

NATUREN OG DENS KRÆFTER.
ELEKTRICITET.
ELEKTRICITET VED GNIDNING. ELEKTRISK FORDELING.

Når vi undersøger de historiske Kilder, så viser det sig, at de første Spor til det, vi kalder Elektricitet, findes hos Grækeren Thales, c. 600 År f. Chr., den samme som efter alt at dømme også var den første, der kendte noget til Magnetisme; han fandt, at man ved at gnide Rav, hvis græske Navn er Elektron, med en tør ulden Klud skaffer Ravet Evnen til at trække små, lette Ting som Papirstumper, Vatklumper, Hår o.s.v. til sig, men denne Evne går hurtig tabt igen. Ved fornyet Gnidning fremkaldes denne Tiltrækningsevne påny for en kort Tid o. s. fr. Ravet siges ved Gnidningen at være gjort elektrisk, at besidde Elektricitet (efter Ordet Elektron).

I over to Tusinde År kom man ikke videre; først den engelske Dronning Elisabeths (†1603) Livlæge Gilbert tog fat på disse Fænomener igen og førte dem videre frem, og nu gik det hurtigere fremad, men det er dog først fra Begyndelsen af dette Århundrede, at de *elektriske Strømme* er blevne bekendte, og ved Århundredets Slutning kan vi se tilbage på en Udvikling så mægtig, så overvældende, at noget Sidestykke næppe kendes. Vi behøver blot at minde om elektriske Ringeapparater, elektriske Ure, elektrisk Belysning, Telegrafien, Telefonen, Forgyldning, Forsølvning, Fornikling etc., billig Fremstilling af Aluminium, elektriske Både, Jernbaner og Sporvogne osv. osv., for at det kan stå klart, at det er en storartet Udvikling, der har gået for sig, og en Udvikling, der viser, til hvor stor Nytte Videnskaben kan være Menneskeheden. Når der foreligger en ny videnskabelig Opdagelse, så er der grumme mange, der straks styrter til med Spørgsmålet om, hvad Nytte den kan gøre; i mange Tilfælde springer Nyttens straks i Øjnene, i andre Tilfælde kan man ikke opdage den, men derfor kan den godt være til Stede, og der er utallige Eksempler på, at »mange Bække små gør en stor Å«. Hvem tænkte vel egentlig på, da den første, ufuldkomne Telefon kom frem i Halvfjerdserne, at Telefonnet ti År senere vilde være spændt ud over Byernes Tage, forene By med By, Land med Land, og gøre det muligt nye ti År senere at stå i Kjøbenhavn og tale med Folk i Stockholm. Men Enden er ikke endda: når Kullagene i Jorden efterhånden svinder væk, og Dampmaskinen må trække sig tilbage, fordi det er for dyrt at fyre med Kul, så må Vindens og det rindende Vands Kraft udnyttes i mange Gange stærkere Grad end nu, og her kommer Elektriciteten os til Hjælp som det eneste, der kan gøre det muligt at flytte de store Arbejdskræfter fra de Steder, hvor de stiller sig til Menneskenes Tjeneste, og hen til de Steder, hvor vi mest økonomisk kan udnytte dem.

Med alle disse Ting kommer vi til at beskæftige os i det følgende, men vi må gå langsomt fremad, når vi vil have den fulde Forståelse af Fænomenerne, og foreløbig holder vi os til simple elektriske Forsøg, som vel kan kaldes Snurrepiberier i en vis Forstand, men som bidrager til at åbne vore Øjne for Naturens Kræfter og skærpe Appetitten efter mere.

Der er naturligvis udtænkt en Mængde simple Forsøg over Elektricitetsfrembringelse ved Gnidning; i den sidste Tid har en Professor Frederik Busch nede i Tyskland samlet en hel Del af den Slags; i det følgende vil vi nævne en Række Forsøg, som enhver let kan anstille.

1. Man lægger et Stykke Papir eller et Brevkort imod en varm Kakkelovn eller holder det over en Lampe, lægger det så på et Bord eller imod en Væg og stryger det nogle Gange med den tørre Hånd eller endnu bedre med et Stykke Pelsværk, og det hefter da ved Bordet eller ved Væggen, og i sidste Fald bliver det hængende af sig selv ved Væggen i nogen Tid, men falder så tilsidst ned. Trækker man det nylig strøgne Papir forsigtig bort fra Underlaget, hører man en svag Knitren.

Opvarmningen tjener til at udtørre Papiret; men det varer ikke længe, så har det igen suget Fugtighed til sig fra Luften og må tørres igen på Ovnen, når man vil gøre et nyt Forsøg.

2. Stryges et Stykke tørret Papir på den omtalte Måde i Mørke, kan man, når man nærmer en Finger til Papiret, se små Gnister springe over imellem Papiret og Fingeren. Man kan også tage et Knivsblad i Hånden og nærme dets Spids til Papiret; en lille Gnist viser sig da.

3. Når man har trukket det nylig gnedne Papir fra Væggen og atter nærmer det hen dertil, drages det imod Væggen og kan hænge sig fast til den. Nærmer vi Papiret op imod vor Hånd, som vendes med Oversiden nedad, går det til Hånden og bliver hængende ved den, som om det ingen Vægt havde.

4. Fører vi det varmede og gnedne Papir henimod lange Hår på Hovedet, rejser disse Hår sig og strækker sig imod Papiret.

5. Nærmes Papiret til små Papirstumper, der ligger på Bordet, kommer disse Stumper i livlig Bevægelse imod Papiret og danner som en Bro imellem dette og Bordet. Særlig tages små Silkepapirs-stykker, der kan være klippede ud som små Mænd på 1 a 2 Tommers Længde. Små Totter Vat flyver imod det elektriske Papir i et Kvarter Afstand og mere.

6. Til Randen af et elektrisk Stykke Papir bringes en lille Silkepapirsmand, og han bliver hængende; til ham kan man atter hænge en anden lille Mand, til denne igen en osv.

7. Vi bringer en Spadserestok eller en Ildtang til at balancere over Ryggen på en Stol; nærmes et elektriseret Brevkort eller Papir til Stokkens eller Tangens ene Ende, ser man, at denne går henimod Papiret, og man kan således få Stokken til at svinge op og ned, ja til at falde af, skønt man ikke har rørt ved den (Fig. 30).

En endnu bevægeligere Balance skaffer man sig således. Af et Brevkort eller et andet Stykke tykt Papir skærer man en Strimmel på et Par Linjers Bredde og borer et Hul i Midten med en tyk Nål; derpå lader man en lille Klat Lak falde ned over Hullet, og fra den anden Side trykker man en lille

W
W
W
S
S
S
N
N
N
O
O
O
K
K
K

ELEKTRICITET.

Fordybning op i Lakken, førend den er bleven hård, ved Hjælp af en Strikkepind, som er befugtet med lidt Olje.

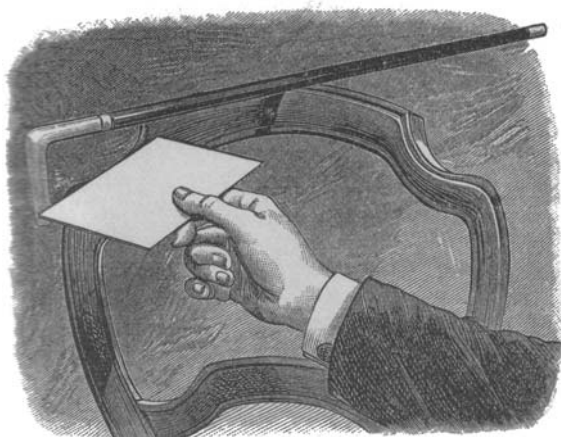


Fig. 30.

Strimlen sætter man så ned på en Synål eller Stoppenål, der er stukket fast i et Brædt, idet den bringes til at hvile derpå med den lille Lakhætte; ved at klippe af i den ene Ende får man let Strimlen til at svæve i vandret Stilling på Nålespidsen. Dette er et meget fintmærende lille Apparat et *Elektroskop*, med dette Navn betegner man nemlig de Apparater, simple såvel som mere sammensatte ved Hjælp af hvilke man kan påvise Tilstedeværelsen af Elektricitet. På Grund

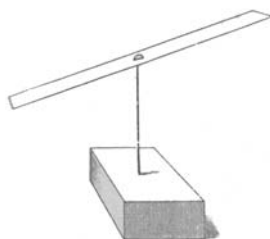


Fig. 31.

af vort lille Apparats Form kalder man det også for den *elektriske Nål*. Mest fintmærende er den, når Papirstrimlen, »Nålen«, laves af to Stykker uægte Guldpapir, der er klistrede sammen med de ubelagte Sider imod hinanden.

8. Blot man trækker en tynd Strimmel Papir én Gang imellem en tør Pege- og Tommelfinger, og så nærmer den hen til den ene Ende af den svævende Strimmel (Fig. 31), kommer denne i Bevægelse. Det samme sker, når man nærmer et Stykke opvarmet Papir, som man har slået et Par Gange med et Stykke Pelsværk. Ja endog når man trykker den flade Hånd på et godt opvarmet Papir, der ligger på Bordet, bliver det så elektrisk, at det får Elektroskopets Strimmel til at bevæge sig. Ikke alene ved Gnidning, men også ved Tryk og Slag kan man altså gøre Papiret elektrisk.

9. Varm en Lakstang lidt og gnid den med et Stykke Tamil Skind; den bliver da stærkt elektrisk; den trækker Uldtøtter, Papirstumper osv. til sig, og den sætter, når den nærmes til Elektroskopet, der er vist i Fig. 31, den balancerende Papirstrimmel i livlig Bevægelse.

10. Varm en Glasstang eller et Glasrør og gnid det med et Stykke varmt Uldtøj, og det samme viser sig. I Fig. 32 ses små Hyldemærskugler, som springer op imod et således gnedet Glasrør. — Føres en Kno langs en stærk elektriseret Glasstang i meget lille Afstand derfra, høres der en Knitren, og i Mørke kan man se små Gnister springe over.

Fører vi en elektrisk Glasstang tæt hen over Ansigtet, er det,

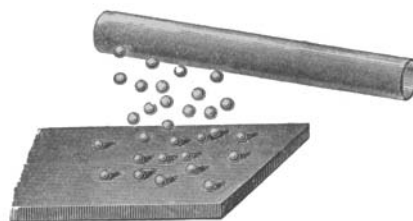


Fig. 32.

som om man fik Spindelvæv i det; denne Fornemmelse hidrører fra, at de fine Hår på Huden bevæger sig, fordi de drages imod Glasstangen.

Til sådanne elektriske Forsøg er almindelig grønt Glas det bedste; af hvidt Glas er navnlig det bøhmiske godt; et Lampeglas kan bruges.

Til Gnidning af Glas egner et Stykke blødt Læder med et Amalgam på sig bedre end Uld. Et Amalgam er en Blanding



Fig. 33.

af Kviksølv og et eller flere andre Metaller; man bærer sig bedst ad på følgende Måde for at få et godt Amalgam. I en Smeltedigel eller en Smelteske af Jern kommer man 1 Vægtdeel Zink og 1 Vægtdeel Tin og smelter dem; samtidig opheder man 2 Vægtdele Kviksølv i et Jernkar, og ned i dette Kviksølv heldes det smeltede Zink og Tin, og der røres stærkt rundt med en Jernpind. Massen heldes så ud i en StenMorter. Amalgamet er nu kornet, men stødes derpå fint; dette kan også ske på et Stykke Papir med en Hammer. Når Amalgamet skal smøres på Læderet, overtrækkes eller indgnides dette først med en lille Smule Tælle eller Olje, og da strøs det fine Amalgam på og gnedes ind med en Korkprop. Den uvøvede bør dog ikke give sig af med en sådan Tilberedning, men

må hellere købe lidt Amalgam eller nøjes med det af Tin og Kviksølv bestående Amalgam, som kan skrubes af et Stykke gammelt Spejlglas. — Gnidningen går for sig på den Måde, som angives i Fig. 33.

Hyldemarv får man om Vinteren af de et År gamle Skud på Hylden, idet man spalter Træet fra i Striber med en god Kniv. Man skærer Kuglerne ud med en Kniv og ruller dem imellem Hænderne. I Stedet for Hyldemarv kan man også bruge Kork, som først skæres grovt til Kugler og så files af; det kommer ikke så meget an på, at de er nøjagtige Kugler, som på at de ikke har Hjørner og Kanter. — Man kan endelig også bekvemt benytte runde, hule Balloner, som er lavede af fint engelsk Silkepapir; de er et Par Tommer eller mere i Størrelse og hænges op i Silketråde.

11. Vi vender atter tilbage til Papir og gnider to Stykker varmt Papir med Hånden; derpå tager vi dem op og tager med to Fingre fat på dem ved de sammenlagte Hjørner (Fig. 34). De går da fra hinanden og bliver fra hinanden, selv om de føres frem og tilbage i Luften; men gradvis nærmer de sig

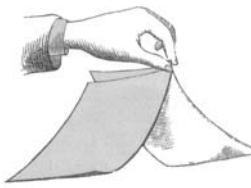


Fig. 34.

dog til hinanden og falder til sidst helt sammen.

12. Vi gnider et Stykke varmt Papir med Hånden og deler det hurtig i to Dele med en skarp Kniv; derpå tager vi de to Stykker op, som vist i Fig. 34, og de frastøder hinanden.

Forsøgene 11 og 12 lærer os, at Papirsblade, som er elektriserede ganske på samme Måde, frastøder hinanden.



Fig. 35.

13. Vi klipper et Stykke Papir itu i en Mængde smalle Strimler, der dog hænger sammen ved den ene Ende (Fig. 35); vi varmer dem og trækker dem igennem Hånden; de vil da frastøde hinanden og stritte ud fra hinanden.

Når vi nærmer en Hånd til Enderne af Strimlerne, bøjer de sig imod Hånden og falder atter sammen.

At Elektriciteten kan ledes igennem visse Stoffer, men ikke igennem andre, fremgår af følgende Forsøg.

14. Vi hænger en Papirsduk som den nylig omtalte, uden at varme den, på et Stykke Papir, som er varmet, og som nu gnides; man ser da, at de enkelte Striber i Dusken langsomt går ud fra hinanden; de er altså blevne elektriske, og det er Papirbladets Elektricitet, som er gået over i Dusken; fugtigt Papir lader altså Elektriciteten langsomt trænge ind i sig.

15. Hvis Papirsduken hænger i en fin Metaltråd på et Papirsblad eller Brevkort, som elektriseres (Fig. 36), så ser man også, at Dusken kommer til at stritte ud, så at Elektriciteten har kunnet trænge fra Bladet eller Kortet igennem Tråden ned til Dusken.

Gøres det samme Forsøg med en Silketråd eller et langt Hår i Stedet for Metaltråden, kommer Strimlerne ikke til at stritte ud fra hinanden, så at Silketråden og Håret ikke har kunnet føre Elektriciteten til dem.

16. De nylig under 15 omtalte Forsøg gør vi igen, men med den Forskel, at der i Metaltrådens, Silketrådens og Hårets nederste Ende er befæstet en Metalknap, og det viser sig da, at Knappen, som hænger i Metaltråden, får Evne til at trække lette Smålegemer til sig eller virke på den elektriske Nål i Fig. 31, medens Knappen i de andre to Tilfælde ikke kan gøre det.

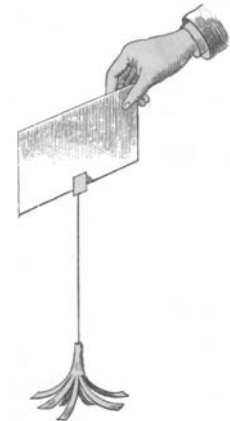


Fig. 36.

17. Vi klipper nogle runde Papirsstykker ud, f. Eks. ved at lægge et Kronestykke på Papiret og klippe rundt langs Kanten; en af de små Skiver hænger vi ved Midten op i en fin Metaltråd, én i en Silketråd, én i et Hår. Vi tager fat i Ophængningen med Fingrene og fører Skiven hen til Berøring med et elektriseret Brevkort; i det første Tilfælde bliver Skiven hængende ved Kortet, men i de to andre



Fig. 37.

Tilfælde bliver Skiverne efter Berøringen igen frastødte. Og hvad er da sket? I det første Tilfælde ledes Elektriciteten fra Kortet igennem Metaltråden hen til Hånden og derfra ned i Jorden, men i de to andre Tilfælde går noget af Kortets Elektricitet over i Skiven, hvor den bliver siddende, og Kortets og Skivens Elektricitet frastøder hinanden.

Når de i Fig. 32 viste Hyldemarvkugler ligger på en Metalbakke, springer de op og ned imellem det elektriske

Glasør og Metalbakken; rører de nemlig ved Glasset, får de noget af dettes Elektricitet og stødes så bort, men når de så falder imod Bakken, går Elektriciteten over i den og derfra ned i Jorden, og de kan da atter tiltrækkes af Glasset osv.

