	15d	musikinstrumenterne præsenteres
Desuden henvises til Philips' båndfilm om emnet			

ELLERE - MAGNETISME

Antenna Fundamentals I	53.8a	12e	bølgers udbredelse
Antenna Fundamentals II	53.8af	12e	retningsvirkning
Coulombs Law	53.8cd	30d	
The Coulomb Force	53.8cf	34e	Millikans forsøg
Constant			
Faraday	53.8f	16d	
Hvad er elektricitet	53.8h	5s	
Induktion	53.8i	7s	
Magnetisme	53.8m	6s	
The Millikan Experiment	53.8mi	30e	elektronens ladning
Statisk elektricitet	53.8s	7s	
Vekselstrøm	53.8v	4s	
How the Telephone Works	62.384h	7e	
Allo-Hallo	65.85a	10i	kommunikationsmidlernes udvikling
Os Mundi	PH	25d	udnyttelsen af elektromagnetismen
Konti-Scan	EF24i	20d	strøm fra Sverige
Where is the Tiger?	--234	20d	tølelementet
Scottice Icecan	--339	30d	telegrafforbindelse over Atlanten
Dobbeltkvadratsets hemmelighed	--1033	14	farer ved el
Batterifilm	DE	35m	det moderne batteri

VARMELERE

Brownske bevægelser	53.5b	4s	
Hvorfor	53.5h	8	oplæg til teori
Mechanical and Thermal Energy	53.5m	22d	
Varmer og arbejde	53.5va	10	
Temperatur	PH	22d	
Varmer breder sig	DE	10	varmeteknik, dukkef.

ELEKTRONIK

Det elektroniske databehandlingsanlæg	68.18d	23	det fundamentale princip
BBC-TV, The First 25 Years	37.83b	30e	25 års udvikling
Radiosens barndom	37.83r	24	dansk radios udvikling
The World of Semiconductors	62.37t	38d	halvledere
Portræt af en opfinder	US326	16	radio, TV (Forest)
Transistoren, den lille gigant	--534	17	
Impulser	EF2034	23d	kommunikationens hist.
Phantom Red., Scramble	--1023	14d	Danmark sikres af radar
Lyd på bånd	--2039	20e	

Interludium electronicum	--240	28d	radioakt. isotoper, AV-midler, radar mv.
Samme film	PH		
Ledningsevnen i germanium og silicium	--15		
P- og N-krystaller	--12		
P-N overgangen	--14		
Ensrkning	--18		
Transistoren	--15		
The Diode Character.	--18e		
The Transistor Configurations	--17e		transistorens koblingsmuligheder
Transistor Modes of Operations	--18e		samme emne
Diode Transient Phenomena	--18e		firkantsspænding på diode
Transistors	--22e		produkt. og anvendelse
TV-billedrørets fremstillingssåde	--15		
TV-billedrørets virkemåde	--15		
TV-bærebølgen	--18		
Farve-TV	--20		
The TV-Camera Tube	--18		TV-rørets funktion
It's the Tube that makes the Colour	--18		princippet i farve-TV
Et vindue mod Europa	--18		eurovision
Os Mundi	--25d		udnyttelsen af elektromagn.
Vision of a Reality	--14		elektr. i det mod. samfund
Temperatur	--22d		universets temperaturområde
Metal Joining	--20e		svejsemetoder
Terra Incognita	--30e		elektronmikroskopet
The Klystron	--16e		klystronforstærkeren
Prince Electron	--12e		dukkefilm om radio og TV
The Sleeping Beauty	--10i		dukkefilm om radioen
Philips Cavalcade	--10e		elektronikkens udvikling
Pan-Tele-Tron	--10d		Bell, Marconi, Ørsted m.fl.
Ein neuer Partner	SI	23d	elektronisk databehandling
Dialog in Bit	--20e		databeh. over store afstande
Überall, wo Züge fahren	--21		jernbanesignalteknik

KEMI

Ved grænsen for vor viden	19.5v	35	nyeste resultater og metoder i naturvid.
Chromatography	54.c	19e	
Introduction to Reaction Kinetics	53.22i	13e	simple kemiske reaktioner
Principles of Chromatography	54p	21e	
Acid-Base Indicators	54.1a	19d	
Chemical Bonding	54.1c	15d	kemisk binding
Ilden og dens kemi	54.1i	13	
Opdagelsen af de inaktive luftarter	54.1o	19	
Paper chromatography	54.1p	14	
En verden å vinne	66.3e	24n	elektrokem. udvinding af metaller
Guld	66.3gu	10	
Ferrum	66.33f	15i	jernmalm, forædling
Glas	66.21ga	22	
Glas- Holland	66.21gh	10	
Margarine, et moderne produkt	66.87m	14	
EF165			
Diamanter	--166	18	
Som en nål i en høstak	--167	19	arbejdet i en diamantm.
Gefæsselte Luft	--134	19t	styropor, dansk tekst
Plast i 50 år	--2012	20e	
Aweta	--249	21t	kemisk videnskab
Det begyndte med farver	--235	25	den industrielle kemis udvikling
Spinlon	--119	15d	syntetiske fibre
Værd at vide om vaskeaktivitet	--123	15	sulfonerede vaske-midler
Spiel in Farben	--252	27t	kemi skaber farver
Vand- fysisk og kemisk set	--2038	20e	vand er en usædvanlig væske
Magic Molecule	CA471	9d	farvefilm om plastik
Syntesealderen	BP	13	petrokemisk industri
Pesticider in Focus	DS	24e	kem. plantebeskyttelse
Mad nok?	--	25e	landbrugskemikalier
Værd at vide om vaskeaktivitet	DU	15	vaskemidlernes virkning
A Story of Achievement	--	36	margarinens historie
What is Margarine	--	16	hærdning af veg. olie
What is Soap	--	14	forsæbningsprocessen
Considering Crystals	--	17	krystalstruktur og afvigelsesernes betydning
Exploring Chemistry (lærerfilm)	--	35	"Nuffield metoden", indlæring af kemi
(Desuden henvises til listen: BRÆNDSTOFFER)			

BRÆNDSTOFFER - PETROKEMI

Det sorte guld	66.54d	15	kul
Slochteren on the Line	66.54s	25e	naturgas
Den flyvende kran	66.56f	18	olieboring
I fuld gang	66.56i	16	stigningsværket
Olie	66.56o	15	
Vor tids opdagelsesrejse	66.56v	32	eftersøgning af olie

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

fortsat:

Flydende gas	BP/EF329	33	flaskegassens egensk.
Raffinering, hvad er det?	DE/EF109	16	Kalundborg- raffi- naderiet
Den lange vej	BP	17	produktion af råolie
En arktisk olieboring	--	19	
Højt spil	--	28	oliesegn. på havbunden
Nordsøgas	--	17	
Oliens oprindelse	--	10	tegnofilm
Raffinering	--	18	do
Energi skal der til	--	17	
Professoren har ordet	DS	20	oliens historie, dukkef.
Boretårnet rejser sig	--	20	en vellykket boring, do
Oliens ABC	--	16	olieindustri
Udvinding af råolie I	--	21	oliesøgning
Udvinding af råolie II	--	19	olieboring
På jagt efter olie	--	11	moderne olieboring
Oliesøgning under havet	--	41	
Raffinering af råolie	--	9	
Destillation	--	15	populær fremstilling
Krakning og reformering	--	12	do
Et nyt raffinaderi	--	20	planlægn. og bygning
Load on Top	--	15d	olieforurening undgå
Plastic for millioner	--	30	opbyg. og egenskaber
Syntetiske vaskemidler	--	13	
Liquid Petrol. Gases	--	8	flaskegas
Asphaltic Bitumen	--	20	asfalt, fremst. og egensk.
This is Bitumen	--	17	do
Paint	--	25	fremst. af maling
Carapor	--	15	urethanskum
Benzinen af i dag	DE	27	benzinfremstilling
Blot på en menneskealder	--	24	olieindustr. udvikl.
Energi skal der til	--	15	tegnofilm
Olie til Danmark	--	12	olie fra Mellemøsten
Raffinaderi i arbejde	--	24	
Tankskibenes rene samvittighed	--	15	forholdsregler mod olieforurening

MASKINTEKNIK - ELEKTROTEKNIK - INDUSTRI

James Watt	53.3ja	10d	dampmaskinen mv.
Tandhjulets historie	62.01t	21	vægtstangsprinc. anv.
Smøringens grundprin- cipper	62.219s	5	
The Cornish Engine	62.22c	35e	dampmaskinen
Benzinmotoren	62.24b	11	
Wankelmotoren	62.24w	7	
Dieselmotoren	62.24d	5	
The World of Semi- conductors	62.37t	38d	halvledere
How the Telephone Works	62.384h	7e	
Klar til Europa	62.384k	12	nedlægn. af tlf-kabel
Forstevning	62.45f	16	oliefyrr, jetmotor
Radioaktivt nedfald	62.66r	27	
Glas	66.21ga	22	Holmegård
Glas- Holland	66.21gh	10i	masseproduktion
En verden å vinne	66.3e	24n	elektrokem. udvind. af metaller
De usynlige kræfter	EF137	18	anv. af trykluft
Luftens odysse	--258	25	luftens kraft i det moderne samfund
MA-460, Et lyntog bliver til	--243	29	
Det store rendez-vous	--297	25	autom. fabrik, VW
Tolerance nul	--182	14	moderne bilkonstr.
Dieselmotoren	--406	48	
57 milliarder kugler	--132	16	hævn. af "Al-Kuwait"
Plast i 50 år	--2012	20e	plastmater. udvikl.
Glassets tidsalder	--262	25e	anvendelsesområder
Isoler-hvorfor-hvordan	--2007	23	glasuld
Sten og sten imellem	--2004	21	stenuld
Trylleri på hjul	--317	30e	ny biltype konstr.
Operation sikkerhed	--256	23e	kravene til bilernes sikkerhed
Boogie- Woogie	--5	6i	fra åre til diesel
Rudolf Diesel og B&W	--6	5	
Navigare necesse est	--259	27d	B&W's skibsværft
Why Man Creates	--200	24e	en opfindelse gøres
Impulser	--2034	23d	kommunikat. historie
Den drivende kraft	BP	18	bilens udvikling
Fra damp til jet	DS	22	
Historien om dieselmot.	--	18	
Landevejens pionerer	--	18	Brighton-løbet
Terra Incognita	PH	30e	elektronmikroskopet
Metal Joining	--	20e	svejsemetoder
The Sterling Engine	--	18e	varmluftmotoren
Benzinmotoren	DS	9	
Dieselmotoren	--	5	
Gasturbinen	--	15	
Tandhjulets historie	--	22	fra det gamle Ægypten til vore dage
Hydraulisk kraft	--	14	
Controlled Heat	--	22e	termostater
Ziel Gigawatt	SI	20t	stadig større generatorer
Gebändigter Strom	--	21e	strøm til industri og privatforbrug

TRANSPORTMIDLER - SAMFERDSEL

The Hovercraft	62.7h	21e	
Rapport om den engel- ske Hovercraft	62.7r	12	luftpudefartøjets ud- vikling
Den drivende kraft	62.72d	18	bilens udvikling
Fjerne naboer	62.95fj	32	flyvemaskinen
Luftens erobring	62.95L	19	flyvningens historie
The Red Arrows	62.95r	12	kunsthflyvning
Ellehammer	62.959e	14	dansk flypioner
X-15	US279	30d	USA's raketmaskine
Salute to Flight I	CA383	30e	flyvningens historie
Salute to Flight II	--384	30e	fortsættelse af 383

Ma-460, Et lyntog bliver til	EF243	29	
Det store rendez-vous	--297	25	autom. bilfabrik (VW)
Tolerance nul	--182	14	krav til bilen (Fiat)
Trylleri på hjul	--317	30e	ny biltype konstr.
Operation sikkerhed	--256	23e	krav til bilsikkerhed
Farvel til dampen	--285	28	damplokomotivets tid
Navigare necesse est	--259	27d	B&W's skibsværft
50 år i luften	--269	20	militærtærflyvn. udvik- ling
Flyvemaskine på ferie	--1034	10e	eftersyn på fly
Jumbo-jet 747	--2045	26e	
Drej to gange 1	BP	24	luftredningstjeneste
Fjerne naboer	--	32	flyvningens betydning
Flyveplan ukendt	--	28	tekn. og sikkerheds- mæssige problemer
Fysik	--	25	flyvesikkerhed
Rapport om Hovercraften	--	13	
Hvordan flyver man?	DS	74	se næste 6 afsnit
1. Opdrift		19	
2. Modstand		18	
3. Trækraft		8	
4. Ligevegtsbetingelser		9	
5. Stabilitet		10	
6. Styregrejerne		10	
Luftens pionerer	DS	29	mest brit. flyvning
Powered Flight	--	54	aut. skildring af flyv- ningens udvikling
The History of the Helicopter	--	27	
Sådan virker bilen	--		se næste 4 afsnit
1. Motoren		17	
2. Karburatoren		20	
3. Affjedring		16	
4.del		24	bedre olier
De gode, gamle dage	--	7	bilens barndom
Landevejens pionerer	--	18	Brighton- løbet
Dengang der var biler til-	--	20	bilens udvikling
Uberall; wo Züge fahren	SI	21	jernbanesignaler
Flyv selv	DE	20	almenflyvn. i Danmark
Vore egne veje	--	28	de danske veje

Desuden henvises til listen: MASKINTEKNIK, samt (for specielle biltyper vedkommende) til EF's katalog.

TEKNOLOGI- INDUSTRI- FORURENING

se endvidere listen: MASKINTEKNIK m.v. samt KEMI			
Ved grænsen for vor viden	19.5v	35	de nyeste resultater og met. i videnskaben
Den røde rover	67.15d	16	rustbekæmpelse
1600"- En film om dansk stål	67.2se	32	
Det elektroniske data- behandlingsanlæg	68.18d	23	
Støj	69.87s	11	
Filmprojektorens kon- struktion	75.85f	11	kun til seminarier og lærerkredse
BBC-TV. The First 25 Years	37.83b	30e	25 års udvikling
Radioens barndom	37.83r	24	dansk radios udvikl.
Menneskets natur	50.1m	15	menneskets hensynslø- se forurening
Skyldig- ikke skyldig	50.1sk	27	landbrugets foruren.
En verden å vinne	66.3e	24n	elektrokem. udvinding af metaller
Guld	66.3gu	10	udvinding
Ferrum	66.33f	15i	prod. og forædl. af
Margarine, et moderne produkt	66.87m	14	jernmalm
Hvordan filmen blev til	US371	20	bl.a. Edisons forsøg
Portræt af en opfinder	--326	15	radio, tv m.m. (Forest)
The Real Story of Radar	CA603	28e	dokument. skildring
Udviklingens skyggesider	BP	27	forurening
Gensyn med Danmark	EF237	20	industr. udv. i Danm.
Idé bliver til vir- kelighed	--101	15	en mindre virksomhed opbygges
Samme	60.26i		
Danfoss, døgnnet rundt	EF401	40	
Industrilandet Danmark i en verdenshusholdn.	--2009		dansk industri ude i verden
Where is the Tiger?	EF234	20d	tørellementer
Masser af affald	--1009	15e	affaldsprobl. i Eur.
Stop en hal'	--11	9i	parodisk skildring af forureningsproblemet
Rent hav forude	--2026	25	bekæmpelse af olie- forurening
Wasa- et krigsskib	DE		
EF292 21sv			bjærgning af Wasa
Stilhedens mure	--293	20	støjens skadelige virkninger
Perspektiv år 2000	--2040	20e	hunger?
Raketens historie	--326	30	autent. skildring
Skibet, der kom ind fra kulden	--184	18	Karl Krøyer hæver skibe
Know-How	--3060	30d	danske cementfabr.
Metal Joining	PH	30e	svejsemetoder
Load on Top	DS	15d	olieforurening undgå
Levende vand	--	21	foruren. af vandløb
Tankskibenes rene sam- vittighed	DE	15	forholdsregler mod olieforurening

Sv. Fristed

SOME DRAMATIC DEMONSTRATIONS IN PSYISCS WITH SOME ENCHANTING QUESTIONS FOR ENQUIRING MINDS.

v. Professor Julius Sumner Miller, Californien, U. S. A.

Professor Julius Sumner Miller, Californien, USA, holdt den 21. marts 1972 i Danmarks Lærerhøjskoles Fællesauditorium et foredrag med demonstrationer under ovenstående titel.

Professor Miller har udført lignende demonstrationer verden over, dels for auditorier, dels i TV-udsendelser. Han betegnede selv denne som nr. 743 i rækken og benyttede lejligheden til et lille causeri over printal (743 er et printal). Forsamlingen opfordredes til at undersøge hjemme, om og hvorfor tallet $N^{2P} + 1$ er et printal.