Fig. 37 viser et ganske morsomt Legetøj, som beror på det nys omtalte. På et Bord ligger en Metalplade, og derpå lægges to tykke Bøger med en Glasplade skudt ind imellem Bladene, således som det tydelig ses på Billedet. Under denne Glasplade lægger man nogle af Papir udklippede Figurer, som ses i forskellige Former og i den rette Størrelse i vort Billede ovenfor; man kan male dem med forskellige Farver, om man ønsker at skaffe lidt Livlighed frem på den Måde. Når man så gnider Glaspladen med et Stykke Uld eller Silke, begynder straks efter Dukkernes Dans op og ned imellem Glaspladen og Bordet; den vedvarer i nogen Tid efter, at man er hørt op med Gnidningen, og tager fat igen efter fornyet Gnidning. — Lettest går Forsøget, når Glaspladen og det, den gnides med, først er opvarmet noget.

18. Læg et Stykke Papir én Gang sammen og én Gang til tværs på den forrige; klip så henne ved Hjørnet, hvor Folderne støder sammen, et Stykke ud af Form som en »Vinkel«, hvilket Stykke, når det atter foldes ud, får Form som en Pil; til højre i Fig. 38 ses den.

Sæt så en Nål lodret ned i en Prop og bring Pilen til at balancere i vandret Stilling på Nålespiden: man trykker ikke Folderne på Papirpilen helt ud og lægger det Sted, hvor Folderne krydser hinanden, på Nålespiden; ved at klippe lidt af i Pilens ene Ende får man den let til at svæve på Nålen.

Man tørrer og varmer da et Vandglas og et Stykke Uld, sætter så Glasset ned over Proppen med Pilen og gnider

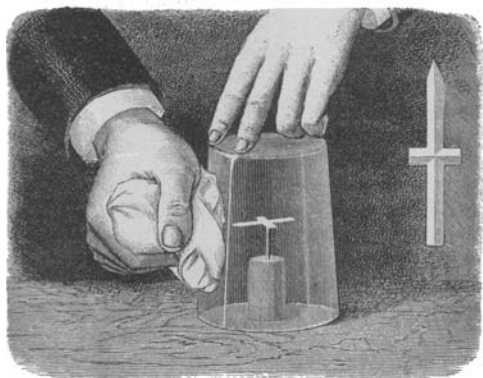


Fig. 38.

Glasset udvendig med Uldstykket. Man ser så Pilen dreje sig hen til en sådan Stilling, at dens lange Arm peger på det gnedne Sted.

På den Måde kan man få Pilen til at vende, hvad Vej man vil, og hvis man gnider Glasset efterhånden helt rundt ved at stryge op og ned ad det, kan man få Pilen til at dreje sig ret hurtigt rundt på sin Spids.

19. Et elektrisk Legeme indvirker på en Vandstråle; Fig. 39 A viser en Vandstråle, som står ud af et snævert Rør, og

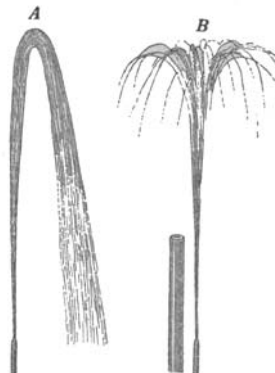


Fig. 39.

Strålen ses at bøje om foroven til højre og falde ned som en bredere, men ret sammenhængende Stråle. Gnider man nu en Glasstang, så at den bliver elektrisk, og holder den hen i den opstigende Stråles Nærhed i Retning med denne (Fig. 39 B så trækker den Strålen til sig. Strålen retter sig lidt op, og det Vand, der før gik ud til en bestemt Side foroven, kommer nu til at stråle ud rundt til alle Sider. Dette er et ganske morsomt og let Forsøg at anstille.

20. Når Silkestråden i de under 15, 16 og 17 nævnte Forsøg gøres våd, så bærer den sig ad, som Metaltråden gør, d. v. s. den leder Elektriciteten. Vand hører altså til Lederne.

Til L e d e r n e for Elektriciteten hører fremfor alt Metallerne, dernæst Vand, Syrer, Saltopløsninger, levende Planter og Dyr. Til Ikke Lederne høre Glas, Lak, Ebonit (vulkaniseret Kautschuck, d. v. s. Kautschuck med en Tilsætning af Svovl; sorte Penneskafter og Kamme laves f. Eks. deraf), tørret Papir, Silke, Hår o. s. v. Men så er der nogle Stoffer imellem disse to Grupper, Stoffer, som leder Elektriciteten langsomt og ikke pludselig igennem sig; sådanne Stoffer, siger man, er Halvledere; det er tørt Træ, Papir, som ikke er særlig tørtet o. a. fl. Dog er Grænsen ingenlunde skarp imellem disse tre Grupper. Glas er således jo nok en Ikke-Leder, men alt Glas beslår sig i Luften med en tynd Hinde af Fugtighed, og denne Fugtighedshinde leder Elektriciteten; først når vi ved Opvarmning og Gnidning har fået denne Hinde væk, er Glasset en Ikke-Leder. Smører man Fernis på Glasset, kommer der ikke nogen synderlig Fugtighedshinde på det, og ferniseret Glas er derfor en særlig god Ikke-Leder. Stoffer, som ikke leder Elektriciteten, når deres Overflade er blank, bliver til Halvledere, ja kan endog komme i Klasse med Ledere, når Overfladen er gjort mat. Glas bliver til en ret god Leder, når det ophedes så stærkt, at det bliver blødt.

Ikke-Ledere kalder man også Isolatorer, fordi når en Leder er elektrisk, og Elektriciteten ikke skal gå sin Vej fra den, må den omgives af IkkeLedere, den må isoleres, altså f. Eks. bæres af en ferniseret Glasfod. Elektriciteten kan da ikke gå ad den Vej ned i Jorden, derimod kunde den jo måske nok gå tabt i Luften; det gør den også gradvis, især når Luften indeholder Støv, og det gør Luft i Almindelighed; men støvfri Luft er en fuldkommen Isolator.

Flammer og Røgsøjler er Ledere for Elektriciteten.

Når vi ser på ovenstående Fortegnelse over de. Stoffer, der er Ledere og Isolatorer, så ser vi straks, at det er Isolatorer, som ved Gnidning bliver elektriske, tørret Papir f. Eks., men ikke fugtigt; Glas, Lak osv. Dog bliver, som vi straks skal se, *alle Stoffer elektriske ved Gnidning* også Ledere, men en Leder, som skal bibeholde den Elektricitet, der frembringes i den ved Gnidning, må være isoleret, og må altså ikke holdes uden videre i Hånden, thi Elektriciteten forsvinder da straks i samme Øjeblik, den er kaldt til Live, igennem Kroppen ned i Jorden.

21. Man befæster en blank Metalknap til den ene Ende af en Lakstang og stryger den så, medens man holder Lakket i Hånden, nogle Gange frem og tilbage imod et Stykke Pelsværk; nærmes Knappen så til den elektriske Nål (Fig. 31), kommer denne i Bevægelse, og et Stykke Papir, der hænger i en Silketråd, bliver tiltrukket og derefter frastødt af Knappen.

Hvis man rører ved Knappen, når den er bleven gnedet med Pelsværket, med en Finger og så nærmer den til den elektriske Nål eller et andet let Legeme, er der ikke Spor af Virkning, hvilket hidrører fra, at dens Elektricitet er gået igennem Finger og Krop ned i Jorden. Hvis man berører et elektriseret Stykke Papir eller Brevkort med en Finger, så går kun Elektriciteten på Berøringsstedet sin Vej, men ikke Resten, fordi Elektriciteten i det Stof ikke har sin frie Bevægelighed.

Til sådanne elektriske Grundforsøg, som vi her beskæftiger os med, egner foruden den elektriske Nål også

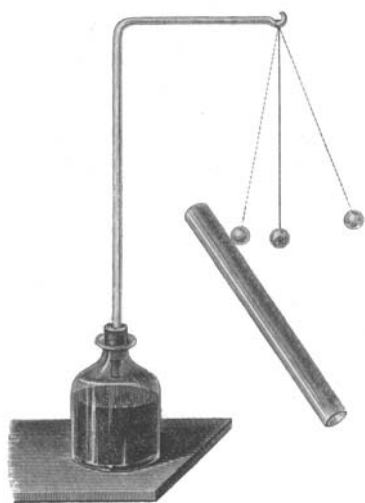


Fig. 40.

det *elektriske Pendul* sig godt (Fig. 40). Det er en Hyldemarskugle, som er hængt op i en Silketråd, der er bunden til en stiv Metaltråd eller en bøjet Glasstang, der tjener som Stativ, f. Eks. derved, at den er sat fast i Proppen på en Flaske; er der Vand i denne, står den bedre fast. Et Glasrør, som er gnedet med en varmet Uldklud eller med et Stykke amalgameret Skind, og som bringes hen i Hyldemarskuglens Nærhed, bringer denne til at slå ud til Siden henimod Glasset, og når den har rørt ved dette og forladt det, så frastødes den af Glasset; følger vi efter med dette, viger Kuglen stadig til Siden. Og således bærer

Kuglen sig altid ad overfor elektriske Legemer. Rører man ved Kuglen, så holder Frastødningen op; den drages igen mod det elektriske Glas eller hvad det nu er for et Legeme, men har der så igen været Berøring imellem dem, får vi Frastødningen påny.

I Stedet for en Hyldemarskugle kan man også anvende en Ballon af Silkepapir.

22. Lad os nu benytte en Glasstang og dertil hørende Gnidetøj, enten Uld eller amalgameret Læder, samt en Lakstang med et Stykke Handskeskind som Gnidetøj. Vi vil da ved Hjælp af det elektriske Pendul erfare, at *der gives to Slags Elektricitet*.

Lad os først nærme den gnedne Glasstang til den ophængte Kugle; denne går da, som vi har omtalt, henimod Glasset, rører derved og bliver derefter frastødt deraf. Men tager vi så Glasset bort og nærmer den gnedne Lakstang til Kuglen, så går Kuglen henimod Lakstangen. Vi ser altså, at Hyldemarskuglen, som er stødt tilbage af ét elektrisk Legeme, *kan* blive tiltrukket af et andet. — Lader vi Kuglen røre ved Lakket, går den straks væk fra det igen og frastødes så af Lakket; men så vil Kuglen blive tiltrukket af den gnedne Glasstang, når denne bringes i dens Nærhed.

23. Vi vil gøre Forsøget på en lidt anden Måde og benytte

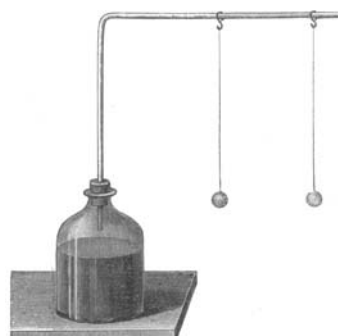


Fig. 41.

to elektriske Penduler; de to Hyldemarskugler kan hænge i Silketråde der er bundne foroven til små bøjede Metaltrådsøjne, som kan skydes hen ad en vandret Stang (Fig. 41).

Vi nærmer en gnedne Glasstang til bægge Kuglerne og får dem bægge frastødte af Glasset; når vi så fjerner Glasset og skyder Trådene sammen foroven, så går Kuglerne *ikke* sammen forneden, men viger ud fra hinanden; de er elektriserede på samme Måde og frastøder hinanden i Overensstemmelse med det, vi har lært af Forsøgene 11, 12 og 13

Vi berører Kuglerne med en Finger, og de falder sammen.

Vi skiller Kuglerne fra hinanden ved at skyde Trådene fra hinanden foroven, og gør samme Forsøg igen, men med den gnedne Lakstang; det Hele går da som før.

Kuglerne berøres igen med en Finger og fjernes foroven.

Vi bringer så den ene i Berøring med den gnedne Glasstang og den anden med den gnedne Lakstang, så at hver nu frastødes af sin Stang. Flytter vi så Trådene langsomt sammen foroven, ser vi, at Kuglerne går sammen, før Trådene foroven er komne tæt til hinanden; Kuglerne tiltrækker nu hinanden.

Det, at vi nu får en Tiltrækning, viser os, at det må være en forskellig Elektricitet, der sidder i det gnedne Glas og i det gnedne Lak; var det den samme, så måtte der komme en Frastødning.

Dersom vi bringer den ene af Kuglerne i Berøring med en med Skind gnedne Lakstang og den anden med en med Skind gnedne Ebonitstang, og så nærmer Trådene til hinanden foroven, går de ikke sammen forned, de frastøder hinanden; altså må Lakket og Eboniten have samme Slags

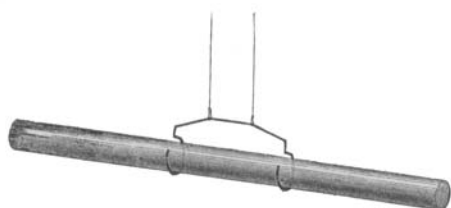


Fig. 42.

Elektricitet.

Vi kan, som det nu let forstås, benytte vort i Fig. 41 afbildede Apparat til at afgøre, om to gnedne Legemer har ens eller forskellig Slags Elektricitet. Fremgangsmåden er altid den, at hver Kugle bringes i Berøring med sit af de to Legemer, og får vi da, når Kuglerne nærmes til hinanden, en Tiltrækning imellem dem at se, har Legemerne forskellig Slags Elektricitet, og ser vi en Frastødning, har de samme Slags Elektricitet.

24. Vi vil nu have de to gnedne Legemer til at virke direkte på hinanden.

Vi bøjer da først et Stykke stiv Metaltråd i en Form som den, der er vist i Fig. 42, så at Glasrøret eller Lakstangen kan få Leje deri på den angivne Måde, og Metaltråden hænges op i to fine parallelle Tråde tæt ved hinanden.

Vi gnider så en Glasstang over det hele og lægger den i Trådbøjlen, så at den ligger vandret. Nærmer man en Hånd eller f. Eks. en Ske, der holdes i Hånden, til en af Stangens Ender, tiltrækkes Stangen. — Også én gnedne Lakstang, der er lagt op i Bøjlen, viser denne Tiltrækning

Men nærmer man en anden gnedne Glasstang til en af Enderne på den Glasstang, som hviler i Trådbøjlen, så stødes denne Ende bort. Nærmer en gnedne Lakstang til en af Enderne på en anden, gnedne Lakstang, der er lagt op i Bøjlen, sker der også en Frastødning. — Nærmer derimod en gnedne Lakstang til den ene Ende af en ophængt, gnedne Glasstang, eller omvendt: en gnedne Glasstang til den ene af Enderne på en ophængt, gnedne Lakstang, så er der Tiltrækning imellem dem.

De Forsøg, som nylig er omtalte, og som er overmåde lette at anstille, har altså vist os, at der er to Slags Elektricitet

til. Den Elektricitet, som Glas får ved Gnidning med Uld, er forskellig fra den, som Lak får ved Gnidning med Skind. Alle andre Legemer får ved Gnidning enten den Slags Elektricitet, som Glas fik, eller den, som Lakket fik. Man har kaldt de to Elektriciteter for henholdsvis *Glaselektricitet* og *Laketektricitet*, men bedre og hyppigere er Navnene *positiv* (+ hvilket betyder »plus«) og *negativ* (− eller —, hvilket betyder »minus«) *Elektricitet*^ hvilken af de to Elektriciteter, man vil kalde det ene, og hvilken det andet, er i og for sig ligegyldigt; Alle må blot være enige i så Henseende, og man er da bleven enig om, at *Glassets Elektricitet skat være den positive, Lakkets den negative*. Hvorledes er man falden på at betegne Elektriciteterne på den Måde? En Mand, der har en positiv Formue, han har en Formue, men den, om hvem det kan siges, at han har en negativ Formue, han har Gæld. En Mand, der har en Formue på 2000 Kr. og tillige en Gæld på 2000 Kr., ejer i Virkeligheden intet; en positiv Størrelse og en ligeså stor negativ Størrelse ophæver hinanden. Og nu er det så, hvad vi senere kommer til at tale nærmere om, at når et og samme Legeme optager lige store Mængder af Glas og af Lakelektricitet, som blander sig sammen i Legemet, så forholder det sig ganske, som om det ingen Elektricitet havde i sig, som om det var uelektrisk. Derfor er Navnene positiv og negativ Elektricitet vel berettigede, men fordi Gæld ikke er så behagelig at have som Formue, må man ikke regne den Elektricitet, man kalder negativ, for at være af lavere Rang end den, man er bleven enig om at kalde positiv.

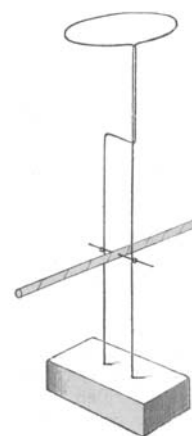


Fig. 43.

Det kan nu have sin Betydning, at man sætter sig godt ind i disse Forhold, og vi vil derfor nævne nogle flere Forsøg, som er lette at anstille.