Den "røde tråd" i demonstrationen var at illustrere fysiske fænomener ved hjælp af simple instrumenter, som er forholdsvis let tilgængelige for de fleste og forud danne sig en mening (eller flere!) om det formodede ("naturlige", "selvfølgelige") udfald af forsøget.

Da forsøgsrækken var valgt netop med henblik på denne anvendelse (undervisningsform), nævnes forsøgene her i den rækkefølge, de blev vist. Referatet kan kun blive en skematisk oversigt over selve forsøgsrækken, hvorefter flere forsøg vil være velkendte for foreningens medlemmer. Selve oplevelsen lå dels i den inciterende, humørfyldte og helt personlige måde, forsøgene blev udført på, dels i de ledsagende kommentarer, der direkte henvendte sig til publikum. Tilhørerne blev ved hvert forsøg aføsket deres mening om forsøgets udfald. Gang på gang viste det sig at være forkerte meninger, fremsat i god tro.

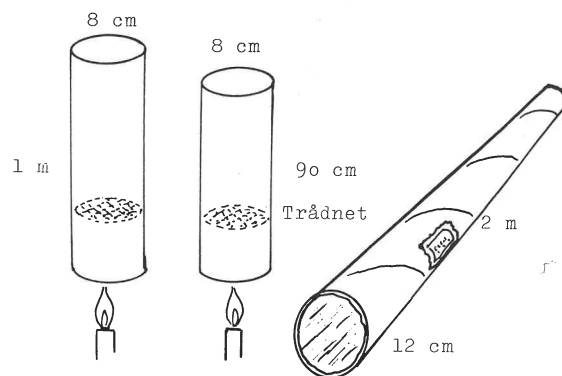
I de fleste tilfælde fulgte ingen forklaring på forsøgsresultaterne, men derimod en kraftig opfordring til at gå hjem og finde ud af det.

Det skal bemærkes, at sprogvanskelighederne takket være professor Millers klare sprog og bevidst afgrænsede ordvalg var minimale. En enkelt teknisk glose blev oversat af afd. leder Poul Thomsen, og en enkelt formel på tavlen i ny og næ antydede, at problemet måtte behandles matematisk for at give fuld forståelse af det.

Forsøgsrækken:

1) "ORGELTONER" MED FORSINKELSE

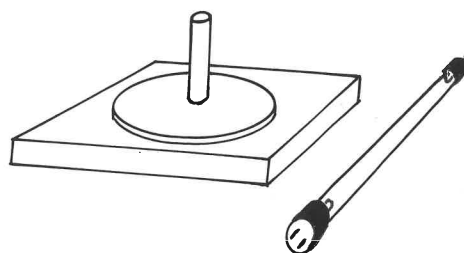
I to messingrør hhv. ca. 100 cm og 90 cm lange med ca. 8 cm Ø er der anbragt et messingnet et stykke fra den ene ende. Nettets tilstedeværelse konstateres af tilhørerne ved selvsyn.



- a) Det ene rør sænkes nogle øjeblikke i lodret stilling ned over en tændt bunsenlampe. Røret flyttes - stadig lodret - bort fra flammen. Lidt efter lyder der en orgeltone, afstemt efter rørets længde. Tonen forstummer, når røret drejes i vandret stilling, men lyder atter, når det igen holdes lodret.
- b) Samme forsøg udføres med det lidt kortere rør, og praktisk talt samme tone høres.
- c) Begge rør holdes samtidig over hver sin bunsenbrænder ("for at fyldes med blid dansk musik"). Når begge rør samtidig flyttes, høres en kraftig stødtone som interferens mellem de to rørtone.
- d) Et ca. 2 m langt og ca. 12 cm Ø paprør sænkes lodret ned over flammen. Der er intet net i røret. Endnu medens det holdes over flammen, lyder der en dyb orgeltone.

2)

KÆMPE-ELEKTROFOR



En plasticplade ca. 50 cm x 50 cm x 5 cm ligger på bordet. På pladen ligger en cirkelrund metalskive (skjoldet) med et isolerende løftehåndtag.

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Skjoldet fjernes, og pladen bearbejdes med et skind (hold i et hjørne af skindet, og dask med kraftige slag). Skjoldet sættes igen på pladen og afledes ved berøring med en finger. Gnisten høres tydeligt.

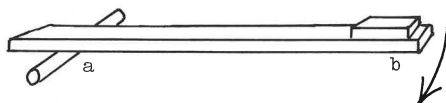
a) Skjoldet løftes. Der trækkes gnist fra det. Det sættes på plads og afledes.

b) Forsøg (a) gentages nogle gange. (Bemærkning: "This may last for ever!")

c) Der mørklægges. Skjoldet afledes og løftes. Et almindeligt lysstofrør nærmes med den ene ende til kanten af skjoldet. Under udladningen lyser røret. Forsøget gentages atter og atter.

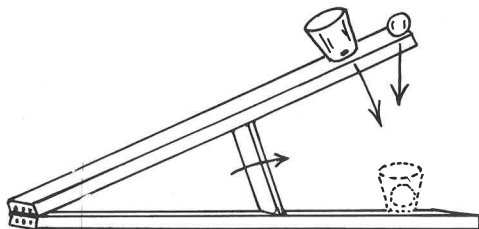
d) Ved demonstrationens slutning kunne der endnu trækkes gnister fra skjoldet.

3) FALDET



a) Et bræt (ca. 1 m langt) holdes vandret og tabes på gulvet. Årsag: Den lokale tyngdeacceleration (g).

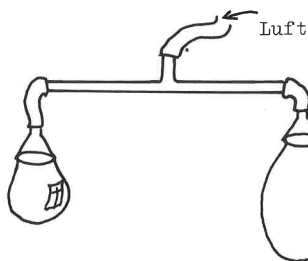
b) En trækloids - oprindelig savet af brættet - lægges løst (ved b) på den ene ende af brættet. Brættet understøttes i den modsatte ende (a), men slippes ved b. b beskriver en bue og slipper trækloidsen, der falder lodret ned (Spørgsmål: "Er tyngdeaccelerationen (g) større for brættet end for klodsen?")



c) Forsøgsopstillingen fremgår af figuren. Bægeret er limet eller skruet fast på brættet. Kuglen ligger løst i en lille fordybning.

Forsøg: Når skråstiveren slås bort, og det skrå bræt med bægeret og kuglen falder, opfanges kuglen af bægeret (sml. Tipsside nr. 3,65).

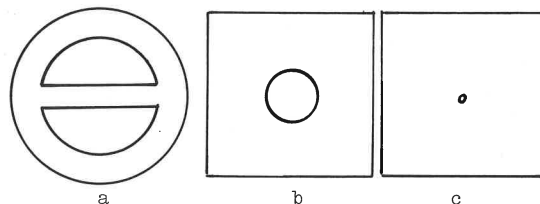
4) SÆBEBOBLERS OVERFLADESPÆNDING



Efter en omtale af og opfordring til at læse C. V. Boy's bog om sæbebobler udførtes følgende forsøg, dog ikke uden en grundig forudgående diskussion om, hvad man umiddelbart hhv. logisk måtte forvente som forsøgsresultat (se Fysiktips nr 12-13-14, 66 bl.a. med opskrift på egnet sæbevand).

Det var karakteristisk for hele forsøgsrækken, at forsøget gentoges, denne gang med den største boble i den modsatte side af opstillingen. I begge tilfælde dyppedes først den ene tragt (til den store boble) og derefter den anden. Der pustedes hele tiden. Når boblerne havde nået en passende størrelse klemtes tilførselsrøret sammen, så boblerne var indbyrdes forbundne.

5) UDVIDELSE VED OPVARMNING



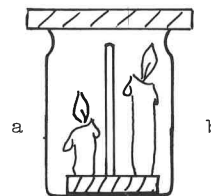
a) Spørgsmål: Vil metalskiven (a), under opvarmning i en lukket ovn 1) beholde sin form? 2) Øge diameteren i ØV-retningen? 3) Øge diameteren i NS-retningen?

b) Vil hullets diameter i pladen (b) 1) forblive uændret? 2) øges 3) mindskes ved opvarmning?

c) Vil det nålefine hul i pladen (c) 1) forblive uændret? 2) øges 3) mindskes ved opvarmning?

Kommentar: Gæt - og efterprøv!

6) NÅR LYSET SLUKKES



I et sylteglas står to stearinlys (a og b) af forskellig højde. Lysene tændes, og glasset lukkes med et tykt trælåg. Hvad vil der ske?

Forslag fra auditoriet: 1) a slukkes først. 2) b vil slukkes først. 3) begge lys slukkes praktisk talt samtidig. 4) Låget vil bryde i brand ("He is a troublemaker. Bring him out to a tree in the garden!")

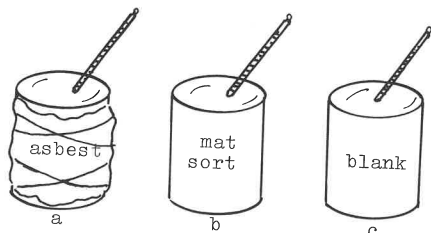
Forsøget udføres på stedet ("Because I am your friend!") - det lange lys slukkes først.

7) ET FORSØG TIL EFTERTANKE

En almindelig underkop stilles på højkant og snurres hurtigt rundt om en lodret akse. Den foretager

de velkendte volter ledsaget af en "klevrende" støj og lægger sig til hvile på bordet.
 Kommentar: Analysen af dette forsøg vil give stof til adskillige timer.

8) VARMELEDNING OG VARMESTRÅLING

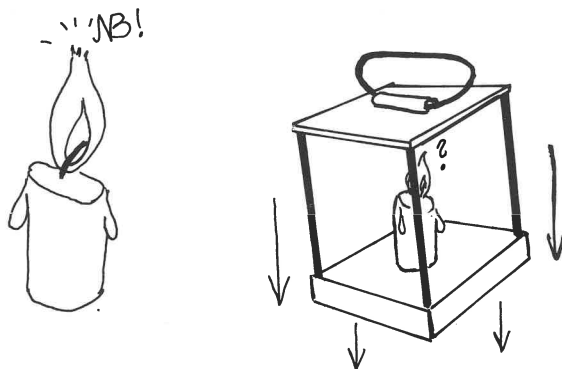


Tre ens blikdåser (a, b og c) fyldes med lige store mængder vand af samme temperatur og dækkes med ens låg, hvert gennemstukket med et termometer. a er blank, b er malet matsort, c er omsvøbt med asbest, der er surret tæt om dåsen med sejlgarn.

Spørgsmål: I hvilken af de tre dåser afkøles vandet hurtigst?

Svar: 1) den blanke (forkert), 2) den sorte (forkert), 3) "asbest-dåsen" (rigtigt).

9) PRYTZ' LYGTEFORSØG



Efter en omtale af Michael Faradays afhandling om "et lys' kemi" gjorde prof. Miller opmærksom på, at et nøje studium af den øverste del af en lysflamme vil vise, at flammen ender i et større antal ganske små flammetunger.

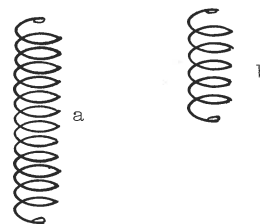
Forklaring: Flammen ioniserer luften, og der finder en gensidig frastødning sted mellem de positive ioner i flammens spids.

Prytz' lygteforsøg (der ikke udførtes) går ud på at undersøge, hvad der sker med en lysflamme i en lukket lygte, der falder frit.

Af de forskellige forslag, som blev afæsket auditoriet, var også det rigtige: Lyset går ud, når lygten falder frit.

10) FJEDRES ELASTICITETSKOEFFICIENT

Af en lang ensartet fjeder er klippet to stykker a og b. Stykket a er 50 cm langt, og b er 25 cm.

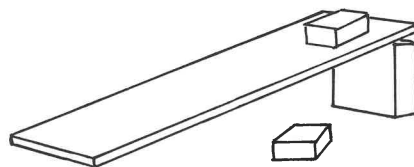


Spørgsmål: Hvordan forholder de to fjedres elasticitetskoefficienter k_a og k_b sig til hinanden?
 Forslag fra tilhørerne:

- 1) $k_b = k_a$
- 2) $k_b = \frac{1}{2} k_a$
- 3) $k_b = 2 k_a$ (rigtigt)
- 4) $k_b = 4 k_a$

(En fjeders elasticitetskoefficient kan defineres som den trækspænding, der skal til for at fordoble fjederens længde. Trækspænding har dimensionen kraft divideret med areal).

11) GLIDNING NED AD ET SKRÅPLAN



Det benyttede skråplan kan indstilles til forskellig hældning. En træklods lægges øverst på skråplanet. Hældningen varieres, og man mærker sig, ved hvilken hældning klodsen glider ned.

En træklods magen til lægges oven på den første. Berøringsfladerne er beklædt med sandpapir, så de to klodser vil bevæge sig som en helhed.

Spørgsmål: Ved hvilken hældning vil dobbeltklodsen

glide ned ad skråplanet? Vil det ske ved:

- 1) samme hældning (hvorfor?)
- 2) større hældning (hvorfor?)
- 3) mindre hældning (hvorfor?)

Løsning blev ikke givet. Hr. Miller nægtede at udføre forsøget.

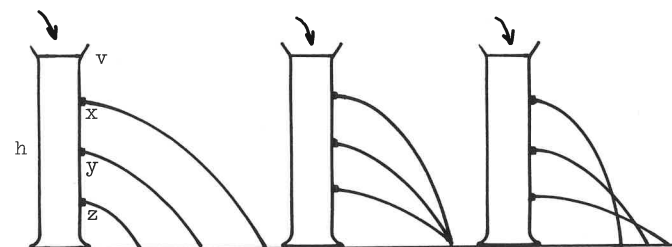
12) SIDETRYK, UDSTRØMNINGSHASTIGHED, HVOR LANGT NÅR VANDSTRÅLERNE FRA ET KENDT APPARAT UD PÅ BORDET ?

Det velkendte forsøg udførtes ikke, men diskuteres i forbindelse med skitser på tavlen.

Givet: Et højt glas med tre udløb x, y og z. Væskehøjden h holdes konstant ved efterfyldning fra en vandhane. Afstandene v_x , v_y og v_z er hhv. $\frac{1}{4}h$, $\frac{1}{2}h$ og $\frac{3}{4}h$.

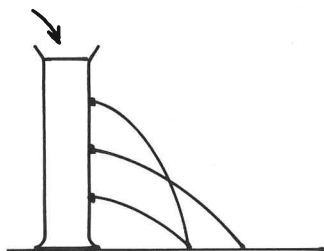
a) Spørgsmål: Forholder udstrømningshastighederne sig som vandhøjderne, altså som 1:2:3 ?

Svar: Nej.

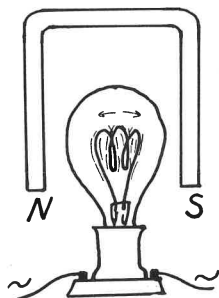


b) Hvilken af de tre figurer er (principielt) den rigtige?

Svar: Ingen af dem, men denne:

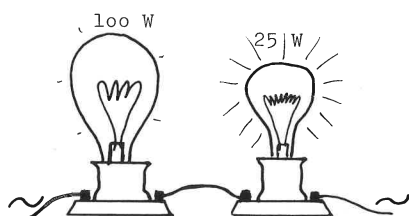


13) JÆVNSTRØM ELLER VEKSELSTRØM I GLØDELAMPEN ?



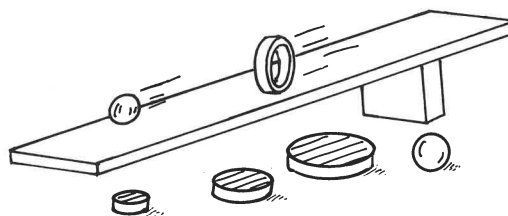
Foredragsholderen nikkede anerkendende til de tilhørere, der spilede fingrene ud og foretog viftende bevægelser med hænderne. Selv tog han en kraftig hestekomagnet og holdt den, så den omsluttede pæren med en pol på hver side. Glødetråden dirrede synligt med netfrekvensen. Der anvendtes, som figuren viser, en klar 220 volt-pære med spoleformet glødetråd.

14) "STOR" OG "LILLE" PÆRE I SERIE



En 100 watt-pære og en 25 watt-pære forbindes i serie og sættes til en 220 volt stikkontakt. 25 watt-pæren lyser klart op, mens lyset fra 100 watt-pæren kun anes. Hvorfor?