Til en Del af disse og andre Forsøg er det bekvemt at benytte et lille Apparat, som Professor Busch har lavet, og som er et mere fintmærkende Elektroskop end den *elektriske Nål*, som var afbildet i Fig. 31. Apparatet, som er let at lave, men som et Firma Muller & Meiswinkel i Essen a. d. Ruhr laver i en finere Form for 8 Reichsmark, og hvorfra man kan forskrive det, ser således ud (Fig. 43). På en Fod af Lak f. Eks. eller et andet isolerende Stof står der to stive Metaltråde lodret, en lille halv Tomme fra hinanden; foroven er de forenede på den Måde, som det ses i Figuren, og danner øverst en vandret Ring. Man laver dette Stel af en Tråd på c. 3 Kvarters Længde, idet man begynder med at danne Ringen på Midten; på de to lodrette Fødder har Tråden Øjne, som lettest dannes ved, at den bøjes om en Strikkepind, og disse to Øjne skal være i samme Højde og danne Lejer for en tynd Aksel. Ringen foroven beklædes med Guldpapir, og Fødderne fastgøres i en Klods Lak på den Måde, at man ophæder Enderne og stikker dem noget ned i, men ikke helt

igennem Lakken, som giver sig til at smelte for de varme Metaltråde. Er Lakstykket ikke stort Underlag nok til at bære Stellet, smeltes det fast til en noget større Træplade. — Den Viser, Apparatet skal have, dannes lettest som et Rør af Silkepapir: en Stribe Silkepapir på c. ½ Tommes Bredde vikles skruetformig omkring en tyk Strikkepind, og Enderne klæbes sammen med noget Gummi eller Fiskelim, når Strikkepinden er fjernet. Igennem dette Papirrørs Midte og tværs på Røret stikkes en fin Synål, som bringes til at hvile i de to Øjne på Tråd-stellet; Nålen skal være stukket igennem således, at Papirrøret stiller sig lodret, men dog let kan bringes ud af denne Stilling, så at den ene Endes Overvægt over den anden ikke må være noget videre; er dette ikke Tilfældet straks, kan man stikke Nålen om eller forkorte Røret.

25. Man prøver Apparatets Følsomhed ved at gnide en varmet, tynd Papirstribe med Hånden og nærme den til Papirviseren; denne bliver tiltrukken og kan let hæve sig op til at ligge vandret.

26. Man berører Ringen foroven med et elektrisk Legeme, og straks går Viseren fra den lodrette Stilling om i en skrå. Elektriciteten går nemlig ned i Metalstellet og igennem Synålen over i Papirrøret; de lodrette Trådfødder, og Viseren kommer da til at frastøde hinanden, og derfra hidrører Viserens Udsving. Denne skrå Stilling kan holde sig temmelig længe, særlig i tørt Vejr.

Når vi så berører Apparatet et eller andet Sted med Fingeren, går Viseren tilbage til den lodrette Stilling, thi al Elektriciteten er da ført igennem Kroppen ned i Jorden.

27. At der gives to Slags Elektricitet, viser Apparatet let; man gør det elektrisk på den Måde, som nylig blev nævnt, og Papirrøret får en skrå Stilling. Nu kan vi til Papirrøret langsomt nærme forskellige gnedne Legemer: Glasstangen; Lakstangen; en Militærknop, der er anbragt på Enden af et Stykke Lak; en stiv Metaltråd, der er fastgjort på samme Måde eller indskudt i en Prop, som sidder fast i den ene Ende af et Glasrør; en Ebonitstang o. s. v., altsammen gnedte; også f. Eks. et i en Silke-tråd hængende Æble, som slæes med et Stykke Pelsværk. Man vil da, så længe Røret står skråt, enten se en Tiltrækning eller en Frastødning, og da vi ved, at ensartede Elektriciteter frastøder hinanden, men uensartede tiltrækker hinanden, så får vi derved at vide, om disse gnedne Ting har samme Elektricitet som den, der er i Apparatet, eller den modsatte.

Da det elektriske Papirrør virker tiltrækkende på og tiltrækkes af et uelektrisk Legeme, så vil den Omstændighed, at Papirrøret tiltrækkes af et Legeme, som bringes i dets Nærhed, ikke tyde bestemt på, at dette Legeme har den modsatte Elektricitet; det kan også være uden nogen Elektricitet. Dog kan man i Reglen nok skønne Forskellen, thi et uelektrisk Legeme må meget nær hen til det elektriske, for at der skal ytre sig nogen Tiltrækning.

Det er negativ Elektricitet, et Stykke varmet Papir får ved Gnidning med Hånden; men Papiret får positiv Elektricitet, når det gnides med et Stykke Vidskelæder.

28. Når to Stykker tørt Papir er gnedne, det ene med Hånden og det andet med et Stykke Vidskelæder, og de så

nærmes til hinanden, udøver de en kraftig Tiltrækning på hinanden.

29. Når et let elektrisk Pendul, f. Eks. en lille Papirsskive, som hænger i en Silke-tråd, bringes ind i Rummet imellem de to i 28 omtalte Papirsstykker med modsatte Elektriciteter, giver det sig til at svinge frem og tilbage, stødende skiftevis imod de to Papirsstykker.

30. Man kan også på følgende simple Måde skaffe sig to Stykker Papir med modsatte Elektriciteter. Man lægger dem varmede ovenpå hinanden og gnider det øverste med Hånden; de tages *samlede* bort fra Bordet eller Væggen og skilles derpå ad; da er det ene, det, som var øverst, negativ elektrisk, det andet positiv elektrisk.

De to Papirsblade tiltrække hinanden; et let elektrisk Pendul svinger frem og tilbage imellem dem; begge drages imod en Hånd, som nærmes til dem. Hvis vi »lader« vort Elektroskop med Elektricitet ved Hjælp af det ene Blad Papir, så at Viseren kommer til at stå skråt og nu vil frastødes af dette Blad Papir, så vil det andet Blad udøve en Tiltrækning på den. — Havde man først taget det ene Papir op, og derpå det andet, vilde de begge være negativ elektriske; de frastøde hinanden.

31. Nu efter at man har lært at fremstille det lette Metal Aluminium billig, kan man let få noget Bladaluminium —

meget tyndt Aluminium ligesom Bladguld — tilkøbs. Man kaster en Del Stykker af dem op i Luften og holder en gnedne Glasstang ind imellem dem; de fare da imod Stangen og stødes derpå atter væk fra den, og følger man efter med Stangen, jages Bladene videre på Flugt. Det samme sker, når man benytter en gnedne Lakstang. Men tager man både en gnedne Glasstang og en gnedne Lakstang, kaster de lette, flagrende Metalblade op i Luften og holder de to Stænger parallelt med hinanden ind imellem dem (Fig. 44), så ser man, at begge Stænger trækker Blade til sig og støder dem bort igen, og de Blade, som har rørt ved den ene Stang, drages over imod den anden. Bladene støder let undervejs imod hinanden, og enten følges de så ad den ene eller den anden Vej, eller preller af fra hinanden og går begge tilbage, hvor de kom fra. Virkningen varer dog ikke længe.

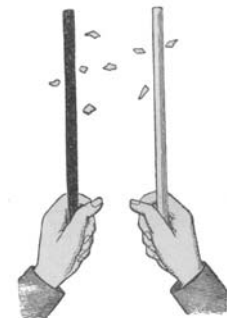


Fig. 44

Til Gnidning hører der to Legemer: et, som gnides, og et, hvormed der gnides. Nu er det så, at hvad enten f. Eks. en Lakstang gnides med et Stykke Skind, eller man har Skindet liggende stille og gnider det med Lakstangen, bliver Lakken altid elektrisk, Det ligger da nær at antage, at begge de Ting, der ere med til Gnidningen — både Skindet og Lakken — bliver elektriske, og således er det også; og det er så, at *det ene af dem altid bliver positivt, det andet negativt elektrisk*. De får tilmed lige store Mængder af disse to Elektricitetsarter.

W
W
W
S
V
N
O
E
D
K

ELEKTRICITETEN.

Det er altså umuligt at frembringe en vis Mængde positiv Elektricitet ved Gnidning, uden at man samtidig frembringer en ligeså stor Mængde negativ Elektricitet; hver Slags kommer i sit af de to Legemer. Når man ikke altid mærker noget til Elektriciteterne i begge de Ting, som deltager i Gnidningen, så ligger det i, at vi i Reglen holder dem i Hænderne, og hvis nu Elektriciteten kan bevæge sig i en af Tingene, hvis denne med andre Ord er en Leder eller blot en Halvleder for Elektricitet, så går den fremkaldte Elektricitet øjeblikkelig eller næsten øjeblikkelig ned i Jorden igennem Hånd og Krop, og vi får da slet ikke at vide, om den overhovedet har været til Stede. Her skal nu i det følgende nævnes nogle Forsøg, der gør os Sagen klar.

32. Gnider man en Glasstang med et tykt Stykke Guttaperka på den Måde, som Fig. 33 (Side 30) viser, så vil en Hyldemærskugle, der har været i Berøring med Glasstangen og nu frastødes af den, tiltrækkes af Guttaperkaen, og når den har rørt herved og er bleven stødt tilbage, tiltrækkes den af Glasstangen o. s. v. Glasset og Guttaperkaen har altså modsatte Elektricitets-Arter.

33. Har vi det i Fig. 43 (Side 38) afbildede Elektroskop, og dette er ladet f. Eks. med negativ Elektricitet ved Hjælp af et Stykke Papir, der er gnedet med Hånden, så vil det vise sig, at når den i 30 nævnte Glasstang nærmes til Viseren, er der en Tiltrækning, men nærmes Guttaperkaen, kommer der en Frastødning.

Forsøgene 32 og 33 kan også gøres ved at gnide Glas med Silke.

34. Vi gør Forsøget 33 med Papir, som gnides med et Stykke Gummi; Papiret viser sig at være positivt, Gummiet negativt elektrisk, thi det første trækker Viseren til sig, det sidste støder den bort.

35. Gnider vi et Stykke tørret Papir med Hånden, medens vort Legeme er isoleret fra Jorden, så vil vort Legeme blive positivt elektrisk, og Papiret er jo. som det før er sagt, negativt elektrisk. Vi kan blive isolerede fra Jorden enten ved at have et Par tørre Gummigalocher på Fødderne eller ved at stille os op på et Brædt, som ikke må være videre ru, og som hviler på fire Vandglas, der er varmede godt igennem lige i Forvejen. At vort Legeme er positivt elektrisk, ser vi deraf, at når en Finger nærmes til Viseren i vort Elektroskop, som er ladet med positiv Elektricitet, stødes Viseren bort.

Hvilken Slags Elektricitet en Ting får ved Gnidning, det beror ikke alene på Tingens selv, men også på Beskaffenheden af det, den gnides med, og som Hovedregel har man fundet, at man kan opstille Legemerne i en Række, om hvilken det gælder, at et af Leddene i Rækken bliver positivt elektrisk ved at gnides med et, der står længere nede i Rækken — og altså a negativt elektrisk ved at gnides med et af de foregående. En sådan Række er:

Pelsværk,
Uld,
Elfenben,
Glas,
Metallerne,
Svovl,
Lak.

Men Forholdene er dog noget usikre, og navnlig vil en noget forskellig Beskaffenhed af Overfladen kunne bringe helt andre Forhold frem, end man skulde have ventet. Således bliver vel blankt Glas positivt elektrisk, når det gnides med Uld, men mat Glas bliver negativt; Glas bliver negativt ved at gnides med Katteskind o. s. v. Når to ganske ens Legemer har forskellig Varmegrad, og de så gnides imod hinanden, bliver det varmeste i Reglen negativt, det koldeste positivt elektrisk. Gnidemåden har Betydning, thi når to ens Silkebånd gnides imod hinanden på samme Måde, som man stryger en Violin med en Bue — altså på det ene er det hele Tiden samme Steder, der deltager i Gnidningen, på det andet er det altid nye Steder — så bliver det Bånd, der er som Violinen, negativt, og det, der er som Buen, positivt elektrisk. Også Farven spiller en Rolle; i gamle Dage gik rige, lærde Folk med Silkestrømper; en sådan Mand gik til daglig med hvide Silkestrømper, men en Gang, han fik Sorg, måtte han have de sorte på; da det imidlertid var koldt i Vejret, trak han de sorte ovenpå de hvide, og da viste det sig en Aften, da han rask trak de sorte af, at der imellem dem og de hvide kom en lille Gnist frem, som tyder på Udvikling af Elektricitet.

Vi vil nu omtale et Fænomen nærmere, som hedder *den elektriske Fordeling*, og som den, der har anstillet en Del af de omtalte Forsøg, allerede har haft med at gøre. Vi vil straks nævne, hvad man forstår ved den elektriske Fordeling. De nedenfor nævnte Forsøg viser, at når et Legeme er uelektrisk, så har det i Virkeligheden både positiv og negativ Elektricitet i sig, men de er til Stede i lige store Mængder og blandede sammen igennem hele Legemet; der bliver da ingen elektrisk Virkning udadtil fra Legemet. For at blive i et tidligere Billede: En Mand, der hverken har Formue eller Gæld, er stillet på samme Måde som en, der har en stor Formue, men en ligeså stor Gæld. — Men disse to sammenblandede Elektriciteter kan man få skilt ud fra hinanden, og det er det, man mener med en elektrisk Fordeling; denne forudsætter, at Elektriciteterne kan flytte sig i Legemet, og dette må derfor være en *Leder*.

Vi går nu over til Forsøgene.

36. En svær Metaltråd opvarmes på Midten og trykkes så

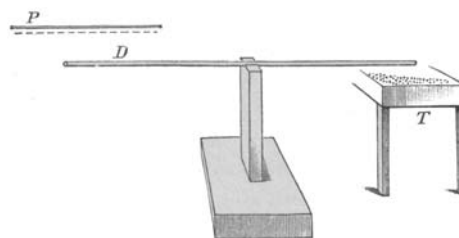


Fig. 45.

ned i et Stykke Lak, som derefter fastsmeltes til et vandret Brædt, der tjener som Fod Til Trådens ene Ende *D* (Fig. 45) nærmer man et gnedet Kortblad eller Papir *P*, der, hvis det

er gnedet med Hånden, er negativ elektrisk; *P* må ikke røre ved Tråden og heller ikke komme den så nær, at der springer en Gnist over imellem dem. Man erfarer da, at så længe det elektriske *P* holdes nær Stangens ene Ende, har den anden Evnen til at trække lette Smålegemer som Uld- og Vattotter til sig, så at den altså må være elektrisk. Men tager man *P* bort igen, så er der ingen Tiltrækning mere at spore.

Forklaringen herpå er følgende: det negativ elektriske *P* virker fordelende, adskillende på de to Elektriciteter, positiv og negativ, som den uelektriske Metaltråd indeholder; den trækker af disse to den positive hen i sin Nærhed (ved *D*), men støder den negative bort fra sig, d. e. hen til Stangens anden Ende, og det er da denne negative Elektricitet, som drager de lette Smålegemer til sig. Fjernes nu *P*, så er der ingen Grund til, at Trådens positive og negative Elektricitet skal blive siddende hver i sin Ende af Tråden; tværtimod: de tiltrækker hinanden og blandes derfor straks igen, d. e. Tråden bliver atter uelektrisk!

Her er der imidlertid endnu noget, som må bevises ad Eksperimentets Vej.

Vi må vise, at der, når Papiret er negativ elektrisk, kommer positiv Elektricitet i Metaltrådens nærmeste og negativ i dens fjerneste Ende. Vi skal nu i det følgende se, hvorledes man godtgør denne Ting, og tillige lære andre nemme Forsøg over den elektriske Fordeling at kende.

37. Foruden det nylig omtalte og i Fig. 45 afbildede lille Apparat benytter vi f. Eks. en blank Soldaterknap, der sidder fast i Enden af en Lakstang, og vort i Fig. 43 (Side 38) afbildede Elektroskop (man ser det også i Fig. 47).

Elektroskopet gør vi f. Eks. negativt elektrisk ved at berøre det med et med Hånden gnedet Papir, og Papirrøret stiller sig jo derved i en vis skrå Stilling.

Vi frembringer derpå Fordelingen i Metaltråden, så at vi har den Tilstand, som Fig. 45 angiver. Metalknappen bringes så f. Eks. først i Berøring med Trådens fjerneste Ende der, hvor Tiltrækningen af Smålegemerne finder Sted — stadig må vi holde Papirbladet *P* på sin Plads! Knappen føres dernæst hen til Elektroskopets Papirrør, og vi ser dette blive stødt tilbage af Knappen, så at Knappen må have samme Slags Elektricitet som Papirrøret, og det er jo negativt.

Efter at Knappen er bleven berørt med en Finger og derved gjort uelektrisk, bringer vi den i Berøring med Metaltrådens nærmeste Ende *D* — måske er det nødvendigt først at gøre Papiret *P* elektrisk igen ved at varme det og gnide det med Hånden, thi det har måske tabt sin Elektricitet efterhånden. Føres Knappen så hen til Elektroskopets negativt elektriske Papirrør, drages dette henimod Knappen, og denne har altså positiv Elektricitet.

Hvis man ikke har Elektroskopet til sin Rådighed, så kan man også her hjælpe sig med en let Hyldemarvskugle i en fin Silkestråd (Fig. 40 Side 35) og gøre den f. Eks. Negativ elektrisk ved Berøring med et stykke gnedet Papir eller med en Lakstang, der er gnedet med et Stykke Skind; Metalknappen skal så de to Gange bringes hen i Nærheden af

denne elektriske Hyldemarvskugle.

38. Den elektriske Fordeling kan vi også gøre Forsøg over på følgende bekvemme Måde. Vi benytter to Soldaterknapper, som efter at være opvarmede i den lille Øsken er trykkede fast i Enden af et Stykke Lak (Fig. 46); disse Lakstykker kan for at stå lodrette være smeltede fast til et lille Fodstykke af Træ, som dog ikke må være større, end at Knapperne kan bringes til at røre ved hinanden, når Fodstykkerne flyttes hen til hinanden.

Metalknapperne bringes til at røre hinanden, og vi kommer med et elektrisk Legeme i Nærheden af den ene Knap; denne

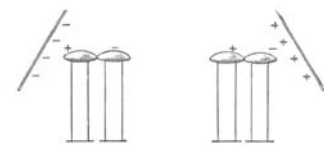


Fig. 46.

nærmeste Knap kommer så til at indeholde den tiltrukne, medens den fjerneste Knap kommer til at indeholde den frastødte Elektricitet. Altså: hvis det elektriske Legeme har negativ

(—) Elektricitet, får den nærmeste Knap positiv (+) og den fjerneste negativ (—) Elektricitet; og omvendt.

Vi flytter så Metalknapperne bort fra hinanden, imedens det elektriske Legeme bliver på sin Plads i den ene Knaps Nærhed; men efter at Knapperne er fjernede fra hinanden, kan vi lægge det elektriske Legeme hen. De to Knapper er da elektriske, og de har modsatte Elektriciteter: en Hyldemarvskugle, der har været i Berøring med den ene Knap og nu fra-tødes af den, vil tiltrækkes af den anden Knap.

39. Vi har Side 38 beskrevet og i Fig. 43 afbildet et Elektroskop, som er billigt, let at få lavet, og som virker godt. Men vi kan nu tale lidt nærmere om, hvad der foregår med det. Det blev i Forsøg 26, Side 39 sagt, at når man bringer et elektrisk Papirblad hen i Berøring med dette Apparat, så går der Elektricitet fra Papiret over i Apparatet, og Papirviseren går om i en skrå Stilling.

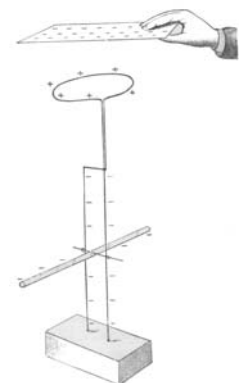


Fig. 47.

Man vil imidlertid, når man gør dette Forsøg, lægge Mærke til, at Viseren allerede begynder med at bevæge sig, når det elektriske Papirblad nærmes oppe fra ned til Apparatet (Fig. 47), og dette skyldes en elektrisk Fordeling: det negative (—) Papir virker adskillende på Elektriciteterne i Apparatet, således at posi-

W
W
W
S
S
S
D
D
D
E
E
E
N
N
N
K
K
K

ELEKTRICITETEN.

tiv (+) drages til Vejrs til Guldbladspladen foroven, medens negativ (—) stødes nedefter, noget til de lodrette Trådstøtter, noget til Papirrøret, og Frastødningen her fremkalder så Udslaget.

Denne Fordeling er desto fuldkomnere, jo nærmere Papirsbladet kommer, og man ser derfor også Papirrøret i Apparatet gå mere og mere bort fra sin lodrette Stilling, jo nærmere Papirsbladet kommer. Når det så lægges an imod Apparatet, vil den positive foroven i Apparatet og den negative i Papirsbladet forene sig med hinanden, ophæve hinanden, og efter at Papirsbladet er taget bort fra Apparatet, bliver dette tilbage med sin negative Elektricitet alene, og den skrå Stilling af Viseren holder sig derfor.

40. Lad os endnu nævne et Forsøg over den elektriske Fordeling! Vi tænker os, vi har to af vore ofte omtalte Elektroskoper. Vi stiller dem i nogen Afstand fra hinanden og forbinder dem med en stiv Metaltråd (Fig. 48). Så nærmer vi et elektrisk Legeme, f. Eks. et negativ elektrisk Papirsblad, til det ene Elektroskop; Viseren i dem begge går da om i en skrå Stilling, og når Papirsbladet atter fjernes, vender Viserne tilbage til den lodrette Stilling. Ganske simpelt: Papirsbladets negative Elektricitet har fremkaldt en Fordeling i alt det Metal, hvoraf de to Apparater og Forbindelsestråden består; positiv er trukket hen i det nærmeste Apparat, negativ er stødt hen til det fjerneste Apparat. Det er let for os at overbevise os om, at Fordelingen af Elektricitet er således, som det her er sagt, thi et andet negativt elektrisk Papirsblad vil drage Viseren i det første Apparat til sig, men støde Viseren i det

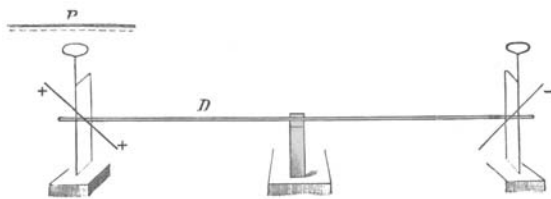


Fig. 48.

andet Apparat fra sig.

Ved Undervisning i Elektricitetslæren bruger man i Reglen et Elektroskop som det i Fig. 49 afbildede.

Det består ganske simpelt af en Glasflaske med Prop *i*; i denne Prop sidder der en lodret Metal-stang, som foroven bærer en Metalplade med afrundede Kanter eller endnu oftere en Metalkugle, og forneden to lette Metalblade (Bladguld eller endnu bedre Bladaluminium).

Når et elektrisk Legeme nærmes til Pladen eller Kuglen foroven (som *r* i Figuren), så slår de to lette Småblade ud fra hinanden — desto mere, jo stærkere elektrisk Legemet er, og jo nærmere det kommer. Før Legemet atter væk, falder Bladene sammen. Hvad er nu her gået for sig? En elektrisk Fordeling! Hvis Legemet havde været negativ elektrisk, så vilde denne negative Elektricitet drage positiv i Stang og Plade (eller Kugle) til Vejrs og støde negativ nedefter til

Bladene (se Fig. 50) og når disse to Blade begge bliver negativ elektriske, så frastøder de hinanden og stritter derved ud fra hinanden. Havde Legemet været positiv elektrisk, var der også kommen et Udslag. Kommer der altså et Udslag frem i Elektroskopet, når et Legeme nærmes til det, så er det os et Tegn på, at dette Legeme er elektrisk. Vi får imidlertid ikke på den Måde noget at vide om, hvad Slags Elektricitet Legemet har.

Dog kan vi også få Elektricitets-Arten at vide. Vi må da først lade Elektroskopet med en bestemt Slags Elektricitet, og dertil benytter man et Legeme, hvis Elektricitet man kender, f. Eks. en gnedne Stang Ebonit, der er negativ elektrisk. Den nærmer vi til Elektroskopet, så at vi får Udslag (se Fig. 50). Medens vi nu holder Ebonitten på sin Plads, lægger vi en Finger på Elektroskopets Plade eller Kugle; mindst 9 af 10 vil nu på Forhånd sige, at derved går den positive Elektricitet fra Plade eller Kugle ned i Jorden. Men det sker slet ikke; det er den negative forneden i Bladene, som forsvinder, og det ser man klart deraf, at Bladene straks falder sammen, når Fingeren lægges på. Sagen er den, at den positive Elektricitet sidder foroven i Apparatet, fordi den er bleven tiltrukket af og nu fastholdes af den negative på Ebonitten; denne Tiltrækning holder jo ikke op, fordi der lægges en Finger på, og den bliver altså ganske rolig siddende. Nej, den negative, den bliver stødt bort, og den går derfor så langt væk som muligt; før satte den sig da i Metalbladene, men nu, når Fingeren er lagt på, kan den komme endnu længere væk, nemlig ned i Jorden, og dertil går den så. Bladene faldt altså sammen! Vi tager så først Fingeren bort igen, hvorved der intet sker, og bagefter Ebonitten; og når Ebonitten fjernes, sår Bladene ud; thi den positive, som var bunden foroven, den bliver da fri og udbreder sig i alt Metal i Apparatet; den går altså også ned i Bladene og bringer dem til at slå ud. Elektroskopet kan stå meget længe hen med dette Udslag; langsomt taber det sig dog.

Hvad der nylig er forklaret, er fremstillet nærmere i Fig 51; i denne Figur er Glasflasken udeladt, og der er kun tegnet Metalstangen med Kugle foroven og Metalblade forneden.

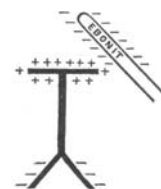


Fig. 50.



Fig. 49.

W
W
W
S
S
S
D
D
D
H
H
H
O
O
O
V
V
V
S
S
S
D
D
D
H
H
H
O
O
O
V
V
V

A er den uelektriske Tilstand, og dette antydes ved, at der er anbragt såvel et + som et — både foroven og forneden. B, C og D angiver de forskellige Trin, når det er et positivt Legeme, ved hvis Hjælp vi vil lade Elektroskopet, og Ladningen bliver da negativ Elektricitet; E, F og G angiver Forholdene, hvis vi lader Elektroskopet ved Hjælp af et negativt elektrisk Legeme (som f. Eks. Ebonitten i Fig. 50), og Ladningen bliver i dette Tilfælde positiv Elektricitet. Det vil være tilstrækkeligt her at forklare det ene af de to Sæt Figurer, lad os tage B, C og D. Når B sammenlignes med A, ser man, at den neg. Elektricitet fra Bladene er trukken til Vejrs af det positiv elektriske Legeme, medens den positiv foroven er stødt ned til Bladene; disse stritter da ud fra hinanden med + Elektricitet. I C er Fingeren lagt på Kuglen, medens det positiv elektriske Legeme vedblivende holdes på sin Plads; den — Elektricitet bliver siddende i Kuglen, men den + Elektricitet går fra Bladene igennem Finger og Krop ned i Jorden. Endelig angiver D Forholdene, efter at først Fingeren og dernæst det elektriske Legeme er fjernet; nogen — Elektricitet bliver da i Kuglen, medens nogen går ned i Bladene og bringer disse til at frastøde hinanden; i D har vi altså et Elektroskop, som er ladet med negativ Elektricitet.

Nu kan enhver let forstå Figurene E, F og G.

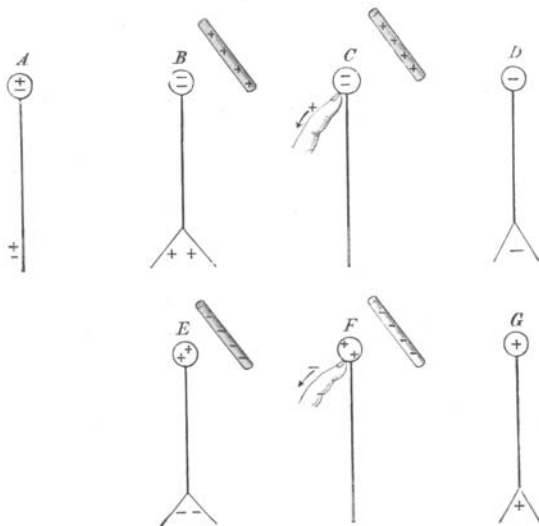


Fig. 51.

Vi skal så benytte det ladede Elektroskop.

Har man et elektrisk Legeme, og man ikke ved, hvad Slags Elektricitet det indeholder, så nærmer man det til det ladede Elektroskop med de strittende Metalblade; man vil da se, enten at de går længer væk fra hinanden, eller at de nærmer sig til hinanden. Hvis Elektroskopet f. Eks. er ladet med positiv Elektricitet (G i Fig. 51), så er i det første Tilfælde det undersøgte Legeme positiv elektrisk, thi dets Elektricitet må have stødt Elektroskopets positive Elektricitet mere nedefter og derved fremkaldt det større Udslag; i det andet Tilfælde er det undersøgte Legeme derimod negativ elektrisk.

Glasflasken gør i dette Apparat den Nytté, at det for det første tjener til at bære og isolere Elektroskopets Metal, og for det andet beskytter det de fine Metalblade imod Luftstrømninger; uden en sådan Beskyttelse vilde de ellers let gå itu.

Simplest laver man sig et Elektroskop som det her omtalte, i den Form, som Fig. 52 viser det: en Jern- eller

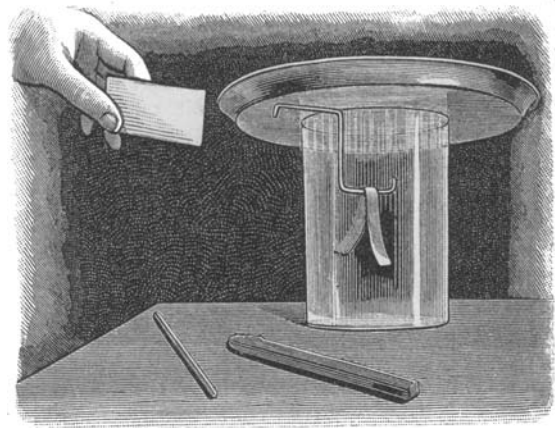


Fig. 52.

Messingtråd bøjes som et z og lægges med sin ene Gren op over Randen af et Glas, hvorpå der lægges en Metalplade eller Metaltallerken henover Glasset; Trådens midterste Stykke gives en lodret Stilling, og over det tredje Stykke inde i Flasken, som er vandret, er lagt en fin Metalstrimmel, så at den rider på Tråden. — Forsøgene, der gøres med dette Apparat, er de samme som ovenfor beskrevet.

De i ovenstående Beskrivelse omtalte Forsøg med vort Flaske-Elektroskop kan selvfølgelig også anstilles med det i Fig. 43 og 47 afbildede Elektroskop.

 HVORLEDES SÆTTER ELEKTRICITETEN SIG I EN LEDER?

Elektricitetens Plads i en Leder. Når man har et eller andet metallisk Legeme ladet med Elektricitet — det er ligegyldigt, om det er med positiv eller med negativ Elektricitet — og vi tænker os det langt borte fra andre Legemer, så er *al Elektriciteten siddende på Overfladen*, hvorimod der ingen er i det indre af Metallet. Af den Grund er det ligegyldigt, om den Leder, man benytter, er massiv eller hul; den kan optage lige megen Elektricitet; og da de hule Metallegemer både er de letteste og de billigste, så benytter man dem, når man skal bruge metalliske Ledere af en nogenlunde ordentlig Størrelse.

Dette tilsyneladende mærkelige Forhold, at Elektriciteten, når den er i Hvile, kun har Plads på Overfladen, er let at forklare. Dersom vi nemlig tænkte os, at der i en f. Eks. Negativ elektrisk, massiv Metalkugle sad Elektricitet på forskellige Steder i Kuglens Indre, så vilde disse

www.sos.no

ELEKTRICITETEN.

Elektriciteter jo frastøde hinanden, og da de kan bevæge sig i Metallet, så måtte de gå så langt væk fra hinanden som muligt, og dette Mål er nået, når de er komne ud til Overfladen. Her hober Elektriciteten sig derfor op, og den har en Tilbøjelighed til at gå videre ud, altså til at forlade Overfladen og gå over i dens Omgivelser.

Der er mange Måder at vise den Ting på ved Forsøg; her skal nævnes nogle, men det skal straks fremhæves, at når vi i det følgende siger, at vi elektriserer en Ting eller fører Elektriciteten til den, så er det bedst, når man skal gøre Forsøgene, at benytte en Elektrisermaskine, da den i en Fart kan levere os den Elektricitet, vi har Brug for, når Forsøget skal gå godt. Vel har vi ikke endnu beskrevet Elektrisermaskinen, men for det første kommer det snart, for det andet går en Del af Forsøgene uden Maskine, blot ved Elektricitet, som fås ved simpel Gnidning, og for det tredje kan man jo først læse her om Forsøgene, og når man så er begyndt at arbejde med en Elektrisermaskine, kan man anstille dem. I hvert Fald kan Fremstillingen her tjene til at gøre os Sagen klar.