15) RULLENDE LEGEMER PÅ ET SKRÅPLAN



Det benyttede skråplan havde fast hældning.

- En metalring (af form som et kort rør) ruller ned ad skråplanet.
- En metalring ruller omkøbt med en metalring.
- En metalring ruller omkøbt med en metalring.
- En metalring ruller omkøbt med en metalring.
- En metalring ruller omkøbt med en metalring.

Forsøget viste: I alle tilfælde ruller ringen langsommere end konkurrenten.

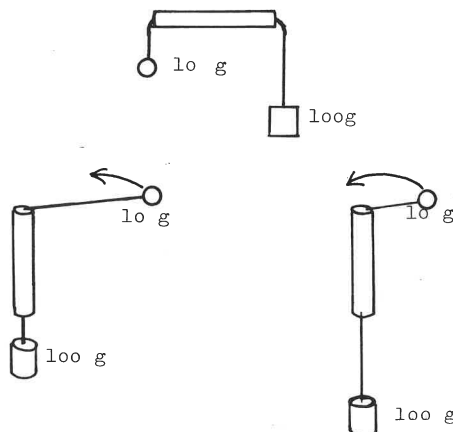
Konklusion (- eller rettere: kommentar, givet som en konkret oplysning -):

- Alle ringe ruller på samme måde
- Alle skiver ruller på samme måde
- Alle kugler ruller på samme måde

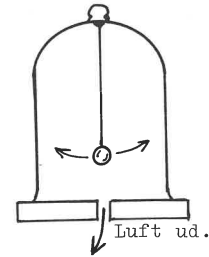
Årsagen er, at legemernes inertimoment spiller ind under rulningen ned ad skråplanet. Sammenligningskonstanterne for ring og skive bliver f.eks. $1:\sqrt{5}$.

16) DAVIDS SLYNGE

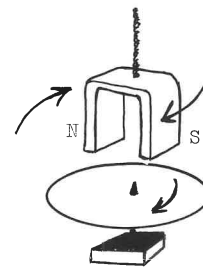
Gennem et glasrør med afrundede kanter er ført en snor med et 10 g-lod i den ene ende og et 100 g-lod i den anden ende.



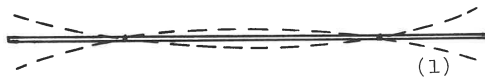
- a) Glasrøret holdes vandret. loo g-loddet synker så langt, som snoren tillader.
- b) Glasrøret holdes lodret, og lo g-loddet sættes i cirkelbevægelse. Der opstår en ligevægtssituation, hvor centrifugalkraften modsvarer loo g-lodets træk nedad i snoren.
- c) loo g-loddet trækkes nedad, indtil lo g-loddet svinger rundt i en cirkel med den halve radius af før og med større hastighed.
- Spørgsmål: Hvor stor er lo g-loddets kinetiske energi (E_{kin}) i forsøg c sammenlignet med loddets E_{kin} i forsøg b ?
- 20) Det rigtige svar (blandt flere) er: $E_{kin_c} = 4E_{kin_b}$



ALLE METALLER ER PÅVIRKELEGE AF MAGNETISME



17) TRANSVERSALSVINGNINGER



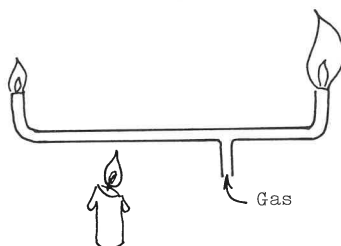
En smækker metalstang holdes lodret, idet den fattes med to fingre et stykke (1) fra den øverste ende. Med et "håndkantslag" på midten af stangen bringes den i transversalsvingninger som antydtes på figuren.

Spørgsmål til auditoriet: Hvilken brøkdel af stangens længde udgør (1) ?

Auditoriets svar: $\frac{1}{4}$ (= 0,25)

Rigtigt svar: 0,224

18) LUFTARTERS VISCOSITET AFHÆNGER AF TEMPERATUREN



Der ledes bygas ind i et rør af form som vist på figuren. Gassen brænder med hhv. lille og stor flamme. For at "hjælpe den lille flamme" varmer man den lange del af røret med en bunsenlampe. Resultat: Den lille flamme bliver endnu mindre.

Konklusion: Gassens viscositet øges med stigende temperatur. (Det samme gælder for alle luftarter).

19) LUFTARTERS VISCOSITET ER UAFHÆNGIG AF TRYKKET

Inde i en luftpumpeklokke er ophængt et pendul (en kugle i snor). Pendulet sættes i svingninger, og svingningstiden (T) måles.

Der suges luft ud af klokken - lidt og lidt ad gangen. T måles med mellemrum.

Resultat: T ændres ikke. Luftens viscositet har været konstant under varierende tryk.

En aluminiumskive hviler frit drejelig på en nål. En kraftig magnet kan ikke løfte den (det var heller ikke ventet).

Men når magneten, ophængt i en kraftigt snoet dobbeltsnor roterer over aluminiumskiven, påvirkes skiven til rotation.

Kommentar: I dag kender alle dette fænomen - allerede Faraday kendte det og gav forklaringen.

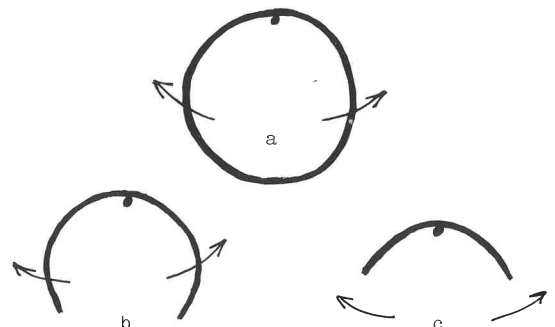
21) FLYDENDE KVÆLSTOF

Dette forsøg betegnedes som udelukkende "underholdning".

En oppustet ballon lægges i flydende kvælstof, den skrumper ind, men lever op igen, når den tages op.

22) FYSISK PENDUL

a) Et "tøndebånd" (uden synlig samling) hænges på et søm og sættes i pendulsvingninger. Svingningstiden (T_1) noteres.



FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

b) En del af tøndebåndet saves af, og resten, der nu har form af en hestesko, hænges på sømmet.

Svingningstiden (T_2) noteres.

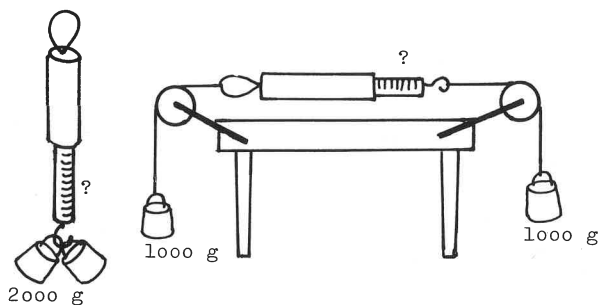
c) Det afsavede stykke hænges på sømmet. Svingningstiden (T_3) noteres.

Resultat: $T_1 = T_2 = T_3$.

23) EN FJEDERVÆGT BELASTES

a) Der hænges ét kg-lod på kroge. Vægten aflæses.

b) Det næste kg-lod hænges på. Vægten aflæses.

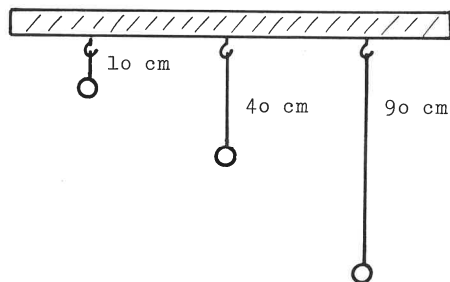


c) Vægten anbringes liggende mellem to faste trisser og belastes atter med 2 stk 1 kg-lodder som vist på figuren. Vægten aflæses.

24) PENDULERS SVINGNINGSTIDER

Formlen for et matematisk penduls svingningstid:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$



hvor l er længden af pendulet, og g er tyngdeaccelerationen.

I en solid bjælke ophænges 3 matematiske penduler a, b og c. Deres længder er hhv. 10 cm, 40 cm og 90 cm.

T_a , T_b og T_c måles. De forholder sig som 13:26:39. Heraf fås:

$$\begin{array}{lcl} \text{Svingningstider} & 1 : 2 : 3 \\ \text{Pendullængder} & 1^2 : 2^2 : 3^2 \end{array}$$

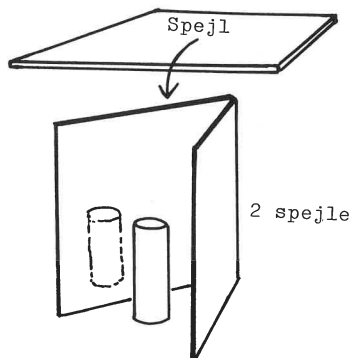
Kommentar: Det vil altså være rimeligt at vente et kvadratrodstegn i formelen for T .

25) SPEJLBILLEDER

Et vinkelspejl vil vise ét, to eller flere spejlbilleder af en genstand, der er anbragt i vinkelrummet mellem de spejlende flader.

Antallet (N) af spejlbilleder afhænger af vinkelen (v) mellem spejlene.

Der gælder formelen: $N = \frac{360^\circ}{v} \div 1$



Det er altså let at finde frem til en opstilling med to lodrette spejle, hvorved der ses f.eks. 4 spejlbilleder.

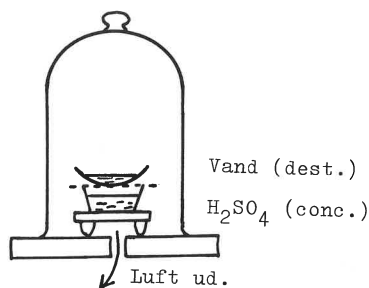
Spørgsmål: Hvor mange spejlbilleder vil der derefter kunne ses, hvis man lægger et tredje spejl vandret, så det danner et loft over vinkelrummet mellem de to lodrette spejle?

26) VANDS TRIPPLEPUNKT

Når trykket på en vandoverflade formindskes, medfører det:

- kogepunktet sænkes
- frysepunktet hæves
- når det rette (kritiske) tryk og den rette (kritiske) temperatur er tilstede, falder frysepunkt og kogepunkt sammen.

Forsøg: Under en sugepumpeklokke stilles en skål med conc. svovlsyre. Skålen dækkes med et bølget låg, der tillader luften at passere uhindret. oven på låget stilles et urglas (ca. 10 cm Ø) med destilleret vand.



Luften suges ud af klokken, vand fordamper, svovlsyren sørger for, at luften i klokken er tør.

På et vist tidspunkt koger vandet livligt, og et øjeblik efter er det omdannet til is.

Pumpeklokken fjernes, og isen deles ud til de nærmestsiddende til kontrol.

27) EFTER DEMONSTRATIONEN

Da prof. Miller havde afsluttet sin demonstration, stod der endnu ubenyttet apparatur tilbage på demonstrationsbordet. Der er åbenbart mulighed for flere "spørgsmål" og eventuelle fejlslutninger.

NOGLE OPSTILLINGER TIL MÅLING AF RADIOAKTIVITET

v. overlærer J.-H. Raabye

For nogle måneder siden fik jeg lyst til at lave et apparat til måling af radioaktivitet. Efter råd fra amanuensis ved H.C.Ørstedinstituttet civ.ing. Erik T.Sørensen byggede jeg da ud fra en Josty AF 20 - (en 3W LF-forstærker) - og et silicium solelement en tæller. (Fig. 1).

Solcellen tages ud af holderen og gøres lysufølsom med et tyndt lag sort papir eller lak. Tværstrømmen i potentiometret skal være ca. 10 mA, og siliciumelementet skal være forspændt i spærreretningen. (Hr. Raabye oplyser, at f.eks. fa. Skrivrit fører siliciumceller, der egner sig til formålet). Hver gang siliciumcellen nu rammes af en alfa- (hvis dækket er tyndt nok), beta- eller gammapartikel, vil siliciumcellen lede i sin spærreretning, og et knæk høres i højttaleren. (Advarsel: Opstillingen virkede, indtil jeg tog for hårdt på siliciumcellen).

Med et Geiger-Müller-rør 18503 byggede jeg senere en meget enkel tæller, forsynet fra nettets alm. 220 V AC. (Fig. 2).

Alle fire kondensatorer er sikkerhedskondensatorer 5 nF/250V AC test 5000V DC, to dioder BY 127, 1 stk. modstand 10 Mohm og 1 stk. 22 kohm trimmepotentiometer, samt en extern LF-forstærker (f.eks. Josty AF 20).

Opstillingen er en spændingsdobler, således at man opnår 440 V over GM-røret, begrænsemodstanden og potentiometret. For at undgå netbrug bør ledningsføringen være kortest mulig, og nettilslutningen til en eventuel nettilsluttet strømforsyning til LF-forstærkeren skal være vendt rigtigt.

Ønskes GM-røret ikke anbragt på samme plade som spændingsdobleren, kan det forbindes med denne med to stykker 70 ohms coaxialkabel (antennekabel). (Fig. 3).

Endnu bedre vil det være, hvis man kan skaffe en stump kabel med dobbelt skærm (måske kan stereo-kabel bruges). (Fig. 4).

Disse opstillinger kan gøres totalt brumfri, og tælling kan ske enten akustisk over en LF-forstærker eller digitalt (derfor trimmepotentiometret i stedet for en fast modstand).

Selv om de røde sikkerhedskondensatorer burde være livsforsikring nok, kan man gå et skridt videre og gøre opstillingen batteridreven. (Fig. 5).

Denne opstilling er baseret på en DC til DC converter. NB! Spolerne skal vikles på ferrit; det nytter ikke at vikle dem på jern, da tabene så er for store.

$R_1 = 20 \text{ kohm}$, $R_2 = 1 \text{ kohm}$, $R_3 = 10 \text{ Mohm}$, $R_4 = 5 \text{ kohm}$ trimmepotentiometer, $C_1 = 7 \text{ nF}/1600 \text{ V DC}$, $D_1 = \text{BY-}$

127, $T_1 = T_2 = 2\text{N}1119$ eller en anden npn-transistor med $U_{CE \text{ max}}$ større end $4 \times U_{\text{batt.}}$, batteri = Hellesen type 722 eller andet 4,5V transistor-batteri.

Spolerne vikles på en potkerne. Tror man på egen fingernemhed og tør vikle n_3 med 0,05 mm Ø tråd, kan man bruge en potkerne som Siemens B 65561 N--22 A eller en Siemens 58T3 R31 1100 N 22 AL 400. Jeg foretrak en lidt større (og billigere) nemlig Siemens 16711 N 22 AL 1250.

$n_1 = 170$ vindinger CuL 0,1 mm Ø lægges inderst, $n_2 = 68$ vindinger CuL 0,1 mm Ø lægges uden på n_1 . $n_3 = 3300$ vindinger CuL 0,1 mm Ø lægges yderst.

Isoler så godt, som der er plads til, da den ferrit, potkernen er lavet af, leder forbavsende godt. Prikken angiver den inderste ende af spolen.

Med denne opstilling kan man tage signalet direkte ud på en højohms-højttaler eller -telefon over R_4 . Det vil nok være god økonomi at forsyne indbygningskassen med et udgangsstik, således at det er muligt at tilslutte en LF-forstærker eller en digitaltæller.

Spændingen til GM-røret varieres på R_2 , der bestemmer oscillatorens frekvens og dermed spændingsfaldet over C_1 . (For $R_2 = 0 \text{ ohm}$ fås $U_{C1} = \text{ca. } 500 \text{ V}$; for $R_2 = 1 \text{ kohm}$ fås $U_{C1} = \text{ca. } 750 \text{ V}$).

Det er en fordel med den store værdi af R_2 , selv om spændingsfaldet over C_1 bliver stort, da oscillatorens frekvens derved lægges så højt i det hørlige område, at den ikke generer, samtidig med at riplerspændingen også mindskes. Tonen, der også kan høres på potkernen, kan mindskes yderligere ved lakering af de flader i kernen, der støder op til hinanden, med neglelak.

En yderligere fordel ved høj oscillatorfrekvens er et mindre strømforbrug. Min opstillings forbrug ved laveste frekvens er ca. 30 mA og ved den højeste ca. 7 mA.

GM-rør, der kun tæller gamma-kvanter, er både langt billigere og mere robuste end GM-rør, der også tager alfa og beta med p.g.a. det tynde og skrøbelige glimmervindue.

Har man valgt et GM-rør, der kun tæller gamma-kvanter, (f.eks. 18503) er det ikke absolut påkrævet at bruge Risø-kilderne. De begrænsede muligheder, man har, dækkes rigeligt med uranyl-nitrat - ja, man kan endog spore en kendelig forøgelse af baggrundsstrålingen i kaliumforbindelser.