1. På en Metaltallerken kan stilles et Bur, lavet af Ståltrådsnetning. Metaltallerkenen kan hvile på en Glasfod,



Fig. 53.

således som Fig. 53 viser, men simplest er det at anbringe den på tre almindelige Vandeller Vinglas, som er tørre. Foroven i Buret er der befæstet en lille Metalstang med Kugle, og fra denne Stang går en Metalkæde ned i Buret til Kuglen på et Elektroskop, som er stillet på Tallerkenen og altså omgivet af

Metal på alle Sider. Det må påses, at den nævnte lille Stang er i metallisk Forbindelse med Burets Trådnet. Når man nu elektriserer Buret, kommer der dog intet Udslag frem i Elektroskopet, om det end elektriseres nok så stærkt; dette

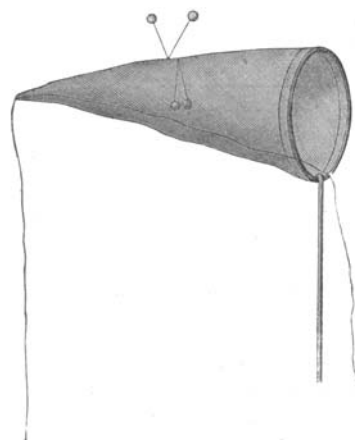


Fig. 54.

ligger i, at al Elektricitet sidder på Burets Yderside. Hvis der ingen Kæde førte ned til Elektroskopet, men dette stod ganske frit på Metaltallerkenen med Buret over sig, vilde der heller intet Udslag vise sig; ikke alene er der altså ingen Elektricitet i det indre, men Elektriciteten på Ydersiden har heller ingen Virkning på det indre. Nærmes et Elektroskop udefra til den elektriserede Tallerken eller det elektriserede Bur, kommer der et Udslag frem i dette Elektroskop.

En berømt engelsk Fysiker *Faradey*] (udtales Faradæi) anstillede først dette Forsøg, men i langt større Stil: Han lavede sig nemlig et Bur så stort, at han selv kunde være derinde med et fint Elektroskop. Buret blev elektriseret fra en meget kraftig Elektrisermaskine, men der var ikke Spor af Virkning at se på Elektroskopet.

2. Til en Metalring er befæstet en Pose af Bomuldsgaze (Fig. 54); i Posens Spids er der syet en Silketråd fast ved Trådens Midte, så at man ved at holde de to Trådender i Hænderne let kan krænge Posen. Både til Inder- og til Ydersiden af Posen er der fastbundet to Bomuldstråde, som bærer Hyldemarvkugler. Når man nu fører Elektricitet til Metalringen og dermed til Posen, og har det indrettet således, at denne Elektricitet ikke kan få Afløb til Jorden, så ser man, at de to Hyldemarvkugler udenpå Posen stritter ud fra hinanden i stive Tråde, men de to indeni Posen hænger rolig ned. Nu krænges Posen, og den tidligere Inderside bliver da til Yderside og omvendt; man ser da de Hyldemarvkugler stritte ud, som før hang rolig ned, og de to er komne til Ro inde i Posen, som før strittede ud; Elektriciteten er nemlig gået igennem Gazen fra den ene Side til den anden. Man kan så igen krænge Posen tilbage o. s. fr.

3. Et Apparat, der er rigtig godt til Forsøg over denne Sag, viser Fig. 55. Det er et firkantet Ståltrådsnet, som på

Midten bæres af en Opstander af Glas eller Ebonit, og som tillige i sine to Ender har Håndtag af disse Stoffer. På Nettets to Sider er der befæstet en Række tynde Strimler af Silkepapir; på Figuren er disse Strimler lidt bredere ude i Enderne og her bøjede om.

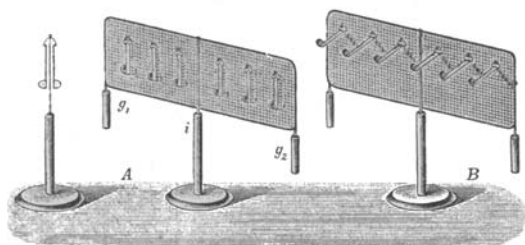


Fig. 55.

I Fig. 55 A ses Trådnettet i Perspektiv, medens Billedet længst til venstre viser det set fra Kanten af; man ser her Ophængningen af de tynde Papirstrimler. Elektriserer man Nettet, medens det er ganske lige, så slår Strimlerne ud på begge Sider (Fig. 55 B). Dersom man så bøjer det sammen som i Fig. 56 A, falder Strimlerne på den Side af Nettet, som bliver til Inderside, ned, medens de på Ydersiden stritter stærkt ud; på denne Yderside har altså al Elektriciteten nu samlet sig. Bøjer man derefter Nettet i Form som et S (Fig. 56 B) så har hver Halvdelen sin Yderside og sin Inderside, og

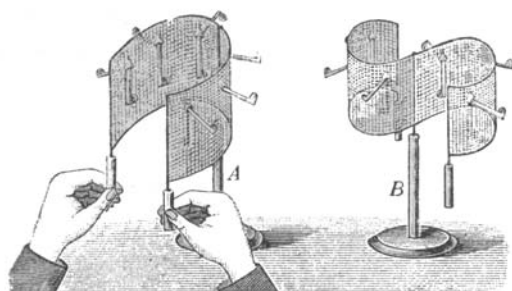


Fig. 56.

kun paa Ydersiderne er der Udslag; Elektriciteten sidder altså på den ene Halvdels ene Side og på den anden Halvdels anden Side.

Man kunde nævne flere Forsøg, men de nævnte er sikkert tilstrækkelige.

Elektricitetens Udbredelse på en Leders Overflade. Vi har nylig hørt om Elektricitetens Plads på en Leder og erfaret, at den kun er på Overfladen, på Ydersiden af Lederen. Vi skal nu høre lidt om, hvorledes Elektriciteten da nu udbreder sig på Overfladen.

Hvis Lederen er en Metalkugle, som er isoleret og langt fjernet fra andre Ledere, så er det jo rimeligt nok, at når der bliver ført Elektricitet til den, denne Elektricitet da udbreder sig på Kuglen ganske regelmæssig og jævnt, thi Kuglen er ens på alle Punkter, har samme Krumning overalt, og der er derfor ingen Grund til, at der skulde hobe sig mere

Elektricitet op et Sted end et andet. Man siger, at Elektriciteten får samme *Tæthed* overalt.

Men har Lederen en anden Form end Kugleformen, så er den elektriske Tæthed forskellig på forskellige Steder; den er størst der, hvor Lederen er krummest, og omvendt. Har man f. Eks. en aflang Metalcylinder med afrundede Ender som den, der er afbildet i Fig. 57, så samler Elektriciteten sig særlig stærkt i disse Ender, hvorimod der sidder mindre på den øvrige Del af Cylinderen. Er der skarpe Kanter på Lederen, søger Elektriciteten derhen, og navnlig når der er skarpe Spidser på en Leder, strømmer så at sige al Elektriciteten ud i dem, men derfra går den rigtignok straks ud i Luften og går således tabt. Vil man derfor have Elektriciteten til at blive på en Leder, så må denne ingen skarpe Kanter eller Spidser have.

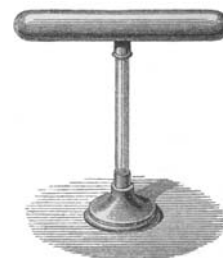


Fig. 57.

Vi vil gøre et lille Forsøg. Fig. 58 forestiller fire Papstykker, som er påklædte med Sølvpapir (Tinfole, Stanniol) og satte sammen til en bevægelig Ramme; på to af Pladerne er der smeltet et Stykke Stanglak, der tjener som Håndtag. Til Midten af en af Kanterne er der befæstet to fine Metal eller Linnedtråde med Hyldemærskugler i Enderne.

Elektriserer man nu Rammen, slår disse Kugler ud fra hinanden, men Udslaget taber sig, når man gør Vinklen imellem de to her sammenstødende Plader stumpere (B), hvorimod det stiger, når man gør den spids (C).

Fig. 59 viser en hul Metalleder, der består af en Cylinder, til hvis to Mundinger der er loddet Metaltrætte, af hvilke den ene rager udenfor Cylinderen, medens den anden er stukket ind i Cylinderen. Fig. 60 viser et Gennemsnit af Lederen. Når man fører Elektricitet til denne Leder, efter at den er isoleret på en Glasfod, samler Elektriciteten sig fornemlig i den ene Ende af Lederen, som er tilspidset (a), i noget ringere Grad i den cirkelbuede Kant, som er i Lederens anden Ende (e), og i endnu ringere Grad på de øvrige Steder af Lederen. Og disse Forhold kan man undersøge ved Hjælp af følgende lille Indretning, som er antydet på Fig. 60. Det er, en lille Metalkugle til hvilken der er

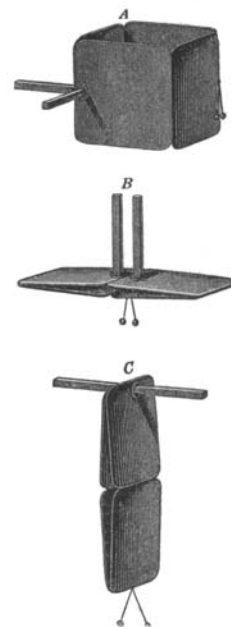


Fig. 58.

ELEKTRICITETEN.

befæstet en lille lodret Metaltråd, hvorfra der hænger et Par tynde Silkepapirsstrimler ned; Metalkuglen bæres af en tynd Lak- eller Glas-pind, der går ud til Siden og tjener til Håndtag. Man tager da denne lille Indretning i Hånden og holder Kuglen tæt op til den elektriske Metalleder; af Størrelsen af det Udslag til Siden, som Papirsstrimlerne gør, kan man slutte sig til, hvor stor den elektriske Tæthed er på de forskellige Steder. — På den Tragt, der rager ind i Cylinderen, er der ikke Spor af Elektricitet.

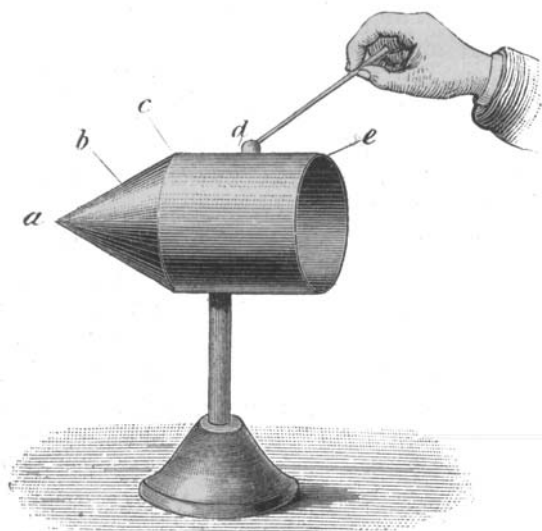


Fig. 59.

Nå, der er mange andre Måder at undersøge denne Sag på, men det er uforholdende at gå dybere ind derpå.

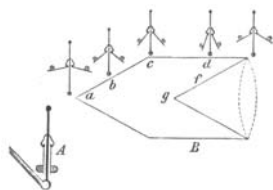


Fig. 60.

føres igennem en almindelig Gasflamme, taber den straks derved sin Elektricitet.

Denne *Virkning af Spidser* var det måske rart straks at se ved et Par simple P'orsøg.

1. Vi bruger da her vor Side 44 omtalte Metalknap på Enden af et lodret stillet Stykke Lak og desuden en Synål, som er sat fast tværs på Enden af en tynd Lakpind (denne Lakpind er ikke tegnet i Figuren). Med den ene Hånd tager vi fat på et elektrisk Legeme og nærmer det hen til Metalknappen, men holder så ved Hjælp af den anden Hånd Synålen hen til Knappen på den Måde, som er antydnet i Fig. 61: Øjet hviler imod Knappen, og Spidsen vender hen imod det elektriske Legeme. Det viser sig da, når man først tager Nålen bort og derpå fjerner det elektriske Legeme, at Metalknappen er elektrisk. Nærm den til den elektriske Nål (Fig. 31, Side 29) eller til lette Småting! Den Elektricitetsart,

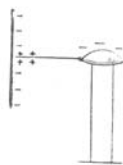


Fig. 61.

som det elektriske Legeme drager til sig fra Knappen, er nemlig gået ud i Spidsen, og den er herfra strømmet ud i Luften; derimod sidder der tilbage i Knappen den frastødte Elektricitet.

2. Vi kan også vise Spidsens Virkning ved at holde Nålen på Knappens modsatte Side, således som det er antydnet i Fig. 62. Den tiltrukne Elektricitet samler sig da i Knappen, medens den frastødte stødes ud i Spidsen, og herfra strømmer den ud i Luften. Tager vi så Nålen bort og derefter fjerner det elektriske Legeme, viser Knappen sig at være elektrisk, og det er Fig. 62. nu med den tiltrukne, medens det jo i det foregående Forsøg var med den frastødte Elektricitet.

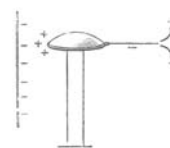


Fig. 62.

3. Endnu et lille Forsøg! Vi hænger en Metalpasser over et tørt Penneskaft af Ebonit eller over en Glas- eller Lakstang, og holder den ned imod et Stykke elektriseret Papir (Fig. 63), uden at Passerspidsene dog rører ved Papiret. Det viser sig da, at Papiret hurtig bliver uelektrisk, medens derimod Passeren foroven, hvor Benene støder sammen, får samme Slags Elektricitet som den, der var på Papiret. For en løs Betragtning ser det altså ud, som om Papirets Elektricitet var gået fra Papiret igennem Luften over på Passerspidsene og herfra til Vejrs igennem Passerbenene; i Virkeligheden forholder det sig således, at Papiret, som vi tænker os gnedet med Hånden, og som derfor er negativt elektrisk, at det har trukket Passerens positive Elektricitet nedefter og stødt dens negative til Vejrs, og den nedefter strømmende positive Elektricitet går fra Passerspidsene igennem Luften over på Papiret og forener sig med dets negative Elektricitet, så at Papiret derved kommer i den uelektriske Tilstand.

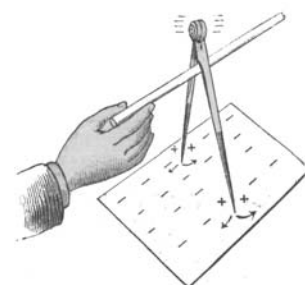


Fig. 63.

ELEKTRISK SPÆNDING.

Vi har talt om, at Elektriciten sætter sig på en Leders Overflade og i Reglen lejrer sig på Overfladen således, at der på forskellige Steder sidder ulige Mængder af den — det var det, vi udtrykte ved, at den elektriske Tæthed på en Leder i Reglen er forskellig på forskellige Steder.

Vi skal nu tale lidt om et andet, meget vigtigt Begreb i Elektricitetslæren, nemlig den *elektriske Spænding*.

Vi gør et Forsøg, hvortil vi benytter en eller anden Leder på Glasfod, et Elektroskop og en lang fin Metaltråd, som i sin ene Ende har en lille Metalkugle befæstet til en Glasfod som Håndtag og hvis anden Ende kan gøres fast til Elektroskopet. Lad os tænke os, at Lederen på Glasfod er den Metalcylinder med påloddede Tragte, som blev omtalt S. 52 og afbildet i Fig. 59 og 60. Vi har set, at Elektricitet, som blev ført hen på

denne Leder, udbredte sig på en ret uregelmæssig Måde på Overfladen, og navnlig sad der slet ingen Elektricitet på den Tragt, som gik ind i Cylinderen.

Vi stiller nu Elektroskopet langt borte fra denne Leder og befæster vor tynde Metaltråds ene Ende til Elektroskopet. Vi elektriserer Lederen, og derpå tager vi den nævnte Glaspind i Hånden og lægger den lille, til Tråden befæstede Metalkugle an imod Lederen (Fig. 64.) Vi får da et Udslag at se i Elektroskopet. Men ved dette Udslag er der det mærkelige, at det *altid er det samme*, hvor på Lederen vi så lægger Kuglen an, ja selv om vi fører den ind i den hule, tragtformige Ende af Lederen, hvor der ingen Elektricitet sidder.

Det er af dette Forsøg indlysende, at Elektroskopets

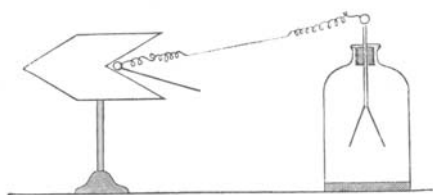


Fig. 64.

Udslag i dette Tilfælde ikke giver os noget Mål for det, vi kaldte den elektriske Tæthed, thi hvor ulige Elektriciteten kan have bredt sig på Overfladen, er Udslaget dog altid det samme.

Det er *Lederens elektriske Spænding*, som vi får et Mål for i det nævnte Udslag, og *den elektriske Spænding på en Leder er ens overalt*, når Elektriciteten er i Ro på Lederen.

Lad os nu dernæst antage, at vi har med to isolerede Ledere at gøre; de kan have ens eller forskellig Form, det er os ligegyldigt. Vi vil for Nemheds Skyld kalde dem noget — lad os Ifalde dem A og B.