J.-H. Raabye.

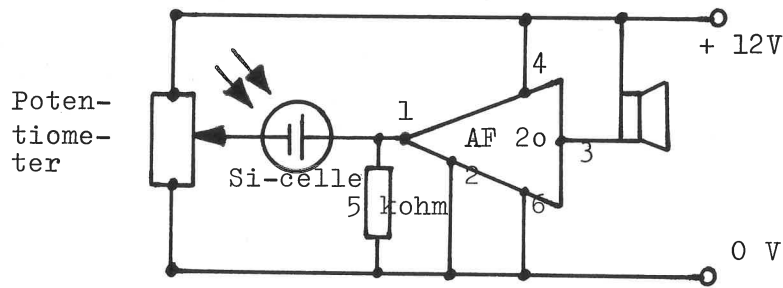


Fig. 1

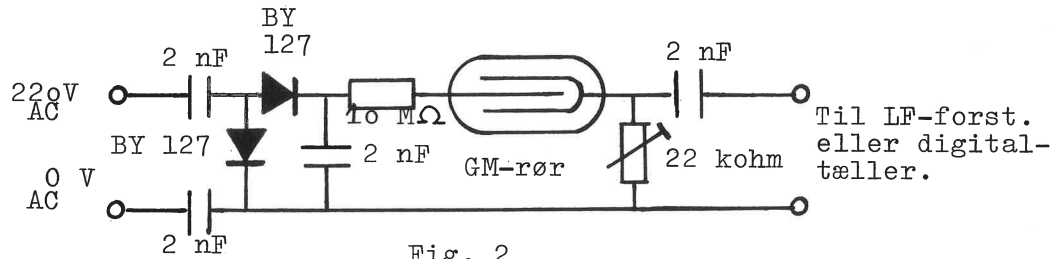


Fig. 2

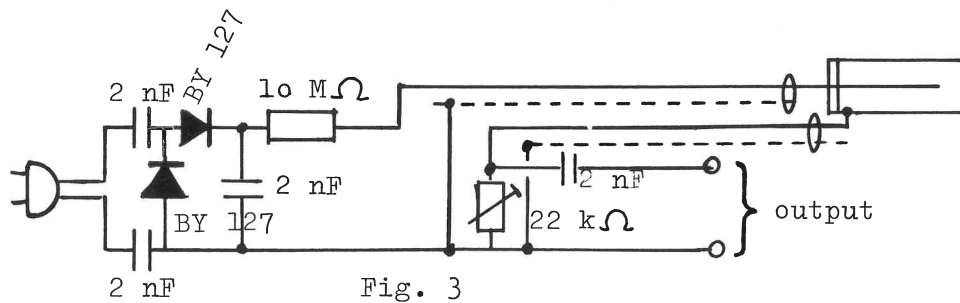


Fig. 3

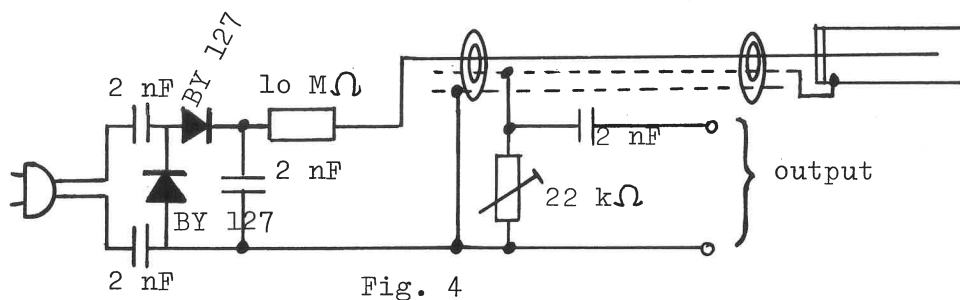


Fig. 4

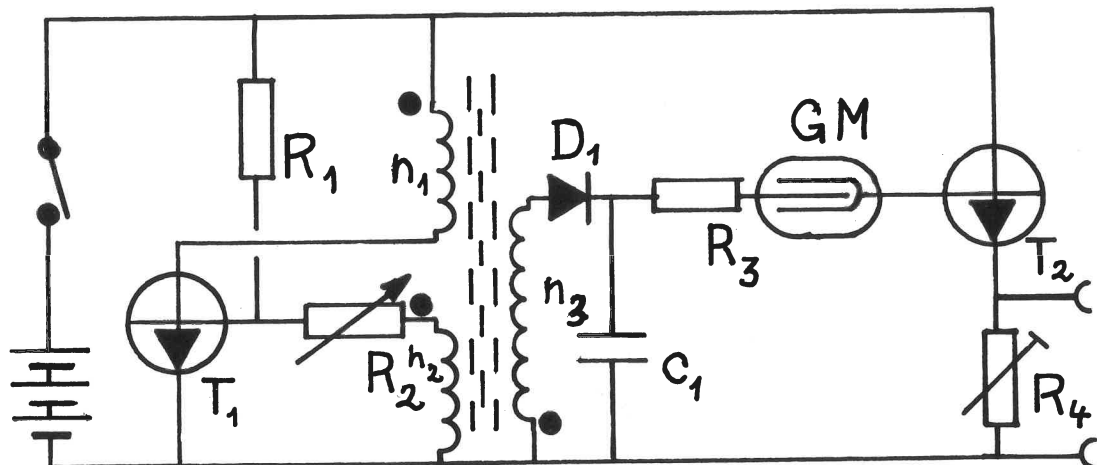
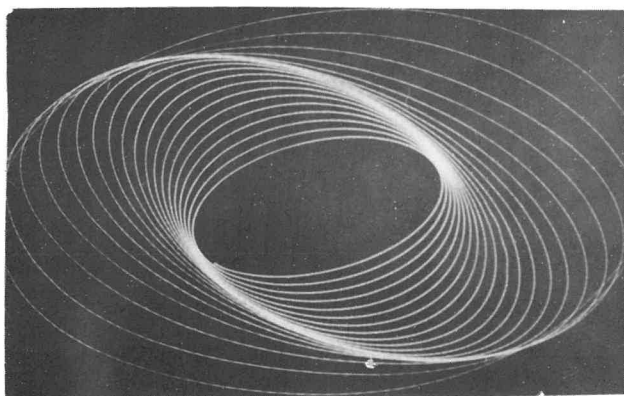


Fig. 5

VEKSELSTRØM samt LINSEFORMLEN - PÅ EN ANDEN MÅDE v. skolebestyrer G. Spelling Østergaard

Fra skolebestyrer G. Spelling Østergaard, Aarhus har "FYSIKTIPS" modtaget beskrivelse af nedenstående forsøg over emnerne VEKSELSTRØM og LINSEFORMLEN.

VEKSELSTRØM



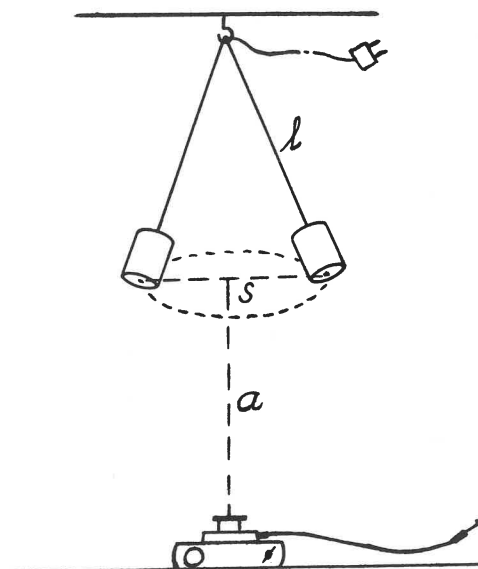
Nvis man vil overbevise sine elever om, at en pære, der forsynes med vekselstrøm, virkelig er slukket 100 gange i sekundet, er det muligt at fremstille et både smukt og illustrerende anskuelsesmateriale. Det eneste, der kræves, er et nogenlunde ordentligt fotografiapparat (senere hen et forstørrelsesapparat eller adgang hertil), et mørkelagt lokale, lidt fingernemhed og tid til at prøve sig frem!

Til forsøgene fremstilles en lysgiver, bestående af en blikdåse, i hvilken der er anbragt en svag pære i en fatning, der er skruet fast foroven i dåsen, så lampen kan hænges op i ledningen (helst en blød ledning - shaverledning). Fornden i dåsen bores et hul med diameter 1 mm (evt. lidt mindre).

Som figuren viser, hænges dåsen op i loftet, og nedenunder lægges et fotografiapparat med lukkeren stillet på "B". Lampen sættes i cirkulære svingninger, og apparatet åbnes. Når lampen har foretaget

10 - 20 svingninger, lukkes apparatet, og man gør klar til næste forsøg. De gange, jeg selv har lavet forsøgene, har jeg brugt en hel film (36 billeder), idet jeg har varieret antal svingninger, blænderåbning o.s.v.

Når filmen er fremkaldt, laver man forstørrelser af de bedst egnede optagelser, helst på hårdt papir i så stor størrelse som muligt. Har man været heldig, får man nogle særdeles elegante svingningsfigurer. Den streg, lampen har tegnet, er punkteret - lampen har altså været slukket med små mellemrum!



Kamera med brændv. = f .
Negativmål = n (cm).

Har man adgang til en udglattet jævnstrøm eller f.eks. monterer en lommelampepære i dåsen og forbinder den med et element, får man en optrukken streg uden mellemrum.

Skal man opnå gode resultater, er det dog nødvendigt at foretage et par beregninger: Lampen må naturligvis ikke svinge uden for apparatets synsfelt, og man behøver ikke at være nogen større matematiker for at finde, at den maksimale svingningsdiameter s er bestemt ved formlen

$$s = n \cdot \frac{a}{f} \quad (\text{se fig.})$$

Skal filmen kunne tjene som anskuelsesmiddel for vekselstrøm, gælder det om at få så stor afstand mellem prikkerne som muligt.

Formlen

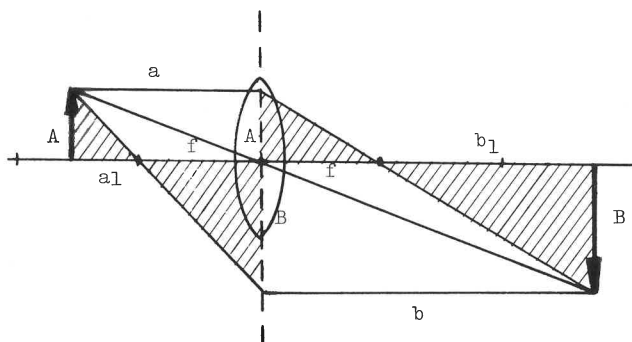
$$p = \frac{n}{2\sqrt{l \cdot 10}}$$

hvor p = afstanden mellem prikkerne, n = mindstemålet for negativet (i cm), og l = lampens pendullængde, giver med god tilnærmelse værdier for p . Formlen bekræfter, hvad man også umiddelbart ville vente: at et optimalt kompromis mellem en kort pendullængde, en kort brændvidde (Weitwinkel?) og højt til loftet - i forbindelse med forstørrelsen i forstørrelsesapparatet - må give det bedste resultat.

Forstørrelserne kan uden videre anvendes som illustrerende materiale under gennemgangen af vekselstrøm; men har man tid og en interesseret klasse, kan man få megen fornøjelse af at udføre svingningsforsøgene i en time. Hvis man med stopur måler tiden for f.eks. 10 svingninger, kan tiden for en enkelt svingning findes ved division med 10, og sætter man senere eleverne til at tælle prikker på den tilsvarende forstørrelse af en enkelt svingning, kan man hurtigt finde antal prikker pr. sek., hvorefter en division med 2 giver frekvensen. Med en teknikerklasse har jeg fundet frekvensen til 48,5 - og det var vi ærlig talt temmelig stolte af allesammen!



LINSEFORMLEN - PÅ EN ANDEN MÅDE



Figurtekst:

Med figurens betegnels anvendt på de skraverede trekant fås umiddelbart:

$$\frac{a_1}{f} = \frac{A}{B} = \frac{f}{b_1} \quad \text{og heraf}$$

$$a_1 \cdot b_1 = f^2$$

Den velbekendte linseformel $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ har alle dage forekommet mig at være en sær uhåndterlig størrelse, der ikke siger noget umiddelbart, og som i al fald næppe kan bruges til noget frugtbart i realafdelingen.

Imidlertid kan formlen få et meget simplere udseende, hvis man indfører hjælpestørrelserne

$$a_1 = (a \div f) \quad \text{og} \quad b_1 = (b \div f),$$

altså afstandene fra hhv. genstand og billede til de respektive brændpunkter. Formlen kan da let omformes til

$$a_1 \cdot b_1 = f^2$$

og denne formel er det muligt at få eleverne til at finde frem til gennem elevforsøg + en fælles behandling af forsøgsresultaterne:

Man giver eleverne en samlelinse med $f = 10$ cm og lader dem lave en række forsøg med billedannelser med tilhørende opmålinger af a og b .

Resultaterne noteres i et skema, der indeholder kolonnerne: a , b , a_1 , b_1 samt plads til endnu en række tal.

Hvis forsøget udføres på et tidspunkt, hvor eleverne er fortrolige med grafisk tegning og har lært sammenhængen mellem omvendt proportionalitet og hyperbler, er det helt naturligt at lade eleverne fremstille en graf over samvarende værdier af a_1 og b_1 og vurdere grafen - der nemlig mistænkeligt vil minde om en hyperbel! Det skulle heller ikke være vanskeligt at konstatere, at de to størrelser synes at være omvendt proportionale. Men det betyder, at deres produkt er konstant, hvorfor man i skemaet tilføjer en kolonne med de udregnede produkter. Har brændvidden været 10, vil produkterne ligge omkring 100, og så er der brug for at apellere til elevernes fantasi, for nu gælder det om at finde en sammenhæng mellem 100 og den linse, der har været anvendt. Når denne sammenhæng er fundet, kan den omtalte formel opstilles - og derefter afprøves på andre linser.

Det mest værdifulde ved ovennævnte fremgangsmåde er i og for sig ikke formelen, men det, at eleverne får lejlighed til at stifte bekendtskab med videnskabelig arbejds metode: 1) Nysgerrighed med hensyn til sammenhængen mellem to variable, 2) En række forsøg, 3) Grafisk behandling af forsøgsresultaterne med anvendelse af stof fra matematikken, 4) Opstilling af en hypotese ved hjælp af matematisk fantasi og endelig 5) Afprøvning af hypotesen.

Og for en gangs skyld kan man slippe eleverne ud på det dybe vand, for de kan ikke finde hjælp i lærebog eller - formodentlig - hos forældre eller ældre og klogere søskende, for der er mig bekendt kun få, der kender den anførte version af linseformlen.

G. Spelling Østergaard.

Rettelse: Side 17,72 venstre spalte lin. 10 f.n.:
læs: Pendullængder $1^2: 2^2: 3^2$

KØBENHAVNSAFDELINGENS DECEMBER-MØDE.

Ved Københavnsafdelingens møde den 14. december 72 viste kolleger skoleforsøg og eksperimenter med selvkonstrueret og selvbygget apparatur, ligesom der blev forevist kommercielt fremstillede nye komponenter, samt givet prøver på anvendelse af oscilloskopet til forskellige formål.

Formanden, viceskoleinspektør E. Ditlevsen indledte forsøgsrækken med forevisning af et apparat, som sikkert vil være adskillige italiensfarere bekendt:

I) DET SYNGENDE RØR

Det syngende rør er et ca. 80 cm langt "plisseret" plasticrør med ca. 5 cm Ø og åbent i begge ender. Der fattes om rørets ene ende, og det svinges rundt med varierende hastighed. Det giver da toner fra sig, afhængig af hastigheden. Fig.1.

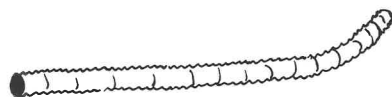


Fig.1 "Syngende rør".

Røret har en dyb grundtone og en række overtoner, der kommer frem, efterhånden som det svinges hurtigere rundt.

Det blev demonstreret, at en almindelig glat gummi-slange ikke havde samme egenskaber, og at det syngende rør ikke virkede, når man lukkede for enden af det.

En diskussion om årsagen til lydens opståen førte til flere teorier, men ikke til et endeligt resultat.

II) VANDS FORDAMPNINGSVARME

De fleste skoleforsøg, der behandler dette emne, går ud på at bestemme vanddamps fortætningsvarme, der forudsættes lig med fordampningsvarmen.