Vi gør dem begge *positivt* elektriske. Vi lægger altså vor lille, på Glaspinden siddende Kugle an imod et af Lederen A's Punkter (det er, som vi har set, ligegyldigt, hvor den lægges an), og Elektroskopet, som står i Forbindelse med den lille Kugle ved Hjælp af den fine Metaltråd, gør da et Udslag. Når vi har bedømt, hvor stort dette Udslag er, gør vi det samme Forsøg med den anden Leder B; lad os antage, at vi så får et mindre Udslag. *Da har A en større elektrisk Spænding end B.*

Når vi nu har gjort dette, fører vi de to Ledere sammen, så at *de rører ved hinanden*, og derpå skiller vi dem fra hinanden igen. Vi vil så gentage Forsøget med at finde deres elektriske Spændinger ved at se på Elektroskopets Udslag; dette Udslag vil da vise sig at være det samme, hvad enten det er Lederen A eller Lederen B, vi eksperimenterer med, og Udslaget er mindre end det, vi før fik fra A, men større end det, vi fik fra B.

Hvad skete der da, den Gang de to Ledere bragtes til at røre ved hinanden? *Der gik positiv Elektricitet fra A over på B*, og så meget, at de kunde få *samme elektriske Spænding*! Derfor behøver de ingeniende nu at indeholde lige store

Mængder af Elektricitet. Et er elektrisk Spænding, et andet er Elektricitetsmængde. Hvis man har to isolerede Metalkugler, den ene stor og den anden lille, så må man tilføre den store en større Mængde af Elektricitet, end man behøver at tilføre den lille, når man vil opnå at give dem den samme elektriske Spænding; eller vi kan sige det samme således: hvis man vil tilføre den store Kugle samme Mængde af Elektricitet som den lille, så får den store en mindre Spænding end den lille.

Vi har tilsvarende Forhold i Varmelæren. Når jeg vil skaffe et stort og et lille Jærnstykke en og samme høje Varmegrad eller Temperatur, så må jeg tilføre det store Jærnstykke mere Varme end det lille. Og hvis jeg fører lige megen Varme ind i det store som i det lille, så stiger Temperaturen stærkest i det lille Jærnstykke.

Temperatur i Varmelæren svarer altså til elektrisk Spænding i Elektricitetslæren.

Bringer jeg to Legemer, der har forskellig Temperatur, i Berøring med hinanden, så går der Varme fra det, der har den højeste Temperatur, over i det, der har den laveste Temperatur, og dette bliver ved, *til de har samme Temperatur* — *ikke*, til de indeholder samme *Varmemængde*! Har man en Blykugle så stor som en Krocketkugle, og den er f. Eks. 50 ° varm, og et Blyhagl, der er 54 ° varmt, så er der åbenbart en større *Varmemængde* samlet i den første end i den sidste Kugle, men dog går der Varme fra den sidste til den første, når de bringes til at røre ved hinanden, og dette ligger i, at den sidste har den højeste Varmegrad.

Det går nu så rart nemt med Varmen, fordi der er kun én Slags Varme; men vi har to Slags Elektricitet! Lad os nu se lidt nærmere på det.

Vi talte om to Ledere, der begge var positiv elektriske; på hver enkelt af dem er der overalt samme elektriske Spænding, og vi så, hvorledes man måler denne. Sattes de to Ledere i Forbindelse med hinanden, strømmede Elektriciteten fra Lederen med størst Spænding over i den med mindre Spænding, og denne Strømning holder op, når Spændingen er ens i dem begge.

Hvis nu de to Ledere begge er *negativ* elektriske, vil de også fremkalde Udslag i et fjernt stående Elektroskop, som de sættes i Forbindelse med ved Hjælp af en fin Metaltråd, og lad os antage, at dette Udslag er større for den ene Leders Vedkommende end for den andens. Vi kalder de to Ledere for Nemheds Skyld C og D, og antager, at C frembringer større Udslag i Elektroskopet end D. Hvis disse to Ledere så sættes i Forbindelse med hinanden, vil der gå negativ Elektricitet over fra C til D. Man vilde så være tilbøjelig til at sige, at C har større Spænding end D, men således regner man dog ikke. Man regner nemlig altid, efter hvilken Retning den *positive* Elektricitet går: der gik positiv Elektricitet fra A til B, da disse to forbandtes, og A havde større Spænding end B. Nu vil man straks sige: jo, men C og D ere begge negativ elektriske, og der er jo så heller slet ikke Tale om positiv Elektricitet! Å jo, det kan der let blive. Vi have nemlig set, at en Ting, der er uelektrisk, indeholder lige meget af positiv og negativ Elektricitet blandet sammen; en Ting, der er positiv elektrisk, har også både positiv og negativ Elektricitet, men

www.nordensvidenskaber.dk

Overskud af positiv; og en Ting, der er negativ elektrisk, har også både positiv og negativ Elektricitet i sig, men Overskud af den sidste. Når nu f. Eks. et positivt elektrisk Legeme bliver stærkere elektrisk, så kan delte ske enten derved, at der kommer mere positiv Elektricitet ind i det, eller også derved, at der går negativ Elektricitet fra det; begge Opfattelser er lige gode. Lad os blot som før (Spalte 38) sammenligne den positive Elektricitet med Formue, den negative med Gæld, så er Sagen så let at huske. En Mand, der ejer Noget, han har større Formue, end han har Gæld; han kan nu blive mere velstående (få større Spænding!), enten derved at man forøger hans Formue, eller også derved, at man tager (o: kvitter) noget af hans Gæld. Det negativt elektriske Legeme sammenligner vi med en Mand, der er i den omvendte Stilling: Gælden er større end Formuen; han kommer til at sidde endnu værre i det (svarende til at det negativt elektriske Legeme bliver endnu stærkere elektrisk), enten derved at han får sin Gæld forøget, eller derved at han får sin Formue formindsket.

Og nu tilbage til C og D! Når C og D forbandtes med hinanden, gik der, sagde vi, *negativ* Elektricitet fra C til D; derved bliver C mindre og D mere negativt elektriske. Men vi kan lige så godt sige, at der går *positiv* Elektricitet fra D til C, thi også derved bliver C's Overskud af negativ Elektricitet mindre og D's større. Da det altså er, som gik der *positiv* Elektricitet fra D, så siges D at have større elektrisk Spænding end C. Til Sammenligning: to Mennesker have begge større Gæld end Formue, men *den* sidder bedst i det (har størst Spænding!), hvis Gælds Overskud over Formue er mindst.

Hvis vi har et *positivt* elektrisk Legeme E og et *uelektrisk* Legeme F, og de forbindes, går der positiv Elektricitet fra E til F-, E har størst elektrisk Spænding.

Hvis vi har et *negativt* elektrisk Legeme G og et *uelektrisk* Legeme H, og de forbindes, går der *negativ* Elektricitet fra G til H, hvorved H bliver negativt elektrisk, og G svagere end før. Dette vilde også ske, hvis man tænker sig, at der i Stedet for går *positiv* Elektricitet fra H til G, thi da må G blive svagere negativ end før, og H, som var uelektrisk, d. v. s. indeholdt lige store Mængder af positiv og negativ Elektricitet, får ved denne Bortgang af positiv Elektricitet et Overskud af negativ. H har altså størst elektrisk Spænding. *Et uelektrisk Legeme har større elektrisk Spænding end et negativt elektrisk Legeme* — ligesom en Mand, der intet ejer og intet skylder, eller som har lige så stor Formue som Gæld, *sidder bedre i det end den, hvis Gæld er større end hans Formue.*

Det vil nu ikke komme overraskende, at man har fremsat den Teori, at der kun gives én Slags Elektricitet, men at denne kan have forskellige Grader. Et uelektrisk Legeme er et, som har en ganske bestemt Elektricitetsgrad (Spænding); alle Legemer, der have en højere Elektricitetsgrad, siges at være positivt elektriske, og alle, der have en lavere Elektricitetsgrad, ere negativt elektriske. Ganske som i Varmelæren: et 0 Grader varmt Legeme er ikke et Legeme, der ingen Varme indeholder; det har Varme i en ganske bestemt Grad, som man er enig om at kalde 0, men som man

forresten kunde kalde, hvad det skulde være, (ja Fahrenheit kalder den jo forresten også 32). Alle Ting, som har en højere Varmegrad end det 0° varme Legeme, har en positiv Temperatur, og alle, der har en lavere Varmegrad, er negativ Temperatur.

Så længe vi har med Gnidningselektriciteten at gøre, er det dog simplest for Forståelsen at opfatte Forholdene, som om der gives to Slags Elektricitet, men kommer vi senere til den elektriske Strøm, så er det unægtelig dér simplest at fastholde Tanken om kun én Slags Elektricitet.

ELEKTROFORET. ELEKTRISERMASKINEN. ELEKTRISK GNIST.

Et Elektrofor er en simpel Elektrisermaskine; det er let at lave, og man kan frembringe store Mængder af Elektricitet med det.

Elektroforet består af to Dele: 1) en rund Ebonitplade, befestet til en rund Metalplade og 2) en med et Glashåndtag forsynet Metalskive med afrundet Kant (en Pap- eller Træplade, overalt påklisset med Sølvpapir, er også godt). Fig. 65



Fig. 65.

viser disse to Dele, tilvenstre ses et Stykke Skind eller Flonell. Når man skal bruge Elektroforet, må man først tørre det godt af og derpå varme det i nogen Tid, så at det er tørt. Fig. 66 er en skematisk Tegning.

Man gnider så Ebonitpladen med Skindet (en gammel Regel siger: »og banker det med en Rævehale«) eller Flonellet, hvorved den får negativ Elektricitet. Metalpladen med Håndtaget — *Skjoldet*, som man kalder denne anden Del af Apparatet — sættes så ned på Pladen; vi ved da, at der i Metallet sker en Adskillelse (Fordeling) af de positive og negative Elektriciteter; positiv drages nedefter imod Ebonitten, medens negativ skydes op til Oversiden af Metalpladen. Hvis man nu løftede Skjoldet op, vilde det være uelektrisk; thi de adskilte Elektriciteter vilde da løbe sammen igen; gør man det, er der heller ingen Virkning at spore. Men vi lade det blive lidt dernede og sætte en Finger et Øjeblik på Metallet; derved skaffer man den negative Elektricitet på dets Overside Afløb til Jorden. Fingeren tages så bort igen. Når man derpå løfter Skjoldet op, så vil den positive Elektricitet, som nylig

alene sad på Undersiden, brede sig ud over hele Pladen, og at der er Elektricitet i Pladen, det kan man naturligvis vise på en

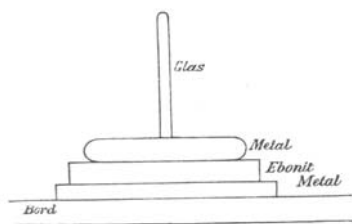


Fig. 66.

Mangfoldighed af Måder, som der er givet Anvisning nok på i det Foregående: Skjoldet trækker små lette Ting til sig, det fremkalder Udslag i et Elektroskop, som det nærmes til;

bringer man en Finger hen i Nærheden af det, slår der en lille Gnist over imellem Skjold og Finger, og man hører en lille Knitren osv. osv.

Har man på den nys nævnte Måde fået en Gnist fra Skjoldet, så har det ingen Elektricitet mere i sig; men det kan let få noget igen, når vi gentage, hvad vi før gjorde. Der er jo nemlig stadig negativ Elektricitet i Ebonitten. Vi sætte derfor igen Skjoldet ned derpå — lægge en Finger på Skjoldet — tage Fingeren væk — løfte Skjoldet op; det er da atter positiv elektrisk. Og det kan man blive ved med at gøre grumme mange Gange; efterhånden går dog Ebonittens Elektricitet tabt for os, men ved Gnidning kan man skaffe ny frem.

Man har givet Elektroforet lidt andre Former. I Stedet for en Ebonitplade på et Metalunderlag kan man i en Metalform som en Tallerken eller flad Pande støbe en »Kage« af en isolerende Masse, der træder i Ebonittens Sted; Massen kan f. Eks. bestå af 5 Dele Schellak og 1 Del Voks eller Terpentin. En og Anden vil måske spørge: hvad Nytte gør Metalunderlaget for Ebonitten eller for Kagen? Svaret herpå er følgende: derved forøges i høj Grad Virkningen, og dette ligger deri, at den negative Elektricitet, som vi ved Gnidning have frembragt i Ebonitten eller Kagen, straks fremkalder en elektrisk Fordeling i dette Metalunderlag: positiv Elektricitet trækkes op efter til Kagens Underside, medens negativ stødes bort til Jorden; og denne positive Elektricitet i Metallet vil igen drage Kagens negative Elektricitet ned i Kagens Indre, så at man ved fortsat Gnidning kan forøge dens Mængde; men tillige forhindres det, at Kagen let taber sin Elektricitet til Luften.

En Elektrisermaskine, således som man hyppigst ser den, ser ud, som Fig. 67 viser.

En stor Glasskive bliver gnedet med Læder, som er indgnedet med et Amalgam; det nærmere herom er omtalt Spalte 30. På Glasskiven er sat en Aksel i Midten, og denne Aksel bæres af to Lejer, ét foran og ét bagved Skiven; disse Lejer bæres hvert af to Glasstænger, som ere ferniserede og fastgjorte på et Brædt eller Træstel fornedet, hvilket bærer hele Maskinen. På Aksen sidder et Håndtag, hvorved man kan dreje Skiven rundt. Ved Siderne af Glasskiven, ud for dens Rand, findes der de såkaldte *Konduktorer*, *B* og *C*; det er hule Messingcylindre med afrundede Kanter og bårne af ferniserede Glasstænger. Den ene af disse Konduktorer (*B*) bærer *Gnidetøjet*: der sidder på Konduktoren to Metalplader, én på

hver Side af Glasskiven, og på den Side, som vender ind imod Glasset, sidder en Læderpude, foret med Krølhår og indgnedet med det omtalte Amalgam; ved en Skruer kan man klemme Puderne mer eller mindre stærkt ind imod Glasset. Den anden Konduktor (*C*) bærer to Metalgrene, der gå hen, hver på sin Side af Glasskiven; på den Side af disse Stænger, som vender ind imod Glasset, sidder der spidse Nåle med Spidserne vendte imod Glasset, dog uden at de røre derved; man kalder dette lille Apparat på *C* for *Indsugeren*, om end dette Navn ikke giver den rette Forestilling om, hvad der går for sig. Endnu skal nævnes, at der på Gnidetøjet sidder en Bue af ferniseret Træ, hvortil der er fastgjort to Stykker ferniseret Tøj, som hænger ned for Overdelen af Skivens to Sider; disse Stykker Tøj ere ikke nødvendige Dele af Maskinen, men de gøre Maskinens Virkning kraftigere derigennem, at de hindre Elektriciteten, som kommer til at sidde på Glassets øverste Halvdel, fra så let at gå ud i Luften.

Vi dreje nu Skiven rundt — den skal her drejes i Retning med Viseren på et Uhr. Glasset, som går ind imellem Gnidetøjets Puder, bliver ved denne Gnidning positiv elektrisk, medens Puderne og med dem Konduktoren *B* bliver negativ elektrisk. Glassets positive Elektricitet bliver siddende på Glasset, når dette nu drejes videre ind imellem de to Stykker ferniseret Tøj, og den kommer derved ind imellem de to

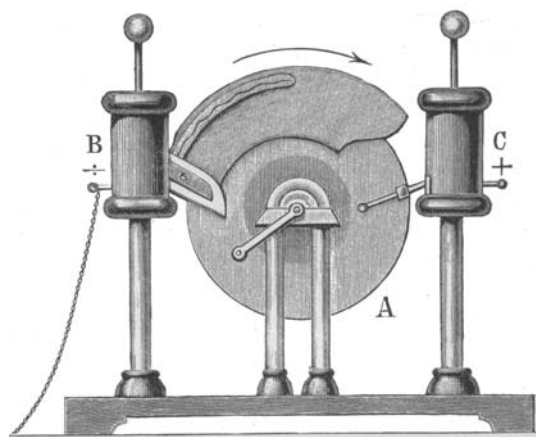


Fig. 67.

Indsugerkamme på *C*; den fordeler da Konduktoren *C* s Elektricitet således, at den trækker negativ til sig ud i Spidserne og støder positiv tilbage til selve Cylindien *C*; men den negative, som drages ud i Spidserne, strømmer herfra igennem Luften over på Glasset, hvilken Udstrømning man kan se, når Maskinen drejes rundt i et fuldstændig mørkt Værelse, thi da lyse Spidserne. Og nu mødes altså den negative fra Spidserne med den positive, som sidder på Glasset, og de ophæve hinanden. Den nederste Halvdel af Glasskiven er altså temmelig nær uelektrisk.

Vi så altså, at der i *B* samler sig negativ, i *C* positiv Elektricitet, og efterhånden som man drejer rundt, kommer der

K. A. S. P. N. O. V. S. W. W.

mere og mere af disse Elektriciteter i de to Konduktorer — dog kun til en vis Grændse; denne Grændse fremkommer i Reglen derved, at Elektriciteterne ikke kunne holde sig på de to Konduktorer, men dels gå over i Luften, når denne indeholder fint Støv, dels strømmer ned i Jorden langs Glasstøtterne. Selv om sådanne Tab ikke fandt Sted, vilde der dog være en Grændse, og denne Grændse er nået, når det er muligt for de to Elektriciteter i *B* og *C* at forene sig med hinanden tværs over Glasskiven.

Man holder mere af at få meget af én Slags Elektricitet end noget af dem begge, og derfor afleder man Konduktoren *B* til Jorden — i Figuren er dette antydnet ved, at der hænger en Kæde ned fra *B* til Gulvet. Derved bliver det muligt at få dobbelt så megen positiv Elektricitet opsamlet i *C* som før. Og det er denne i *C* opsamlede positive Elektricitet, som man kan bruge til en hel Række Forsøg.

Før vi omtaler disse Forsøg, skal der blot vises en lidt anden Indretning af Maskinen; Fig. 68 viser den. *T1* og *T2* er Støtter for Akslen på Glasskiven *G*; *H* er Håndtaget. Gnidetøjet sidder i lodret Stilling på den lille Konduktor *R*, som skal

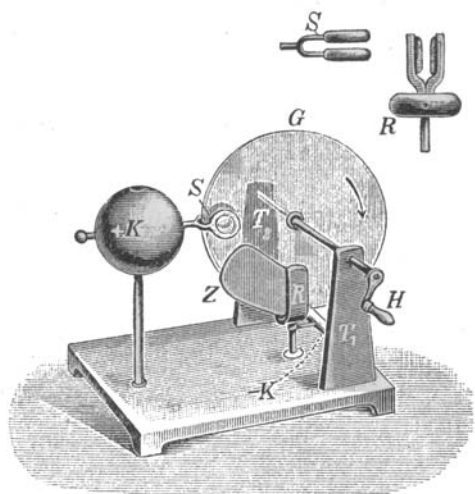


Fig. 68.

afledes til Jorden og derved føre den negative Elektricitet (— *K*) ned i Jorden, medens »Indsuger« *S* sidder på den positive Konduktor (+*K*), som her er en Metalkugle, der bæres af en Glasstøtte. Såvel *R* med Gnidetøjet som Indsugerens *S* ses foroven på Tegningen i større Målestok, *S* er her en dobbelt Træring, en Ring på hver Side af Glasskiven; men i disse Ringe er der en Fure på den Side, der vender ind imod Glasskiven; i denne Fure ligger en Metaltråd, som udgår fra Konduktoren +*K*, og denne Tråd er besat med små, spidse Nåle. Medens i Maskinen, som er afbildet i Fig. 67, de to Konduktorer står ligeoverfor hinanden, så er de her kun forskudt en kvart Omdrejning (90°) fra hinanden, og det uundgåelige Tab af Elektricitet fra Glasskiven er derved formindsket.

Når man vil have, at Elektrisermaskinen skal virke godt, må man befri den for Støv og Fugtighed. Både Glasset og Gnidepuderne må opvarmes godt for at blive af med Fugtigh-

heden. Når Maskinen ikke har været brugt i flere Måneder, er det bedst at anbringe nyt Amalgam på Gnidepuderne; disse renses da først, opvarmes og overstrøes dernæst med et tyndt Lag Tælle, og på dette Fedtlag drysses så det pulveriserede Amalgam ved Hjælp af en Sigte, og gnides godt ind, idet Puderne gnides imod hinanden, indtil deres Overflader har fået et metallisk Udseende.

På begge Konduktorerne i den i Fig. 67 afbildede Elektrisermaskine sidder der tyndere Metalstænger med små Kugler på; Kuglen på den positive Kugle kan ofte skrues fra sin Stang, og på Enden af denne Stang kan man da anbringe forskellige Bi-apparater (se det følgende), som man vil eksperimentere med; Stangen har ofte et Hul ned i sig foroven, så at man kan anbringe Apparatet på den ved at stikke en tyndere Stang på Apparatet noget ned i Hullet.

Og nu til Forsøgene!

1. For det første kan man ved at nærme en Fingerspids eller Kno til den positive Konduktor (altså *C* i Fig. 67 og +*K* i Fig. 68) »trække Gnister« fra Konduktoren; man hører samtidig et svagt Smeld og mærker som et Stik i Fingeren. Når man har trukket en Gnist, må man vente lidt, før man kan trække en til, thi Konduktoren mistede sin Elektricitet i Gnisten og må derfor først have ny igen.

2. Man kan dernæst tage tørre Galoscher på Fødderne og lægge en Hånd på Konduktoren, medens der drejes rundt; man kommer derved selv til at udgøre en Del af Konduktoren, og Kroppen bliver positiv elektrisk. De fine Hår på Hovedet stritte ud fra hinanden. En Anden, der står på Gulvet, kan med sin Finger trække Gnister ud af Næsen, Læggene o. s. v. hvor han vil, på den elektriske Person. Men denne kan iøvrigt ligeså godt med sin Finger trække Gnister ud af den Anden, som står på Gulvet (Fig. 69). — Finere end Galoscher er det at have en »Isolerskammel« at stå på; det er en Skam-

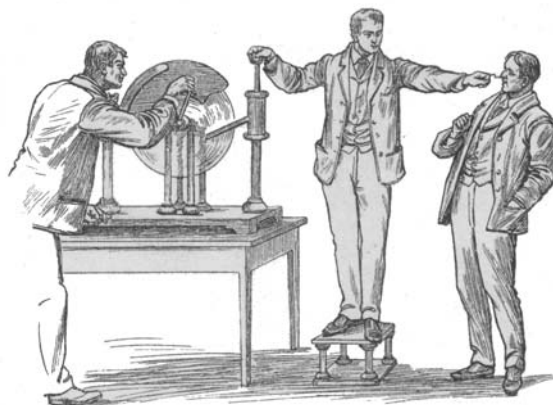


Fig. 69.

mel, hvis fire Fødder er af ferniseret Glas. Men lettest laver man sig en Isolerskammel ved at stille 4 tørre Vandglas i en Firkant på Gulvet og lægge et Brædt over dem.

3. Når man på Konduktoren sætter en tilspidset Nål, så mærker man ikke noget til, at der kommer Elektricitet i Kon-

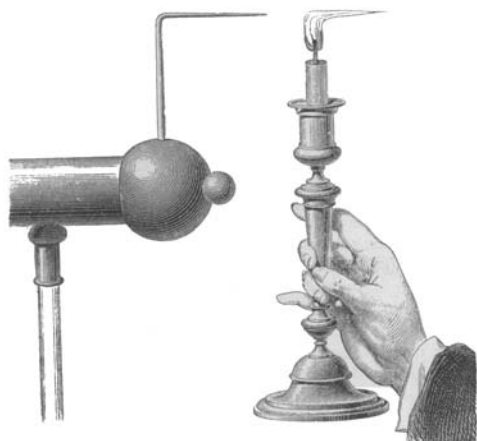


Fig. 70.

duktoren, og det ligger i, at Elektriciteten straks går fra Spidsen ud i Luften. De nærmeste Luftdele stødes derved bort fra Spidsen, der kommer hvad man kalder en »elektrisk Vind« i Stand, og den kan være så stærk, at den bringer en Lysnamme til at bøje helt til Siden (Fig. 70).

4. Denne Vind viser sig også i Stand til at frembringe Bevægelse: på Konduktoren anbringes en lodret Nål, og denne gøres til Støtte for en lille Metalmølle med fire Grene ud til Siden, alle tilspidsede ude i Enden og her ombøjede til en og samme Side (Fig. 71). Når Maskinen drejes rundt, strømmer den Elektricitet, som skulde opsamles i Konduktoren, ud igennem Spidserne, og den lille »Mølle« løber rundt i den modsatte Retning. I Mørke lyser Spidserne.

En sådan lille Mølle laver man sig lettest således: af et Stykke Karton, 3 Tommer i Kvadrat, udkærer man et Kors

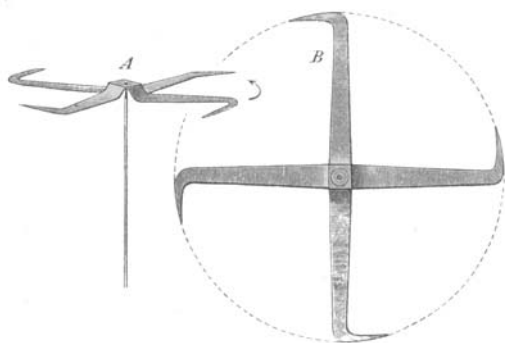


Fig. 71.

og beklæder det med Staniol; i de fire Ender stikkes Sy- eller Stoppenåle ind således, at alle Spidserne vender i samme

Retning (Fig. 72). I Korsets Midte limes en lille Stump Blik, i hvilket man med en Syl har slået en Fordybning. Det således dannede Kors lægger man så op på den lodrette Nål, som man har sat fast på Konduktoren, og det således, at Fordybningen lægges på Nålespidsen; Korset får man til at holde Balance på pidsen ved at klistre lidt Papir under den letteste Side.

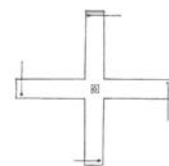


Fig. 72.

Nok så morsomt gøres det samme Eksperiment med en Spiral. Et rundt Stykke Karton på c. 3 Tommers Diameter beklædes på begge Sider med Staniol, og når det er tørt, udklippes en Spiral deraf; i dennes Midte limes en Stump Blik med en Fordybning. Spiralen lægges op på Nålen på Konduktoren, og de ydre Ringe trækkes nedefter; når da den nederste Ende af Spiralen er klippet spidst til, giver Spiralen sig til at løbe rundt, idet Maskinen sættes i Virksomhed.



Fig. 73.

5. Det er ikke alene, når man sætter en Spids på Konduktoren, at den straks mister sin Elektricitet, det sker også, når man i dens Nærhed holder en spids Metalnål imod den; Nålen holdes f. Eks. i Hånden (Fig. 74). Heller ikke da mærker man noget, eller i alt Fald Ikke synderligt, til Elektricitet, når Skiven drejes rundt; Sagen er den, at den positive Elektricitet, som frembringes i Konduktoren, virker fordelende på Elektriciteten i Nål og Krop: negativ trækkes ud i Spidsen, positiv stødes ned i Jorden, og den tiltrukne negative strømmer straks fra Spidsen igennem Luften over på Konduktoren og blander sig med den positive her, så at Konduktoren bliver uelektrisk.



Fig. 74.

6. *Korkkugledansen.* To Metalplader anbringes i vandret Stilling, den ene over den anden; den nederste ligger på Bordet, den øverste forbindes med en Elektrisermaskine (Fig. 75).

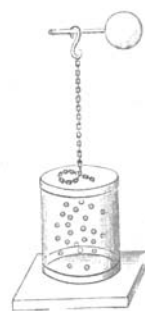


Fig. 75.

På den nederste Plade ligger der små Kugler af Kork, og når Skiven drejes rundt, giver disse Kugler sig til at hoppe op og ned imellem de to Plader. Den øverste, positivt elektriske Plade trækker Kuglerne op til sig, ved Berøring med den bliver de positivt elektriske, stødes så bort fra den ned imod den nederste Plade, og ved Berøring med den afgiver de deres Elektricitet til den og Jorden; som uelektriske kan de så igen tiltrækkes af den øverste Plade o. s. v. — Bedst er det, som også vist i Figuren, at de to Plader dan-

ner Endestykkerne for et i begge Ender åbent Glas; dels får man derved på nemmeste Måde en Støtte, der kan bære den øverste Plade, og dels forhindrer man derved, at Korkkuglerne triller ud til Siden.

7. På Konduktoren sættes en lang, stiv Metaltråd, fra hvis

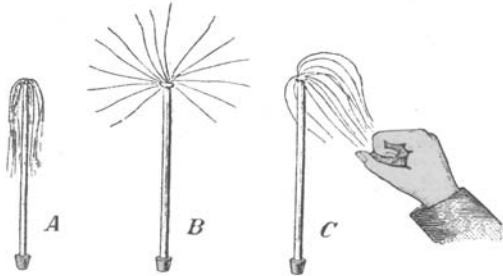


Fig. 76.

øverste Ende der hænger lange Papir-strimler ned. Drejes Maskinens Skive rundt, stritter Strimlerne ud fra hverandre, da de alle lades med positiv Elektricitet og derfor frastøder hinanden; nærmes en Kno hen til dem, bøjes de henimod denne, fordi de trækker negativ Elektricitet til sig i Knoen, og denne negative trækker atter Strimlerne positive og dermed også de lette Strimler selv hen til sig.

Vil man gøre et hertil hørende Forsøg i en morsommere Form, så kan man af Hyldemary lave sig to Dukker af forskellig Størrelse. Armen befæstes således til Kroppen, at man trækker en Sytråd igennem den ene Arm, ind ved Skulderen, ud ved den anden Skulder, ind i den anden Arm, og så binder Knuder for Armenes Ender; også Benene befæstes til Kroppen ved Hjælp af Sytråd. Den mindre Dukes Arme fastgøres ved Tråd til den større Dukes Hoved. En Nål stikkes op i den store Dukke, og med denne Nål anbringes Dukkerne

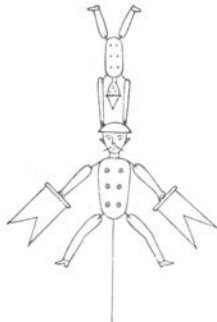


Fig. 77.

på Konduktoren. — Er der intet Hul på denne, så kan man lave en ledende Fod for Dukkerne på den Måde, at man på et rundt Stykke Pap limer en Prop og beklæder det hele med Stanniol; Nålen stikkes da fast i Proppen, Pappet sættes på en tør Glasplade og fra Konduktoren føres en Metalkæde ned til Pappet. — Når Maskinen sættes i Virksomhed, stritter de bevægelige Dele ud, og den lille Mand svinger sig op over Hovedet på den store.

8. *Klokkespillet.* På Konduktoren hænges en stiv, bøjet Metaltråd *abc* (Fig. 78), og i dens ene Ende *c* en Klokke i en Metaltråd, i dens anden Ende *a* en Klokke i en Silkestråd; fra denne sidste Klokke fører en Metalkæde til Jorden. Midt imellem de to Klokker hænger en let Metalkugle i en Silkestråd.

Drejes Glasskiven i Elektrisermaskinen rundt, giver den lille Kugle sig til at slå frem og tilbage imellem de to

Klokker. Den drages først henimod Klokken, som hænger i *c*, fordi denne Klokke får Elektricitet fra Konduktoren, hvad Klokken i *a* ikke gør, da den hænger i en Silkestråd, som ikke lader Elektriciteten gå igennem sig; når Metalkuglen har rørt ved Klokken i *c* og fået lidt af dens Elektricitet, stødes den bort derfra, men svinger derved over imod Klokken, som hænger i Silkestråden; berører Kuglen så denne Klokke, afleverer den sin Elektricitet til den, og derfra går Elektriciteten igennem Metalkæden ned i Jorden. Kuglen falder da straks fra denne Klokke igen og trækkes nu atter over imod den elektriske Klokke o. s. v. Klokkespillet fortsættes en kort Tid efter, at man er hørt op med at dreje Skiven rundt, fordi der sidder en Del Elektricitet på Konduktoren og den dermed forbundne Klokke, og Metalkuglen, hver Gang den rører ved tager lidt af denne Elektricitet.



Fig. 78.

9. *Lynildsrøref.* På et Glasrør, som er lukket med Metal i begge Ender, er der i Form af en Skruelinie opklæbet en Række små, firkantede Stykker Stanniol, følgende efter



Fig. 79.

hinanden således som Fig. 79 og 80 viser det; Rækken begynder og ender ved Metalindfatningerne i Rørets Ender.

Røret bruges således: Man tager fat med Hånden om Metalliet i Rørets ene Ende og holder Røret således at dets



Fig. 80.

anden Ende er i en lille Afstand fra Elektrisermaskinens Konduktor. Når der da springer en Gnist over fra Konduktoren til Røret, så lyser hele Skruelinjen i samme Øjeblik, hvilket selvfølgelig ses bedst og smukkest i Mørke; der dannes nemlig Gnister overalt imellem to på hinanden følgende Stanniolstykker.

I Stedet for at klæbe Stanniolstykkerne op på et Glasrør, kan man naturligvis også klæbe dem op på en Glasplade og give den hele Række hvilken Form man ønsker.

10. *Antændelse.* Let antændelige Vædsker som Æther kan antændes af Gnisten fra en Elektrisermaskine på følgende simple Måde. På Bordet stilles en lille flad Metalskål med lidt Æther i; man isolerer sig selv fra Jorden (Galoscher, Isolerskammel), lægger den ene Hånd på Konduktoren og tager en lang Metalnål i den anden Hånd; Nålen er spids,



Fig. 81.

holdes hen over Skålen. Drejes Maskinen rundt, og der slår en (ikke for svag) Gnist over imellem Spids og Skål, antændes Ætheren.

Endnu må her nævnes, at de Spalte 49—52 omtalte Forsøg over Elektricitets Udbredelse let anstilles, når man har en Elektrisermaskine, f. Eks. Forsøget med Posen (Fig. 54); når Konduktoren har et Hul, stikkes den stive Metaltråd, som bærer Ringen, simpelthen ned i dette Hul, og Skiven drejes rundt.