Det viste forsøg gik imidlertid ud på direkte at sammenligne den forbrugte varmeenergi til vands fordampning ved 100° (1 atm.) med en tilsvarende tilført el-energi målt i joule. Fig.2.

Der udførtes to sideløbende forsøg samtidig, idet der ved den efterfølgende beregning automatisk blev korrigeret for varmetab til omgivelserne. Opstillingen fremgår af figuren, der dog kun viser den ene af de to (ens) forsøgsopstillinger.

I kolben er der destilleret vand, der i forvejen var opvarmet til 100°. Igennem proppen er ført et glasrør, forinden omgivet af en kølekappe. Inde i kolben er anbragt en 2 ohms modstand uden isolation med tilledninger gennem proppen.

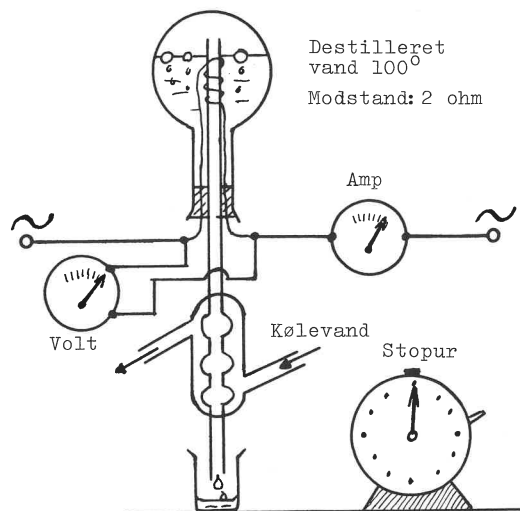


Fig.2 Vands fordampningsvarme.

Af praktiske grunde blev modstanden støttet af glasrøret, og lodningerne var dækket med lak (lakerede) for at undgå eventuelle bivirkninger fra loddetinnet.

De fortættede vanddampe dryppede fra de to opstillinger ned i to bægerglas, der var aftareret til samme masse. Spænding og strømstyrke aflæstes på to sæt måleinstrumenter - et sæt for hver opstilling. Forsøgene varede 300 sekunder og startedes samtidig ved anbringelsen af de to bægerglas.

Vejningen af de fortættede vandmængder i bægerglasene foretoges på automatvægt, der var indstillet til at vise 0 for et tomt bægerglas. Det aktuelle forsøg gav følgende resultat:

apparat	volt	amp	sek	joule	fortættet vanddamp
venstre	18	8,3	300	44820	6 gram
højre	16,4	8,1	300	39852	3,8 gram
Differens:				4968	2,2 gram

Da tab til omgivelserne er elimineret ved den samtidige udførelse af forsøgene, fås umiddelbart: Til fordampning af 2,2 g vand ved 100° (1 atm) er medgået 4968 joule = 4968 · 0,24 cal.

D.v.s. til 1 g vands fordampning er medgået

$$4968 \cdot 0,24 \text{ cal} : 2,2 \text{ g} = 541 \text{ cal/g}$$

altså en - forsøgsbetingelserne taget i betragtning - særdeles god tilnærmelse.

Seminarielektor C.M.Toft, Odense, foreviste (uden forsøg) to apparater, der bl.a. fremstilles i Odense.

I) CHOPPER TIL OSCILLOGRAFEN

Den foreviste chopper (direkte oversat: "ituhakker") kobles til et enkeltstråle oscilloskop og forvandler det til et 3-stråle oscilloskop.

Den virker på den måde, at den bygger de tre grafer på skærmen op af "stumper", idet den tegner en stump af graf nr. 1, fortsætter med en stump af graf nr. 2, derefter en stump af nr. 3, hvorefter spillet begynder forfra.

I det ydre var den lidt større end en stor husholdnings-tændstikæske og forsynet med tre reguleringsknapper på oversiden.

II) REGULERBAR BLINKER

med mulighed for regulering af

a) blinkfrekvens og b) selve blinkets varighed. Velegnet bl.a. til forsøg med rulleskøjtevoerne o.l. i forbindelse med f.eks. polaroid-kamera.

III) VARMENS MEKANISKE ÆKVIVALENT

Schürholz' apparatur, der er et af de nøjagtigste til at bestemme varmens mekaniske ækvivalent, benytter gnidning med en belastet kobberkæde, der lægges omkring en kobbercylinder med vand, medens cylinderen drejes rundt.

Et lignende princip ligger til grund for det foreviste apparat. Fig.3.

På et specielt formet jernrør med kvadratisk tværsnit og forsynet med et "knæk", der muliggør bekvem fastspænding på hjørnet af en bordplade, er monteret en fastsiddende aluminiumcylinder ca. 4 cm i diameter. I cylinderens krumme overflade er der drejet en fure af form som en skruegang med 4 vindinger. I den ene ende af cylinderen er der boret hul til anbringelse af et præcisionstermometer. Cylinderens temperatur måles før og efter forsøget,

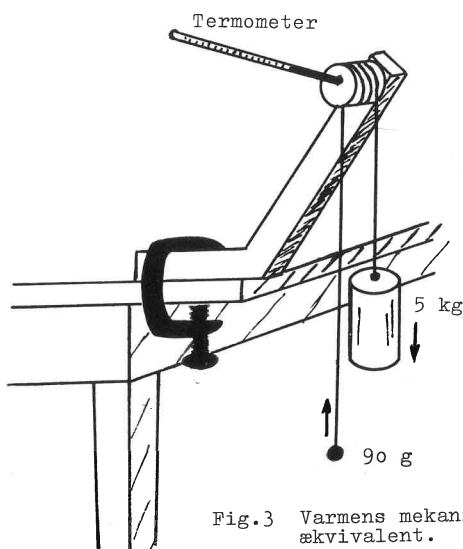


Fig.3 Varmens mekaniske ækvivalent.

der udføres ved at en nylontråd lægges i furen (4 gange rundt om cylinderen) og belastes med et 5 kg-lod i den ene ende og en modvægt på 90 gram for at holde tråden stram. Man lader loddet synke 1 m til et stop (f.eks. gulvet).

Man fik følgende forsøgsresultater:

Cylinderens temp. før forsøget	21°
----- -- efter ----	22,6°
----- masse	34 g
Aluminiums varmekapacitet	0,21
Omsætning fra cal til joule	4,18
Beregning:	
$(22,6 - 21) \cdot 34 \cdot 0,21 \cdot 4,18 \text{ joule} = 47,75 \text{ joule}$	

og	
Masse af lod	5 kg
Modvægt	0,09 kg
Tyngdeaccelerationen	9,82
Faldhøjde	1 m

Beregning:

$$(5 \div 0,09) \cdot 1 \cdot 9,82 \text{ joule} = 48,22 \text{ joule}$$

- altså en god overensstemmelse.

IV) FERRITMAGNETISME

Ferritter finder anvendelse mange steder i elektronikken. De benyttes bl.a. i spoler til afstemning af svingningskredse - som indbyggede antenner i radioapparater - og i datamater. De fremstilles med mange forskellige egenskaber.

Forsøget udførtes således:

En ferritstang er ophængt let drejelig som kompasnål i rubinleje på en stålspids. Når ophængningen er tilstrækkelig letgående, kan forsøget udmærket udføres med Jordens magnetfelt som grundlag.

I dette tilfælde lå der en (ikke særlig kraftig) stangmagnet på bordet under ferritstangen. På grund af ferritmagnetismen i stangen stiller den sig parallelt med stangmagneten.

Nogle dråber sprit hældes i en stålteske og antændes. Spritflammen føres frem og tilbage under ferritstangen og opvarmer den. Når temperaturen kommer lidt over 100°, drejer stangen sig 180° og står atter parallelt med stangmagneten.

Årsag: Ferritstaven indeholder forbindelser af krom og lithium. Kromforbindelserne og lithiumforbindelserne danner gitte med modsat rettede magnetiseringsretninger. Ved lav temperatur dominerer kromforbindelsernes magnetiseringsretning. Ved temperaturer lidt over 100° nås kromforbindelsernes curiepunkt, hvorefter lithiumforbindelsernes modsat rettede magnetiseringsretning overtager føringen. (Litt.henv.: Poul Thomsen: Elektricitet & magnetisme, kap. 14,8).

V) FORSØG OVER OHMSK MODSTAND

OG SELVINDUKTION

Disse forsøg udføres oftest med to dværglamper, hvoraf den ene ses at tænde kortere eller længere tid efter den anden på grund af faseforskydningen mellem spænding og strøm. Fig.4.

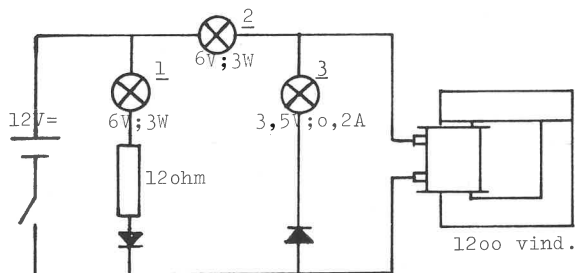


Fig.4 Ohmsk modstand og selvinduktion.

Opstillingen, hvis diagram fremgår af figuren, var udvidet med en tredje pære og to dioder. Når strømmen slutes, lyser pære nr. 1 op, og umiddelbart derefter pære nr. 2. Når strømmen afbrydes, glimter pære nr. 3. Det ses, at hvis strømmen slutes og afbrydes flere gange ret hurtigt efter hinanden, bliver glimtene kraftigere. Hvis frekvensen bliver flere gange pr sekund ved at man "banker" med hurtige små slag på afbryderen, når pære nr. 2 slet ikke at komme i glød. Endelig kan man i stedet for at afbryde strømmen simpelt hen bryde magnetfeltet i drosselspolen ved at manipulere med åget, hvilket vil bringe pære nr. 3 til at blinke kraftigt - evt. "brænde over".

Derefter viste Ditlevsen:

EKSEMPLER FRA EL-LÆREN MED SIMPELT

APPARATUR

Nødvendigt apparatur: Elkilde (variabel jævnstrøm), 2 spoler (300 vind. og 12000 vind.), lang lamelleret jernkerne, glimlampe, fjeder og kontaktspid til "Wagners hammer" (+ støtteophæng), 2 stifter til gnistgab over 12000-spolen, kondensator, ledninger. a) Jernkernen stilles på højkant og spolerne anbringes med 300-spolen nederst, som vist på figuren. Elkilde og glimlampe tilsluttes. Glimlampen glimter ved hver afbrydning af primærstrømmen (spolerne "hopper").

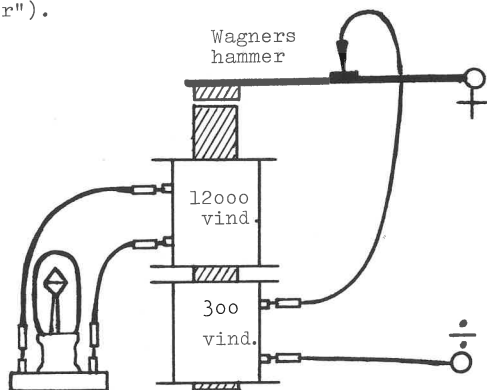


Fig.5 Eksempel fra el-læren med simpelt apparatur.

b) Wagner-hammeren indskydes i primærkredsløbet. Nu blinker glimlampen i takt med strømafbrydelserne. Fig.5.

c) Glimlampen erstattes med to stifter, der danner et gnistgab (monteres direkte på 12000-spolen). Der kommer ingen gnister i gnistgabet, når primærstrømmen slutes og afbrydes.

d) Der anbringes en kondensator over wagner-hammeren: Nu kommer gnisterne!

Forsøgene blev ikke kommenteret udover en tilføjelse om, at forsøgsrækken kan anvendes forskelligt - ikke mindst som repetition med klassen, idet forsøgene giver anledning til at drøfte og forklare en række detaljer inden for el-læren.

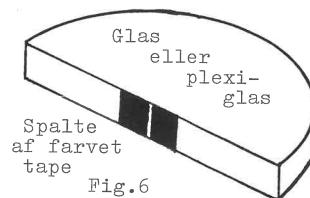
Overlærer Børge Bay demonstrerede:

I) LYSETS BRYDNING I GLAS

eller

DEN CIRKELFORMEDE SINUSTABEL

Til forsøgene, der var tænkt som elevforsøg, anvendes det fra lyslæren kendte halvcylindersnit af glas eller plastic. For at være sikker på at strålen er veldefineret og rammer midten af diameter-snittet, anbringes to stykker uigennemsigtigt tape med 2 mm's mellemrum så de danner en spalte langs akse af segmentet. Fig.6.



Halvcylindere lægges midt på det nedenfor beskrevne underlag og belyses under forskellige indfaldsvinkler.

Hr. Bay anvendte det i klassen på den måde, at han opfordrede eleverne til at finde forholdet mellem indfalds- og brydningsvinkel, idet han overlod til eleverne at benytte hvilken inddeling, de ville. Underlaget er et stykke millimeterpapir med en påklæbet cirkel (radius = 10 cm). Cirklen er inddelt i 4 gange $0^\circ - 90^\circ$. For tydeligheds skyld er der påklæbet gule tværstriber på cirklen. Endelig er der langs kanten af cirklen anført sinusværdierne (0,1 - 0,2 - 0,3 - o.s.v.) Fig.7 og 8.

Det blev nævnt, at underlaget måske med en inddeling af cirklen fra $0^\circ - 360^\circ$ kunne få anvendelse i matematikundervisningen. Med lodret afstribning er det en cosinustabel.

II) 3 - FASET VEKSELSTRØMSSKRIVER

Beskrivelse: Skaftet er af plexiglas, længde 24 cm. Fjedrene er fremstillet af 0,6 mm fosforbronce. Gaffelstængerne af 5 mm $\varnothing$ messing. Hjulene kan undværes, idet man kan lade messingstængerne ende i en stump spids. Fig.9.

Der kan skrives på almindeligt trækpapir (evt. 2 lag), som lægges oven på en metalplade, der forbindes til jord. Trækpapiret fugtes med en stærk saltvandsopløsning tilsat lidt fenoltaleinopløsning. (Efter oplysning fra auditoriet kan også kaliumjodid bruges). Spænding: lavest mulig (50 - 75 V).

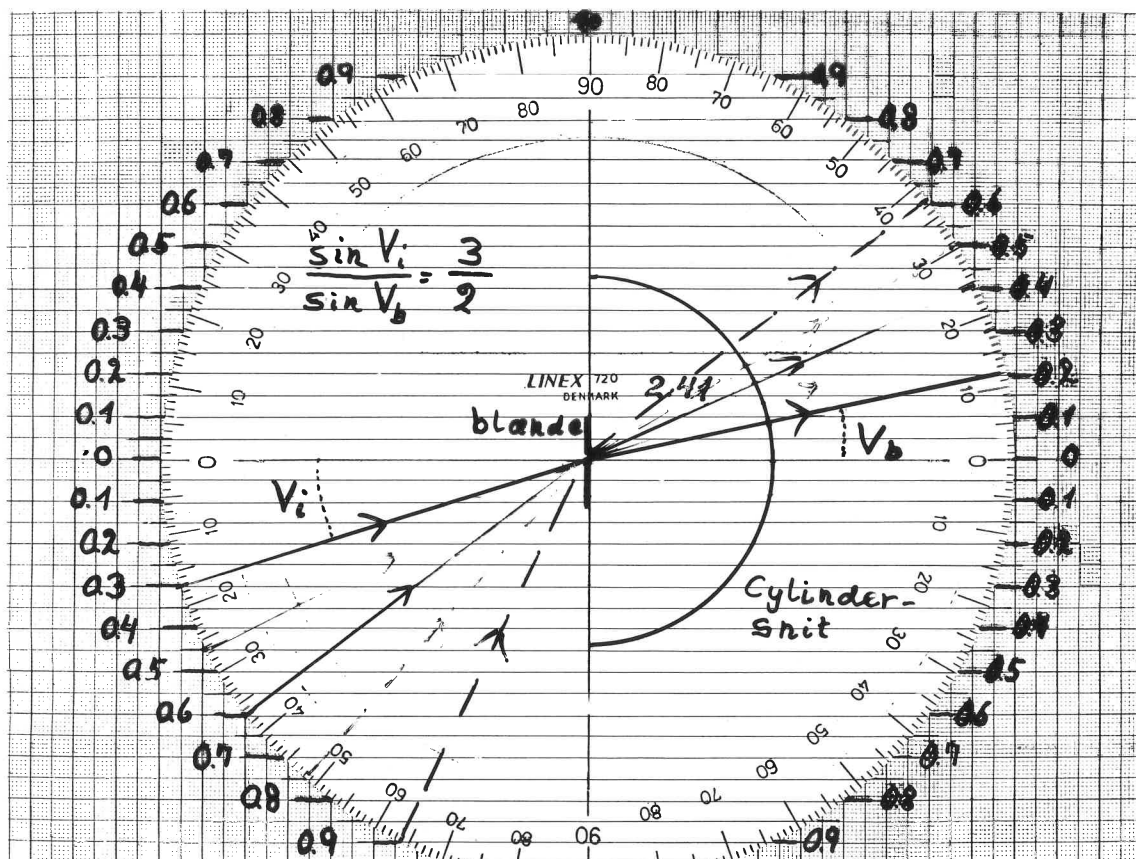


Fig. 7.

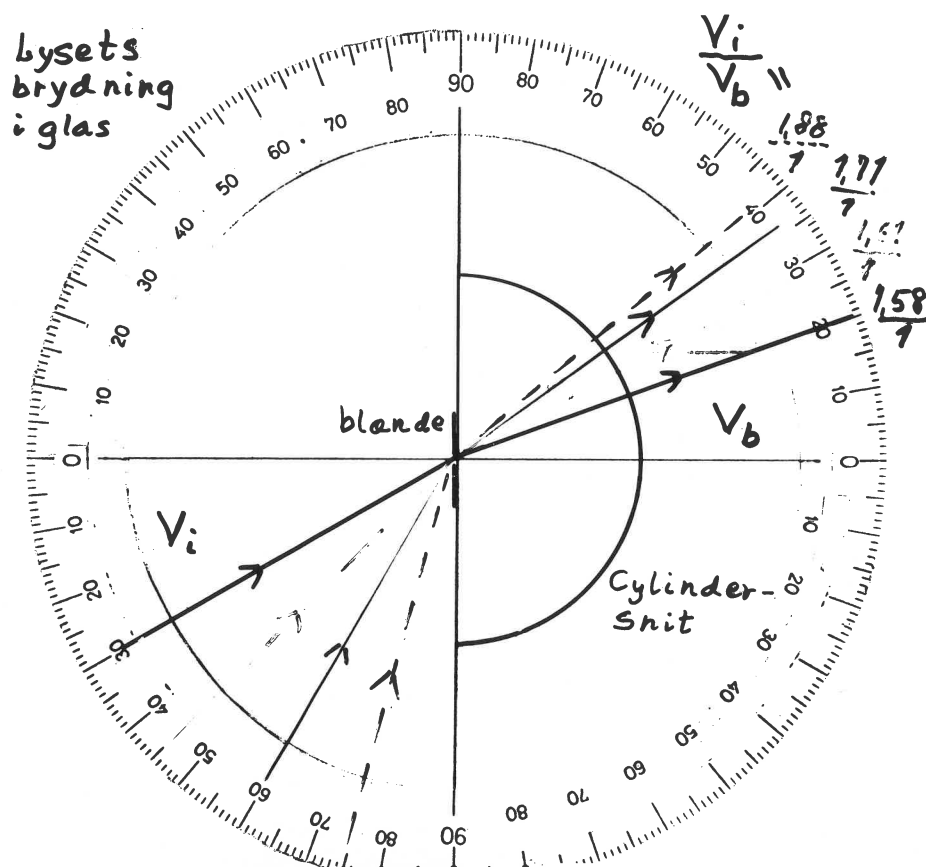


Fig. 8.

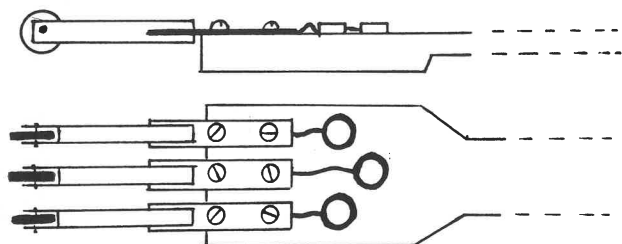


Fig.9 Trefaset vekselstrømsskriver.

III) 3 - FASET SYNKRONMOTOR MED GLIMLAMPER

Hr. Bay oplyste, at motoren er en udbygning af E.

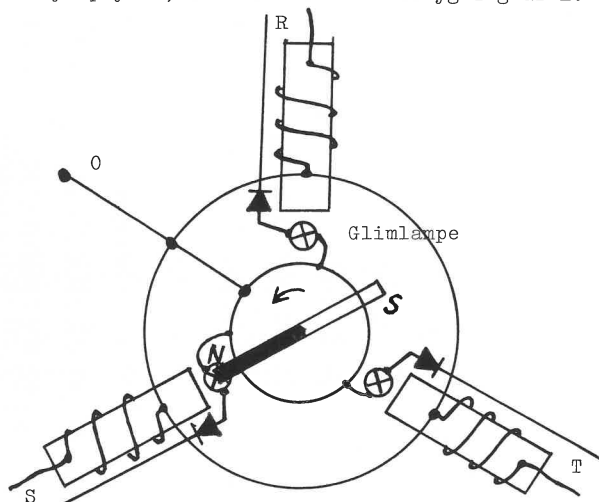


Fig.10 Strømskema for 3-fase-motor med glimlamper.

Runges model, der er beskrevet på Tipsside 5,72. Udbygningen består i, at der anbringes 3 små glimlamper (220 volt), forbundet til de 3 faser gennem 3 dioder (BY 127). Hullerne til lamperne var boret, så soklerne netop kan gå igennem, og det var tilstrækkeligt at fæste dem med en klat loddetin.

Fig.10.

Magnetrotoren laves af en plexiglasklods med en drejelig plexiglasskive sat på en udboret stålstang. Som magnet kan bruges 2 runde eclipse-stangmagneter (6 mm ø og 20 mm lange). Blenden (et cirkeludsnit på 120°) laves af farvet, uigennemsigtigt tape, som klæbes på skiven. Fig.11.

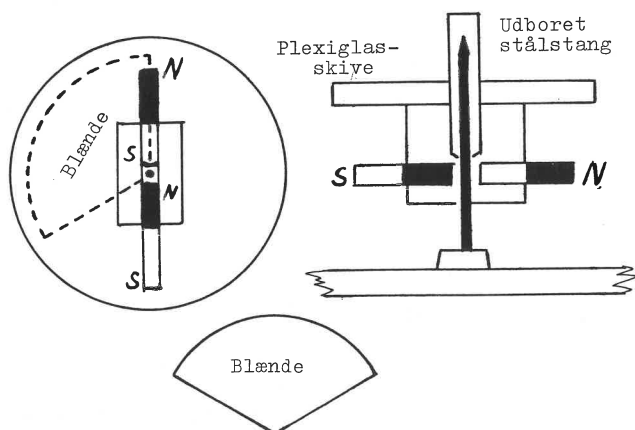


Fig.11 Detaljer af rotor.

Strømforsyning:

Glimlamperne: ca. 160 volt (fase - 0).

Spoler 200 vindinger: ca. 2 volt (fase - 0)

" 400 " : " 6 volt "

" 1600 " : " 22 volt "

Rotoren skal startes med en starter, som kan købes i en legetøjsforretning (beregnet til opsendelse af "helikopterpropeller"). Der skal i regelen flere startforsøg til, før det lykkes at finde den rette hastighed.

Når blenden er anbragt korrekt i forhold til magneten, ser glimlamperne ud, som om de ikke lyser, når motoren kører, og man ser lodret ned mod dem. Dette fænomen skyldes (bl.a.) faseforskydningen mellem spændingen (som med god tilnærmelse følges af glimlamperne) og strømstyrken gennem spolerne, som sinkes af impedansen (vekselstrømsmodstanden). Dog er rotoren endnu mere forsinket end strømstyrken på grund af hysteres (forsinkelsen i opbygningen af magnetfelterne). Ved at skifte mellem forskellige spoler forsynet med forskellige formodstande kan man opnå forskellig forskydning.

IV) PARABELMODEL MED KANON

Apparatets konstruktion og udseende fremgår af tegninger og fotos. Det kan bruges til at illustrere en kasteparabel - både ved et lodret, skråt og et vandret kast. Fig.12 og 13. Fig.14.

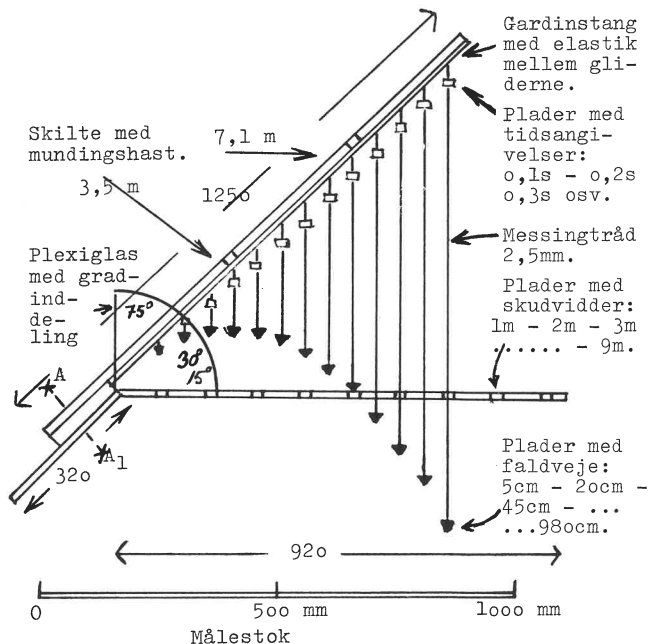


Fig.12 Parabelmodel med kanon.

Kanonen kan afgive skud på omkring 1 sekunds varighed, og parabelen, der dannes af mærkerne på de nedhængende ståltråde viser forløbet af skuddet i målestoksforholdet 1:10.

Man kan altså (efter evt. at have beregnet en parabel) se parabelen på modellen i 1/10 naturlig størrelse og derefter se kuglens virkelige bevægelse (i naturlig størrelse).

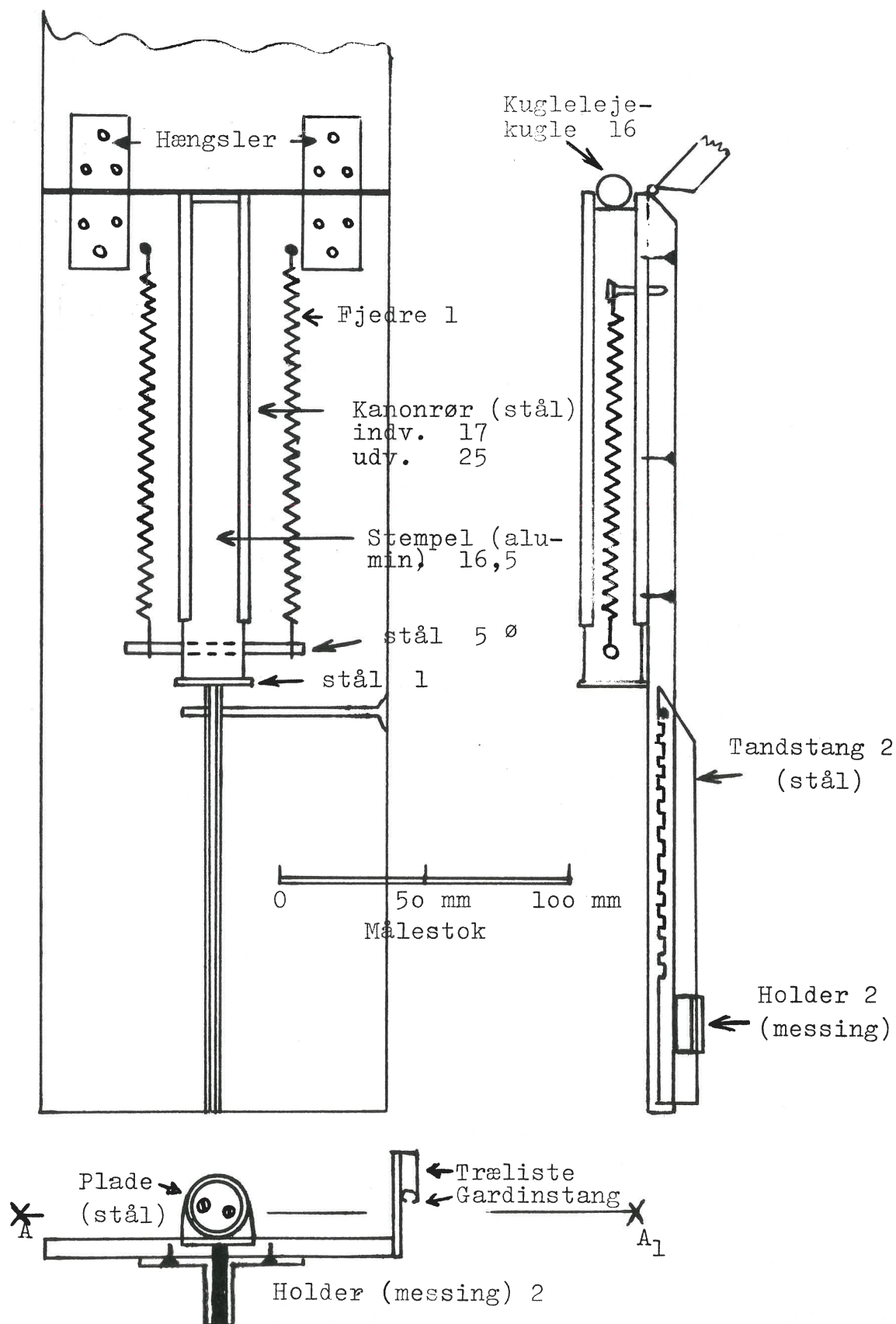


Fig.13

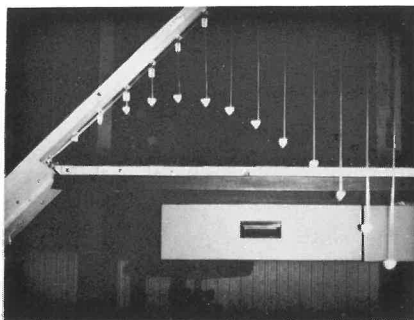


Fig. 14.

Mundingshastigheden ved forskellige fjederspændinger beregnes lettest ved lodrette skud, idet man måler til toppunktet og benytter ligningen for energiomsætning: $\frac{1}{2}mv^2 = Ks$.

Den enkleste bevægelse at arbejde med er den lodrette, hvor man kan efterprøve beregning af energiomsætning fra kinetisk til potentiel energi. Omtrent lige så enkel er beregning og efterprøvelse af et skråt kast på 45° .

Her kan man stille forskellige opgaver, f.eks.:

1. Under hvilken vinkel er skudvidden størst?
2. Hvor ville kuglen befinde sig efter 1 sekunds forløb, hvis man kunne eliminere tyngdekraften?
3. Hvor langt er det frie fald i det første sek.?
4. Hvor ville kuglen befinde sig efter første sekund (med tyngdekraft og 45° skudvinkel)?
5. Hvor er banen højest - og hvor høj?
6. Hvad betyder en fordobling og en halvering af mundingshastigheden?

Til beregning af kast under andre vinkler kræves trigonometri.

Til vanskeligere beregninger kræves differentialregning.

Overlærer Edv. Runge viste:

I) SPEKTRALLINIER

I et lysbilledapparat af ældre model med højt lampehus var installeret en kviksløvlampe som lysgiver. Lampens beskyttelsesglas var fjernet (med en spidshammer som det eneste redskab, der havde vist sig anvendeligt). På lysbilledets plads var anbragt en slæde med 2 barberblade, der dannede en spalte. Spaltebilledet blev projiceret på en hvid skærm og viste en blågrøn farve.

Da et (ligesigtende) prisme blev anbragt foran lysbilledapparatets objektiv, sås 3 linier af kviksløvspektret på skærmen - en gul, en grøn og en violet linie. I virkeligheden giver den hårde lampe også et kontinuert spektrum; men det var ikke muligt at se det under de givne lysforhold.

II) FLUORESCERENDE LYSUG

En "lysdug" er et stykke lærred, der er præpareret med et fluorescerende stof. Runge havde købt den hos fa. "Felix" (ca. 95 kr.) og havde delt dugen i flere stykker, som opbevarede lystæt indpakket i paprør med alm. plasticlukker for enderne.

To af tilhørerne tog opstilling med front mod hinanden foran den udspændte lysdug. Lyset fra et almindeligt lysbilledapparat rettedes mod dem og dugen bag dem. Da lysbilledapparatet nogen tid efter atter slukkedes, og de agerende gik bort fra dugen, stod deres profiler som hvide silhuetter mod en grøn baggrund.

Med en almindelig pencil-lommelygte kan der "tegnes" grønne streger på skærmen, idet lyspletten fra lygten bevæges langsomt hen over de hvide partier. For at demonstrere dette blev der tegnet øjne, ører, hår etc. på de hvide silhuetter.

På en ubelyst lysdug projiceredes fra lysbilledapparatet et diapositiv (en pennetegning fra den historiske samling, der forestillede kejser Maximilian). Da apparatet slukkedes, stod billedet tilbage på skærmen i hvidt og grønt.

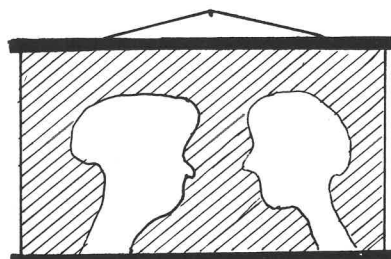


Fig. 15 "Lysdug".

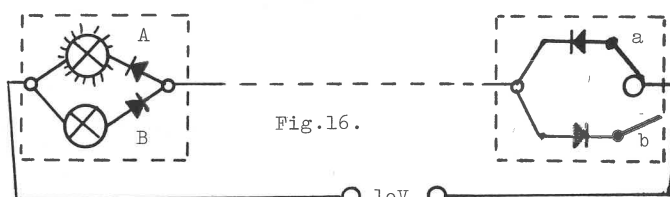
Fysikkonulent K.D.Poulsen sluttede aftenen med en forsøgsrække over "Modulation af en bærebølge" og "Måling af en højttalers impedans ved forskellige frekvenser med oscilloskopet som højohmsvoltmeter". Disse forsøg refereres ikke her.

Sidste forsøg formede sig som en lille "el-spøg":

"TO STRØMME GENNEM SAMME LEDNING"

Strømskemaet fremgår af figuren. Elkilden er på 10 volt vekselstrøm, og dværgpærerne 6 volt. Det fremgår endvidere af skemaet, at dværgpæren A tændes og slukkes med afbryderen a, medens B betjenes af afbryderen b. Fig. 16.

De stiplede firkanter antyder, at afbryderne og de to dioder var monteret samlet på ét bræt, mens A og B, samt de to andre dioder var samlet på et andet bræt.



"To strømme i samme ledning"

det. Fra de to afbrydere til de to pærer fører som vist kun én ledning.

For at tilføre pærerne den fornødne effekt var det nødvendigt at give el-kilden en højere spænding, da hver pære kun får strøm i én retning.

HISTORISKE FORSØG, DER SVEJSEDE FYSIKKEN SAMMEN.

v. afdelingsleder, dr.phil. Aug.Ziggelar.

Ved Københavnsafdelingens møde den 21. febr. 1973 holdt afdelingsleder, dr. phil. Aug. Ziggelar nedsættende foredrag med demonstrationer. Hr. Ziggelar har været så elskværdig at overlade Fysiktips sit udførlige manuskript, uden hvilket et fyldigt referat ikke havde været muligt.

Omkring år 1800 havde fysikerne udarbejdet flere discipliner ved siden af hinanden: Mekanik, varme-, lys-, elektricitetslære og magnetisme. Foredraget, der var formet som en historisk skitse, gjorde rede for, hvorledes bl.a. B.Rumford's, J.Joules, H.C.Ørsted's, M.Faraday's og H.Hertz' indsats "svejsede fysikken sammen," så den ved det 19. århundredes slutning fremstod som en enhed.

Foredrag.

I. Situationen omkring 1800.

Henimod år 1800 var situationen følgende: Inden for fysikken eksisterede flere discipliner, alle ret udviklede. Men de havde ikke meget med hinanden at gøre. I MEKANIKKEN var Newtons love nu accepteret af alle. Euler og d'Alembert havde sørget for, at man også kunne anvende dem på kontinuerte legemer - altså ikke bare på løse partikler. Man var altså i stand til at opstille en mekanik for svingninger og bølger.

Opfindelsen af termometret og dernæst kalorimetret havde også sat skub i VARMELÆREN.

Kalorimeterforsøg viste varmemængdens bevarelse. Altså var varmen et stof. I 1807 skriver Nicholsons Journal: Lord Rumford (Benjamin Thompson, 1753 - 1814) holder stadig fast ved den gammeldags opfattelse, at varme skyldes svingninger. Rumford havde nemlig i 1797 gjort forsøg med kanonboring ved en fabrik i Bayern. Han satte et stykke kanonløb ind i en trækasse, fyldt med vand, og lod et stumpt bor køre rundt i kanonløbet ved hestekraft. Boret hvinede uudholdeligt; men hvad der interesserede Rumford mere, var, at vandet i trækassen blev varmere og varmere:

Efter 1	time	var	temperaturen	40° C
1½	-	-	-	60° C
2	-	-	-	80° C
2½	20 min	-	-	93° C (for at gøre spændingen større...)

Endelig efter 2½ time kogte vandet virkelig. Rumford skriver - med store bogstaver: "... it ACTUALLY BOILED!" - "Det er svært at beskrive den overraskelse og forbavselse, der viste sig på de omkringstående ansigter, da de så så stor en mængde .. (- der har været ca. 10 liter -) .. koldt vand opvarmet og virkelig bragt til kogning uden brug af ild", og han tilføjer: "Jeg må ærligt indrømme,

at jeg havde en barnlig fornøjelse af det".

Dette forsøg betragtede Rumford som et bevis for, at varme ikke kan være noget stof. Hvorfra skulle alt det varmestof komme, tilsyneladende i ubegrænsede mængder? Ikke fra vandet, for det var det, der blev opvarmet. Altså var varme ikke noget stof, og derfor vendte Rumford tilbage til den opfattelse, at varme skyldes bevægelse. Ræsonnementet er godt og rigtigt og logisk - men det var "gammeldags"! De øvrige fysikere var moderne og havde den "moderne" opfattelse, at varme var et særligt stof, caloric. Dette standpunkt var accepteret fra 1800 til 1825 - ja, helt op til 1840.

Også LYS er partikler, men igen en anden slags stof. Ganske vist havde Christiaan Huygens i 1695 skrevet en bog om, at lys var bølger; men Newton havde jo sagt, at lys er partikler. Lys udbreder sig retlinet som partikler og ikke i ringe som bølger på vandet - og Newton har ret i alt.

Nok havde netop i århundredskiftet, 1800, en engelsk læge, Thomas Young, hævdet, at lys var periodiske svingninger ligesom lyd, og han havde gjort forsøg med at sende sollys gennem to huller anbragt tæt på hinanden: De to lyskegler viste interferens - belysningen af en skærm svingede periodisk i styrke fra sted til sted. Altså var lys periodiske svingninger. Men Newton havde allerede forklaret de såkaldte "Newtonske" ringe ud fra sin partikelteori, og det er jo også et lignende periodisk fænomen.

Desuden kom der kort tid efter et sønderknusende bevis for, at Newton alene havde ret i sin partikelteori. I 1810 opdagede en fransk officer, Étienne Malus (1775 - 1812), at lys, der kastes tilbage fra et spejl, er polariseret. Det var helt uforståeligt ud fra bølgeteorien, men let at forklare ud fra partikelteorien: Man skulle bare antage, at lysets partikler har poler, og at den spejlende overflade ensretter polerne, altså polariserer partiklerne. Malus sagde, at lyset var polariseret, d.v.s., at lyspartiklernes poler var ensrettet.

Og så var der ELEKTRICITETSLÆREN! Den stammede hovedsagelig netop fra det attende århundrede. 100 år tidligere, omkring 1700, havde man ingen elektriskmaskiner undtagen Otto von Guericke's (1602 - 1686) primitive model (fra 1672), en svovlkugle, der oplades ved gnidning med en tør hånd. I 1800 råder man både over høje spændinger og store ladninger. Høje spændinger, fordi man har kæmpe-elektriskmaskiner (van Marums i 1780'erne kunne levere ½ million volt) og store ladninger, fordi man havde leidnerflasker (van Marum havde et batteri

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

med 135 leidnerflasker; deres udladning var ca. 1/100 kWh - nok til at slå en ko ihjel. Det svarer til, at 3½ ton sten falder fra 1 meters højde! Hvad er elektricitet så? Selvfølgelig et stof; et fluidum, d.v.s. en strømmende, løbende væske. Men foruden den almindelige elektricitet er der nu også en helt anden: den galvaniske. I 1786 havde

Luigi Galvani (1737-1798) opdaget den dyriske elektricitet f.eks. i frøer. Hans landsmand Alessandro Volta (1745-1827) forstod dog hurtigt, at den intet havde at gøre med levende dyr. Nej, den skyldtes bare kontakten mellem to forskellige metaller. Og så lavede han, netop i 1800, sin søjle, der kunne give stød, ikke én gang, men hver gang påny. Altså har vi nu to slags elektricitet: den almindelige og den galvaniske (den dyriske, siger de gammeldags). Den galvaniske elektriske spænding skyldes efter Voltas teori udelukkende kontakten mellem to metaller; man har derfor en udtømmelig kilde af elektriske virkninger!

F.eks. ser Volta sin søjle opbygget af elementer, ikke således:

zink	}	spænding
pap		
sølv		

men således:

zink	}	spænding
sølv		
pap	}	spænding
zink		
sølv		

Og så var der læren om MAGNETISMEN. Coulombs forsøg i 1785 havde vist, at der gælder den samme kraftlov for den almindelige tiltrækning mellem masser, for elektriske ladninger og for magnetpoler, for så vidt at kraften i alle disse tilfælde aftager med afstandens kvadrat. - Det er i øvrigt mærkeligt, at vi den dag i dag ikke har nogen fyldestgørende forklaring herpå. Men i 1800 kendte man overhovedet ingen sammenhæng mellem elektricitet og magnetisme. Franklin havde eksperimenteret med lynet, og van Marum havde jaget udladninger fra sin kæmpe-elektriseringsmaskine gennem en kompasnål, men uden at opnå nogen magnetisk effekt, eller set nogen uforklarlig virkning på kompasnåle. Der har også været et stof, der skulle forklare KEMISKE REAKTIONER, nemlig flogiston. Omkring 1800 havde denne teori nok nogle få tilhængere. Men ellers var den ved at vige for Lavoisiers (1743 - 1794) lære, der satte stoffet ilt i stedet for flogiston. Men ilt kunne ikke forklare alle kemiske processer. DEN ORGANISKE KEMI studerer stoffer som sukker, æggehvide, ureum, fedt, der kun kan opstå i levende væsener; disse kræver en særlig art livs"kraft", hvormed mentes en særlig livsenergi.

Nu har vi: Mekanikkens partikler, varmestof, lysstof, to eller flere elektricitetsvæsker- og ilt. En hel række grundstoffer. Et indtryk af 1800-tallets opfattelse får man ved at studere Lavoisiers liste over grundstoffer: øverst på listen står varmestof og lysstof!

Naturligvis mangler der i hans fortegnelse mange grundstoffer, som vi nu kender. Specielt skal nævnes nr. 2 af grundstofferne, helium. Helium blev først opdaget i 1868 af Lockyer. I solens spektrum var nogle linier, som ikke skyldtes stoffer, man

kendte på Jorden. Så fik astronomien også sit stof, solstof, sagt fint på græsk: helium. Først i 1895 opdagede William Ramsay det også på jorden. I middelalderen forklarede man alt ved at indføre skjulte kvaliteter, egenskaber. Omkring 1800 indfører man et nyt stof for hver slags fysiske fænomener.

II. Hvordan fysikken blev en enhed i 19. århundrede.

Den 20. marts 1800 skrev Alessandro Volta et udføreligt brev til England, hvori han gjorde rede for sin søjle. Englænderne gjorde straks forsøg med søjlerne, og i maj samme år, altså to måneder senere, opdagede William Nicholson og A. Carlisle, at den galvaniske elektricitet frigjorde luftarter ved passage gennem vand.

Nu havde to hollændere, Adriaen Paets van Troostwijk og Joan Rudolf Deiman allerede i 1789 opdaget, at den almindelige elektricitet gør det samme. Og i 1797 havde G. Pearson opsamlet 5 cm³ knaldgas ved 14.600 udladninger af en elektriseringsmaskine med to skiver, 60 cm i diameter - - det er ligesom at skovle sukker i teen med en bulldozer! Men forsøget tyder på, at de to slags elektricitet ikke er så forskellige, da de har samme virkning. Måske er der kun én slags elektricitet. Dette blev først vist ganske præcist i 1830-erne af Michael Faraday i en række omhyggeligt tilrettelagte forsøg, hvor han lod almindelig og galvanisk elektricitet frembringe de samme virkninger: elektrolyse, magnetisme - o.s.v. Men vigtigere i denne sammenhæng er, at Humphry Davy (1778- 1829) i 1807 benyttede den galvaniske elektricitet til at fremstille nye kemiske grundstoffer ved elektrolyse: Ca, Na, K, Sr, Ba, Mg.

Mens Volta stadig holdt fast ved sin kontaktteori (alene kontakten mellem to metaller frembringer galvanisk elektricitet), forstod andre nu, at elektricitet og kemi stod i forbindelse med hinanden gennem elektrolyseprocessen som det omvendte af det, der foregår i Voltas søjle, i de galvaniske elementer. Kemiske kræfter frembringer den galvaniske elektricitet i de galvaniske elementer, og omvendt kan den galvaniske elektricitet have en kemisk virkning ved elektrolyse.

Vi er i Napoleons tid. Étienne Malus, som opdagede lysets polarisation ved tilbagekastning, var en fransk officer. I Frankrig levede på den tid en ung ingeniør Jean Augustin Fresnel (1788-1827), der kom lidt galt af sted i politikken. I 1815 fik han husarrest i en lille landsby i Bretagne. Med primitivt materiale gjorde han der de første fine forsøg med lysets interferens og bøjning. Han regnede meget præcist interferensstribernes placering ud, og forsøg og beregning stemte nøje overens. Han fulgte f.eks., hvordan én interferensstribes fjerner sig fra skyggens kant, når man går længere og længere væk fra skyggen og lyskilden. Efter Newtons partikelteori skulle dette være en ret linie. Fresnel finder, at det er en hyperbelgren. I årene 1815 - 1824 viste Fresnel overbevisende, at lys er svingninger og ikke partikler.

Men hvad så med polarisationen, Malus' afgørende bevis for Newtons partikelteori? - Den forklarede Fresnel ved, at lysets svingninger er transversale: Lyset kan svinge i to retninger, begge to vinkelrette på udbredelsesretningen. De to retninger er også indbyrdes vinkelrette og derfor uafhængige af hinanden. Og virkelig, de to slags lys kunne ikke interferere med hinanden, viste forsøgene: de er uafhængige af hinanden.

Elektromagnetisme: I mellemtiden var man blevet ved at spekulere over, om elektricitet og magnetisme dog ikke havde noget med hinanden at gøre. I 1820 lykkedes det Hans Christian Ørsted (1777-1851) at vise den galvaniske elektricitets virkning på en kompasnål. Forsøget er velkendt. Men Ørsted tænkte straks: Hvis den galvaniske elektricitet kan bevæge en magnetnål, må man forvente, at en magnet kan bevæge den galvaniske elektricitet. Hvorfor skulle loven aktion = reaktion ikke gælde her? Og straks i 1820 gjorde han et forsøg, denne gang med en stor, fast magnet og en letbevægelig galvanisk kreds.

Sjældent gik en opdagelse så hurtigt turen rundt i den lærde verden som Ørsteds. Samme år 1820 lavede François Arago (1786-1853) en slags elektromagnet. 1824 viste han en slags elektromotor frem: Over en kobberskive hænger en magnet. Når man drejer kobberskiven rundt, følger magneten med. Nu er der en vej fra elektricitet til magnetisme. Man laver galvanometre, elektromagneter og elektromotorer. Men skulle der ikke omvendt være en vej fra magnetisme til elektricitet? Det troede Michael Faraday (1791-1867). Siden 1825 gjorde han forsøg for at prøve, om et magnetfelt kunne frembringe strøm i en fremmed strømkreds. Forgæves. Men i 1831 havde han en jernring med to viklinger, hver på ca. 120 vindinger. De hørte til hver sin strømkreds. Faraday frembragte et magnetfelt ved at sende strøm gennem den ene vikling. Den anden var forbundet med et galvanometer. Han afbrød strømmen i den primære kreds og . . . galvanometeret slog ud! Sådant opdagede Faraday i 1831 den magnetiske induktion. Faraday udtrykte det selv sådan: Magnetfeltet består af kraftlinier; når man afbryder strømmen, går ændringen i magnetfeltet og kraftliniemønsteret som en bølge gennem feltet. (Husk nøgleordet!)

Straks konstruerede Faraday en dynamo, der leverer jævnspænding. En ubekræftet historie vil vide, at Faraday viste denne maskine frem i Royal Institution. Forelagt spørgsmålet: Hvilken nytte kan man have af et sådant stykke legetøj? skal Faraday have svaret: Tja, hvad nytte har man af et nyfødt barn? - En anden nok så sandsynlig historie beretter, at minister Robert Peel under et besøg hos Faraday skal have spurgt: Hvad er det for legetøj? idet han pegede på Faradays dynamo. Faraday skal have svaret: Jeg ved det ikke, men jeg tør vædde, at De engang kommer til at lægge skat derpå. Begge historier antyder, at Faraday har anet, hvilken enorm udvikling teknikken ville tage efter 1831, takket være den elektriske energiforsyning ved hjælp af dynamoer. Havde vi ikke denne opdagelse af den el.-magnetiske induktion, udnyttet i dynamoen, måtte vi aflyse denne aften!

Elektrolyse: Tre år senere, i 1834, tog Faraday fat på andre elektriske fænomener, bl.a. elektrolysen. Først lavede han et voltameter, der bestod af et måleglas med elektroder; det fyldtes med en syreopløsning, og måleglasset måler så den mængde knaldgas, der frigøres.

Faraday viste to love: 1) Den mængde brint, der frigøres af den elektriske strøm, afhænger alene af den mængde ladning, der har passeret elektroden. Faraday viste det bl.a. ved at sætte en række forskellige elektrolysekar i serie, fyldt med forskellige opløsninger og med forskellige elektroder. Da de er i serie, går samme strøm gennem dem i lige lange tidsrum: Overalt frigøres lige meget brint. 2) Den anden lov siger: Hvis forskellige kemiske stoffer frigøres under strømmens gennemgang (ikke alene brint), er der et fast forhold mellem de mængder (masser), der reagerer af hvert stof. F.eks. er $32\frac{1}{2}$ g zink ækvivalent med 1 g brint. Og det viser sig nu, at disse elektriske ækvivalenter er præcis lig med de kemiske ækvivalenter . . . eksempel: når man opløser $32\frac{1}{2}$ g zink i en syre, frigøres netop 1 gram brint.

Faraday sendte f.eks. strøm gennem en svovlsyreopløsning med zink som anode og platin som katode. Ved platin-elektroden udskilles brint, og i anoden går zink i opløsning: $32\frac{1}{2}$ g zink mod 1 g brint. Men Faraday havde også anbragt en anden zinkplade i opløsningen, dog uden for strømkredsen. Denne plade tabte ikke masse: processen er altså ikke rent kemisk, men helt afhængig af strømmen.

Således viste Faraday, at kemi og elektricitet hører sammen. Til et kemisk gramækvivalent af et kemisk stof svarer en ganske bestemt elektricitetsmængde, den samme ladning for alle stoffer, nemlig 96.484 coulomb. Hvis denne ladning var fordelt over hele jordens overflade, ville den have en spænding på 100 millioner volt. Denne mængde elektrisk ladning er opkaldt efter Faraday: 1 faraday er lig med 96.484 coulomb.

Man kunne nu ikke mere opretholde Voltas kontaktteori. Faraday siger selv i 1840, at kontaktteorien forudsætter, at energi skulle kunne opstå af ingenting - at alene kontakten mellem metaller skulle kunne frembringe en strøm, der havde f.eks. kemiske virkninger.

Faraday tror altså i 1840, at energi ikke opstår af ingenting. Heller ikke elektrisk energi.

Nu var man ved at udvikle elektromotorer. Hvor meget arbejde kunne de præstere? Hvor stor effekt? Disse spørgsmål optog en anden englænder, James Prescott Joule (1818-1889). En motors arbejdssevne - f.eks. hvor hurtigt den kan løfte et lod - er bestemt ved elektrisk spænding og strømstyrke. På den anden side fandt Joule i 1840 en præcis sammenhæng mellem strømstyrke (og spænding) på den ene side og på den anden side den varme, som strømmen udvikler i en modstand; Det er jo Joules lov: $Q = RI^2t$. Han fandt også, at når man lod strømmen drive en elektromotor, blev varmeudviklingen mindre. Han anede, at faldet i varme svarede til det udførte arbejde i motoren. Skulle der mon bestå et bestemt forhold mellem varmemængde og mekanisk arbejde? - En "varmens mekaniske ækvivalent"?

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Blandt Joules mange forskellige forsøg over denne teori er de berømteste dem, hvor nogle skovle kører rundt i et kalorimeter fyldt med vand. Langsomt faldende lodder kører skovlene rundt, vandet bremser skovlene, og ved indre gnidning omsættes mekanisk energi til varme. Forsøgene fandt sted i 1845 og med forbedret apparatur i 1849. Han fandt: $J = \frac{Mgh}{Q} = 4,16 \text{ joule/cal}$, omregnet til vore enheder (M =loddernes masse, g =tyngdeacc, h =faldhøjde, Q =cal). Joules arbejdsenhed var en footpound = det arbejde, der kræves for at løfte 1 eng. pund 1 eng. fod. Hans kalorier var oven i købet kalorier til fahrenheitgrader. Hvert forsøg bestod i 20 fald af lodderne, idet han trak lodderne op, uden at vandet omrørtes. Den totale temperaturstigning efter de 20 fald var ca. $\frac{1}{2}^{\circ}$ Fahrenheit = ca. $\frac{1}{3}^{\circ}$ C. Langt om længe blev Rumford moderne igen. Rumford havde ment, at varme består i stofpartiklernes vibrerende bevægelse. Joule ville snarere sige, at varme er en energiform, at mekanisk energi ved arbejde og gnidning omsættes til varme. Men resultatet er det samme. Også Rumfords forsøg gjorde det i princippet muligt at bestemme varmens mek. ækv., idet én hest kunne holde boret i gang, og vandet i trækassen kom i kog i løbet af $2\frac{1}{2}$ time. Joule kunne heraf skønne, at en hestekraft svarer til ca. 150 cal/sek.

Joule var ikke ene om at vise, at varme er en energiform. Danskeren Ludvig August Colding (1815 - 1888) gjorde sine gnidningsforsøg samtidig med Joule, idet han slæbte en kasse med kanonkugler hen over skinner, hvorefter han målte skinnernes udvidelse ved opvarmningen. I første omgang søgte Colding dog ikke varmens ækvivalent, men ville blot påvise en proportionalitet mellem arbejde og varmemængde. Det er egentlig tilstrækkeligt til at vise, at mekanisk energi kan omsættes til varme under bevarelse af energi. Også Colding går nemlig ud fra en slægs energiprincip: "Naturkræfterne (=energierne) ere selv ophøiede over Forgjængelighed ... og her maatte vi dog have Midlet til at erholde et uomstødeligt Beviis for eller imod Kræfternes Uforgjængelighed." (Indledning til: Nat.vid. Betragtninger). Joule havde draget en lignende slutning: "Naturens store handlingsprincipper er i kraft af Skaberens vilje uudslettelige ... for enhver mekanisk energi, der forbruges, vinder man altid nøjagtig den tilsvarende mængde varme." (Works. I, 158). Man ser således, at forsøgene virkelig havde til formål at skabe enhed i fysikken ved princippet om energiens bevarelse. Det endelige resultat blev smukt formuleret i al sin almindelighed af Hermann Helmholtz (1821-1894) i 1847 i et foredrag: "Über die Erhaltung der Kraft" = Om energiens bevarelse. Princippet om energiens bevarelse har for første gang lagt et enhedsbånd om alle fysikkens discipliner, fordi det gælder for alle energiformer - alle former, hvori energi dukker op i mekanik, varmelære, el-lære, magnetisme, kemi, ja, selv biologi.

Hvad det sidste angår, bør nævnes, at Helmholtz var fysiolog. Han anvendte energiprincippet også på de levende organismer. En af hans landsmænd, Julius Robert Mayer (1814-1878) havde været den første, før Joule og Colding, til at opstille princippet om energiens bevarelse og at udregne varmens mek. ækv. Robert Mayer var læge, og han anvendte sit princip på energi-omdannelser i organismene. Han bekæmpede den opfattelse, at de kemiske processer i legemet skulle skyldes en særlig "livs-kraft" = "livs-energi". Nej, det var udelukkende de kemiske forbindelsers kemiske energi, der gennem forbrændingsprocesser blev omsat til mekanisk arbejde (i musklerne) og varme.

Lys: Indtil midten af det 19. århundrede er der stadig ét fænomen, der ikke vil lade sig indordne sammen med de øvrige discipliner i fysikken: Lyset. Det undslipper alle forsøg og er helt ubegribeligt. Lyset kan ikke standses - i hvert fald er det så ikke mere lys. Lys kan ikke falde ned, påvirkes ikke af tyngden - i hvert fald ikke efter alt, hvad 19. årh. vidste derom. Lyset afbøjes ikke hverken af elektriske eller magnetiske felter. Lys har øjensynlig ingen ladning, hverken elektrisk ladning eller magnetpoler. Det eneste, man ved på dette tidspunkt siden Fresnel, er, at lys er svingninger, transversale svingninger - men hvad er det, der svinger? De fleste fysikere har vel anet, at lys og elektromagnetisme har noget med hinanden at gøre. Men hvordan?

Michael Faraday var en af dem, der tænkte over det, og som den eksperimentalfysiker, han var, gjorde han forsøg (1845), alt sammen mislykkede forsøg. Han sendte polariseret lys gennem magnetfeltet fra store elektromagneter og satte gennemsigtige genstande i magnetfeltet. Og så prøvede han, om polarisationsretningen, altså svingningsretningen, var drejet, ved at lyset havde gennemløbet feltet. Han undersøgte nemlig den udtrædende lysstråle gennem en analyser, der var indstillet til ikke at slippe lys med den oprindelige polarisationsretning igennem. Men Faraday så intet lys. Alle forsøg var negative, indtil han prøvede med et stykke tungt blyglas og lod lyset gå i magnetfeltets retning. Nu kom der lys gennem analysatoren - magnetfeltet havde drejet lysets polarisationsretning. Dette er Faraday-effekten. Den viser, at lys har noget at gøre med elektromagnetisme. Gennem mediet påvirkes lyset af magnetisme. Senere lykkedes det for Faraday at vise effekten, når lyset løber gennem vand eller andre væsker i et rør, der ligger på langs inde i en lang, lige elektromagnet.

Faradays præstation er et skoleeksempel på, hvad nogle har udkåret til at være DEN naturvidenskabelige metode - som om der kun fandtes den samme:

FYSIKTIPS

DANMARKS FYSIKLÆRERFORENING

Målbevidst udtænker man forsøg for at afprøve en hypotese. Har man held, gør man nye forsøg for at få flere oplysninger. Men ved Faradays metode og kendskab til Faraday-effekten var vi aldrig blevet meget klogere på sammenhængen mellem lys og elektromagnetisme. Alligevel har 19. århundrede afsløret ganske præcist, hvad lys har at gøre med elektromagnetisme, helt uden om de gennemsigtige medier, altså også gældende for tomrum. Men dette store resultat opnåedes ad en helt anden vej:

For at begynde "nedefra" foreslog tyskerne Carl Friedrich Gauss (1777-1855) og Wilhelm Weber (1804-1891) enheder for elektriske og magnetiske størrelser. Nu gælder Coulombs lov $F = c \cdot \frac{q_1 q_2}{2}$ både for elektricitet og magnetisme.

Som enhed for ladning vælger man da den ladning, som to små kugler må have, for at de i én enheds afstand fra hinanden skal frastøde hinanden med én enhed af kraft. Denne enhed kaldes 1 ese (elektrostatisk enhed af ladning). I 1832 definerer Gauss 1 eme som styrken af to magnetpoler, der i enhedsafstanden frastøder hinanden med én kraftenhed. Men nu har Ørsted og Faraday vist, at der er forbindelse mellem elektricitet og magnetisme. Der er altså et forhold mellem 1 ese og 1 eme, fremkaldt af en el-ladning. Det kan bestemmes ved forsøg, og det gjorde Wilhelm Weber og Rudolf Kohlrausch i 1856. De opladede en leidnerflaske. En lille, kendt brøkdelf af ladningen bragte de over på en kugle i en snøvægt. Ved at måle kraften kunne de måle ladningen i ese. Resten af ladningen på leidnerflasken jøg de gennem en slags galvanometer: nogle vindinger omkring en kompasnål (en boussole). Ved leidnerflaskens udladning går et strømstød gennem vindingerne, der giver et spark til kompasnålen; nålens udslag angiver, måler, den ladning, der er jaget gennem vindingerne. Ved at anvende læren om elektromagnetismen kunne Weber og Kohlrausch udregne forholdet:

$$1 \text{ eme} : 1 \text{ ese} = 155.370.000 \text{ m/s}$$

Nu "brænder tampen". For det første viser det sig, at forholdet tilfældigt har dimensionen hastighed. For det andet havde Weber og Kohlrausch ikke helt rigtigt begreb om elektrisk strøm (de kendte intet til elektroner). For at rette deres fejl op, skal vi bare gange deres resultat med 2. Vi får da

$$310.740 \text{ km/sek},$$

og så gik det op for - ikke Weber og Kohlrausch, men for en anden tysker, Gustav Kirchhoff (1824 - 1887), at det var lysets hastighed! Tilbage til England! James Clerk Maxwell (1831 - 1879) siddende ved sit skrivebord, læsende om Faradays mærkelige ideer om elektriske og magnetiske kraftlinier i rummet og deres mærkelige ændringer som bølger, spørger sig selv: Hvis man nu ændrer feltet, hvor hurtigt udbreder sådan en bølge sig? Så får han nys om Webers og Kohlrauschs forsøg. Han går i gang, og i 1864 udleder han, at ændringer i det elektromagnetiske felt udbreder sig med lysets hastighed. Og han slutter: "Den hastighed

for transversale bølger i vort hypotetiske medium, som vi beregner ud fra d'hr. Kohlrausch og Webers elektromagnetiske forsøg, stemmer så nøje overens med den lyshastighed, som man beregner ud fra herr Fizeaus optiske forsøg, at vi næppe kan unddrage os den slutning, at lys består af transversale bølger af det samme medium, som er årsag til elektriske og magnetiske fænomener." (On Physical lines of Force. Papers I, 500). Og han bemærker, at man i W. og K.'s forsøg ikke brugte lys til andet end at aflæse instrumenter. Alligevel kom lysets hastighed ud af deres forsøg!

Svingninger i de elektriske og magnetiske felters styrke udbreder sig altså med lysets hastighed. Er disse svingninger måske lysets svingninger? Præcis for 100 år siden udgav Maxwell en fuldstændig afhandling om elektromagnetisme; han udledte deri, at elektromagnetiske svingninger opførte sig helt som lys.

Lyslære og elektromagnetisme er nu svejset sammen med en ret forbavsende historisk "svejsetang" - vidt forskellig fra DEN naturvidenskabelige metode.

Endelig gjorde tyskeren Heinrich Hertz (1857-1894) i årene 1881-87 forsøg med at udsende og opfange

elektromagnetiske svingninger. Han lod en gnist springe over mellem to messingcylindre med kugleformet hoved. Gnisten farer frem og tilbage med en frekvens, bestemt især af cylinderens dimensioner (kapacitet). Gnistens frem- og tilbagegående bevægelse frembringer elektromagnetiske svingninger, og dem kunne han opfange med antenner af forskellig form, forsynet med et lille gnistgab, hvori der fremkom ganske små gnister.

For at forstærke strålingen satte han paraboliske skærme op med sender og antenne i brændlinien. I en lang række forsøg viste han, at disse bølger - disse stråler - har alle lysets karakteristiske egenskaber: retliniet udbredelse, tilbagekastning, brydning i et prisme, absorption, skyggedannelse, polarisation.

Omsider havde også lyset fundet sin plads i sammenhæng med elektromagnetismen - i form af strålende elektromagnetiske felter. Og dermed var den sidste af fysikkens discipliner gået op i den højere, fælles enhed.

Aug. Ziggelaar.

Foredraget var ledsaget af demonstrationer med apparatur, der så nært som muligt, dels illuderede som de oprindelige historiske apparater (deriblandt en nøjagtig kopi af svovlkuglen i sin kunstfærdigt udskårne kasse), og dels viste princippet i forsøgene (eksempel: "Faradays ring" fremstillet af Leyboldspoler på lamelleret jernkerne). I forståelse med foredragsholderen er selve forsøgsbeskrivelserne udeladt.

(Ingolf Andersen)