Der har så ofte i det Foregående været Tale om en *elektrisk Gnist*, at det kan være naturligt at se lidt nærmere på dette Fænomen.

Gnisten dannes især mellem Ledere, og den opstår jo, når to Legemer med modsatte Elektriciteter kommer hinanden tilstrækkelig nær i Luften. Den opstår derfor også, når et elektrisk Legeme kommer nær til en uelektrisk Leder, især når denne er afledet til Jorden; thi da vil det elektriske Legeme fordele Elektriciteten i denne Leder, drage Elektricitet af modsat Art til sig, og da kan Gnisten springe over.

»Springe over« er i og for sig ikke nogen korrekt Betegnelse, thi man kan ikke sige, at der er noget, der springer over fra det ene Legeme til det andet. Den Gnist, man ser, er ikke Elektriciteten selv, men den er kun en Virkning af Elektriciteten. Lyset, vi ser, hidrører fra, at der ved Foreningen i Luften af de modsatte Elektricitetsarter sker en så stærk Ophedning, at lidt af Luften kommer til at gløde, og desuden er der også Småmængder af de Metaller, imellem hvilke Gnister dannes, som i dampformig Tilstand tager Del i Glødningen. Erfaringen viser også, at når man lader Gnisten blive dannet i Luft af anden Art end den atmosfæriske, f. Eks. Brint, Ilt, Kulsyre o. s. v., så har Gnisten andre Farver. Og at Metallerne er med i Gnistfænomenet, det fremgår af forskellige Ting: de Kugler, eller hvad det nu er for Former, imellem hvilke Gnisten dannes, bliver lidt ru og får bitte små Fordybninger, når der har slået mange Gnister over, og lader man Gnisterne dannes f. Eks. imellem en Kobberkugle og en Sølvkugle, så kommer der små Nedslag af Sølv på den første og af Kobber på den sidste.

Korte Gnister er retlinede, men lange Gnister har Zigzagformen og kan tilmed have Forgreninger ud til Siden, så at Gnisten ser ud som en

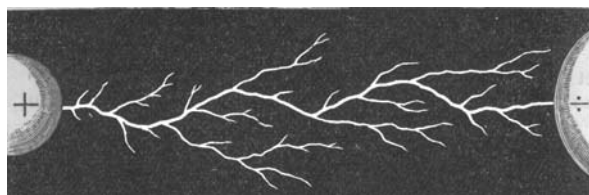


Fig. 82.

Slags Vegetation, der har Roden på den positive Leder.

Dersom man lader to modsatte Elektriciteter forenes i Luft, som er stærkt fortyndet, så kan den egentlige Gnist

Blive helt, borte men i Stedet for kommer den fortyndede Luft til at lyse over det hele eller i alt Fald i store Partier. Det nærmere herom er det imidlertid bedre at omtale længere fremme i Elektricitetslæren, når vi har lært Elektricitetskilder at kende, som i langt højere Grad egner sig til sådanne Forsøg end Elektrisermaskinen. Det er for Resten nogle af de aller smukkeste elektriske Forsøg, man har; vi kommer der også ind på de Røntgenske X-Stråler, der har gjort så umådelig Opsigt.

FORTÆTNING AF ELEKTRICITET. LEYDNER-FLASKEN. ELEKTRISKE UDLADNINGER.

Vi har set, at man med Elektrofor og navnlig med Elektrisermaskine kan frembringe Elektricitet i større Stil og derpå føre den over på en Leder, som er isoleret fra Jorden. Men der er Grænser for, hvor megen Elektricitet en sådan Leder kan optage, og dette ligger i, at den stadig taber Elektricitet, dels til Luften, når denne er støvholdig — og ingen Luft er helt fri for Støv! — dels langs de isolerende Støtter, som bærer Lederen, men som aldrig er fuldkomne Isolatorer; Grænsen er da nået, når Elektricitetstabet, der lides ad de omtalte Veje, er ligeså stort som Tilførslen af ny Elektricitet. En elektrisk Leder, der henstår i Luften, og som ikke får frisk Tilførsel af Elektricitet, taber mer eller mindre hurtigt sin Ladning af Elektricitet.

Jo større en Leder er, desto mere Elektricitet kan der ophobes i den, men det har selvfølgelig sine Ulæmper at bruge meget store Ledere; heldigvis gives der imidlertid i den elektriske Fordeling et Middel til at opsamle megen Elektricitet på en forholdsvis lille Leder; Apparatet hedder et *Ladningsapparat*, *Opsamlersapparat*, elektrisk *Fortætningsapparat* o. lign., og *Leydnerflasken* hører til dem. Vi skal nu se, hvorledes dette går for sig.

Et godt Ladningsapparat er den såkaldte *Franklinstavle*, som det er grumme nemt at lave. En firkantet Glasplade beklæbes på begge Sider med firkantede Stykker Tinfoolie (Stanniol), så at der bliver Glas frit helt rundt, og dette Glas ferniserer man; Pladen fastgøres så i lodret Stilling ned i en Revne i en Træfod. Det hele er altså meget simpelt.

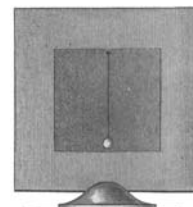


Fig. 83.

Når man nu vil føre en stor Mængde Elektricitet til det ene af de to Stanniolblade (»Metalbelægninger«), så skal man blot sætte den i Forbindelse med Elektrisermaskinen (f. Eks. lade den røre ved Konduktoren) og samtidig »aflede« den anden til Jorden, d. v. s. f. Eks. sætte en Finger på den. Drejes Maskinen rundt, vil der i Løbet af kort Tid hobe sig en stor Mængde Elektricitet op i Apparatet. Hvad går her da for sig?

I Fig. 84 er Franklinstavlen afbildet, set fra Kanten af; de to Stanniolbelægninger, A og B, er tegnede unaturlig tykke;

til venstre i Figuren ses Konduktoren (+) på Elektriseringsmaskinen, og med den er A forbundet ved en Kæde. Og så er der yderligere tegnet to Hyldemarskugler, hængende i Tråde; det er fine Metaltråde, som er lette at anbringe, og disse Kugler tjener til at gøre det synligt for os, hvad der går for sig.

Fra Konduktoren går der positiv Elektricitet over på A; dersom nu A var ganske alene, og B ikke i dens Nærhed, så vilde A hurtig få al den Elektricitet, den kan optage, og den

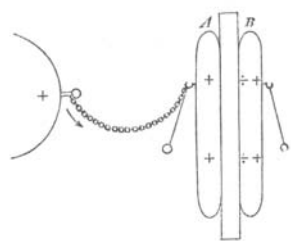


Fig. 84.

optager jo så meget, at den får samme elektriske Spænding som Konduktoren har; men når B er der, så kan den optage meget mere Elektricitet, før den får denne Spænding. A's positive Elektricitet virker nemlig fordelende på Elektriciteterne i B, der trækkes negativ henimod A, altså ind til Glasset, som skiller A fra B, og der skydes positiv bort til B's Yderside; såvel A's som B's Hyldemarskugler gør da Udslag. Men nu lægger vi en Finger på B, og ikke alene falder da B's, men også A's Kugle tilbage; med Fingeren tog vi nemlig den positive på B's Yderside bort, så at den negative nu kan give sig helt hen til den Tiltrækning, som A's positive udøver på den, og omvendt vil A's positive trækkes ind mod Glasset af den negative på B; der bliver så kun lidt *fri* positiv Elektricitet tilbage på A's Yderside, Hyldemarskuglen falder ind: den elektriske Spænding på A er bleven formindsket.

Lad os for den fulde Forståelses Skyld tage et nemt lille Tal-Eksempel.

Vi tænker os først, at B ikke er der, og der vil så gå en vis Mængde Elektricitet fra Konduktoren over på A, for at A skal få samme Spænding som Konduktoren. Tænkte vi os nu, at B derefter blev anbragt på sin Plads på den anden Side af Glaspladen og afledet til Jorden, så vil der jo i B blive draget negativ Elektricitet ind imod Glasset, men det vil være i en Mængde, der er lidt mindre end Mængden af positiv i A; lad os sige f. Eks. 19/20 af den Mængde, der er på A. Men disse 19/20 vil så drage en stor Del af A's Elektricitet ind til Glasset, og hvor stor en Brøkdel? Ja det bliver en Mængde, som er 19/20 af den Mængde, som findes i B, og af den hele Elektricitetsmængde, som findes på A, bliver der altså en Brøkdel, som er $19/20 \times 19/20$ draget ind til Glasset, d. e. $361/400$ eller omtrent $9/10$ Kun én Tiendedel af den Mængde Elektricitet, som vi har ført til A, bliver da siddende på A's Yderside, de ni Tiendedele er gået ind på Indersiden, som støder op til Glasset. Derfor kan A, inden den har nået en Spænding som Konduktorens, optage ti Gange så megen Elektricitet som før, d. v. s. som hvis B ikke var der.

Vi tog som Eksempel, at den Mængde Elektricitet, der findes på A, kan drage til sig ovre i B en Mængde, der er 19/20 af sin egen Mængde. Om det nu er 19/20 eller en anden sådan Brøk, der er lidt mindre end 1, det beror dels på, hvor tynd Glaspladen er, dels på, om man måske i Stedet for Glas

vil tage en anden Isolatorplade og klæbe Stanniolstykkerne på. Lige tykke Plader af forskellige isolerende Substanser virker ikke ens. Den nævnte Brøk er størst, når Pladen er tynd, og en tynd Plade bliver derfor bedst, men man må dog passe på, at Pladen ikke bliver så tynd, at den store Mængde positiv Elektricitet på A og den store Mængde negativ på B, stræber med sådan Kraft imod hinanden, at de slår Hul i Glasset og forenes; thi da bliver Apparatet ubrugeligt.

Når vi er færdige med at »lade« Ladningstavlen, så hænger Hyldemarskuglerne, hvis vi har anbragt sådanne på vort Apparat, i de Stillinger, som Fig. 85 viser det; i hvert Fald giver denne Figur et Billede af Forholdene. A har nogen *fri* Elektricitet (pos.); lidt deraf er gået over på Kuglen, og den stødes derfor bort fra A; B derimod har været afledet til Jorden; al den Elektricitet (neg.), som den indeholder, har Plads inde ved Glasset, men der er ingen Ting på Ydersiden, og Kuglen hænger derfor ned.



Fig. 85.

Konduktoren kunde være forbunden med A ved Hjælp af en Metalkæde (Fig. 84); tager man nu denne væk med en tør Glaspind, sker der ingen Forandring i Apparatet.

Men man kunde som før nævnt også have »ladet« Apparatet på den Måde, at man havde taget på Foden med den ene Hånd, lagt den ene Stanniolplade an imod Konduktoren, så at den ene Metalbelægning (A) rører derved, og så lagt den anden Hånd på den anden Plade (B). Efter nogle Omdrejninger af Maskinen er Apparatet ladet færdig. Man flytter det så bort fra Konduktoren, tager Hånden væk fra B og sætter det ned på Bordet.

Når man så lægger deri ene Hånd på B og derefter den anden på A, føler man et Stød i Hånd og Arme, ja er det stærkt, endog i Brystet. Flere kan tage hinanden i Hånden; den ene Fløjmand lægger sin frie Hånd på den ene Belægning B, og den anden Fløjmand derefter sin frie Hånd på den anden Belægning: alle føler de da et Stød. Stødet hidrører fra den pludselige Udladning af de store Elektricitetsmængder.

Lidt efter kan man for Resten tage et lille Stød igen fra Tavlen og så måske atter igen et svagt Stød; dette ligger i, at meget af Elektriciteterne i A og B ikke alene gik ind til, men endog over på Glasset, og herfra træder de efterhånden atter ud på A og B, når disse har mistet deres Elektriciteter ved en Udladning.

En stor, tynd Glasplade med Stanniolbelægninger kan dog let gå itu ved Uforsigtighed, og Leydnerflasken er derfor en heldigere Form for et Ladningsapparat. En Glasflaske (uden Luftblærer) er indvendig og udvendig beklædt med Stanniol (ikke alene på Siden, men også på Bunden), og dette Stanniol når op til et Stykke fra Halsen; det sættes fast med Gummi eller Klister. I Halsen sidder en Prop med en Metalstang i, og denne Stang bærer foroven en Kugle, forneden en Kæde, som hænger ned på Bunden af Flasken. Flasken ferniseres på det Stykke foroven, hvor der intet Stanniol sidder.

I Principet er Leydnerflasken ganske det samme som Franklinstavlen; når man skal lade Flasken, står den enten på Bordet, eller man holder den i Hånden; i begge Tilfælde er Belægningen på Ydersiden afledet til Jorden, så at den svarer

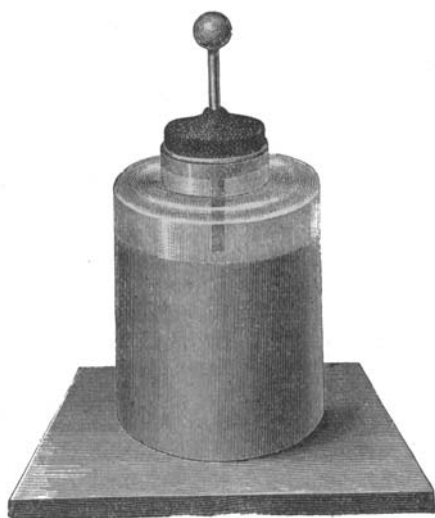


Fig. 86a.

til det, vi før kaldte *B*; og enten lægges Kuglen foroven direkte til Elektrisermaskinens Konduktor, eller man forbinder disse to ved en Metalkæde: Kuglen er jo forbunden med den indre Belægning, så at Konduktorens Elektricitet går ned i Flasken til denne, og den indre Belægning svarer altså til *A*.

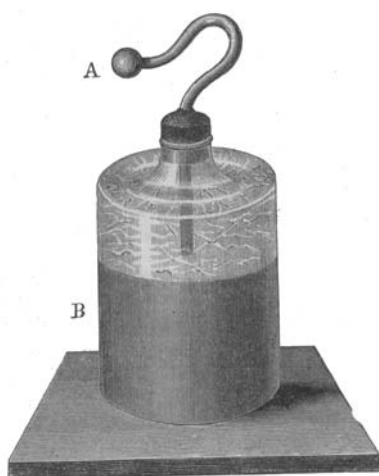


Fig. 86b.

Når man så vil tage Stød af Flasken sætter man den på Bordet, lægger den ydre Håndflade om den ydre Belægning på Flasken og den anden Håndflade ned på Kuglen.

I Stedet for at udlade Leydnerflasken med sin Krop, kan man også bruge en *Udladertang*, d. e. en af to Metalstænger dannet Tang med Kugler for Enderne, og i Reglen med Glashåndtag på Stængerne. Fig. 87 viser, hvorledes Tangen

bruges: den ene Gren lægges an imod den ydre Belægning, og den anden nærmes godt ind til Kuglen og dermed til den indre Belægning; der dannes da en kort, kraftig, stærkt

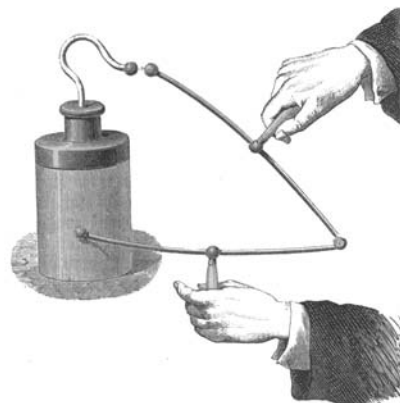


Fig. 87.

lysende Gnist, ledsaget af et Knald. I denne Gnist svinger Elektriciteten umådelig hurtig mange Gange frem og tilbage i den meget korte Tid, Gnisten varer.

Man kan for Resten nok nøjes med en mindre fin Udladertang, nemlig en bøjet Metaltråd, stukket ind i et Stykke Træ som Håndtag og med Kugler for Enderne (Fig. 88).

Jo større en Leydnerflaske er, desto større er dens Stanniolbe-lægninger, og desto mere Elektricitet kan der opsamles. Meget store Flasker er dog ikke lette at håndtere, og derfor, når man vil have sig et kraftigt Apparat, laver man sig et *Batteri* af flere Leydnerflasker, f. Eks. af fire; disse stilles i en

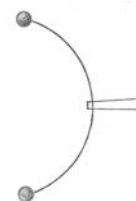


Fig. 88.

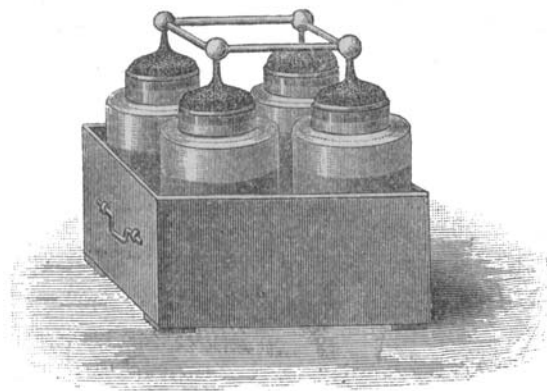


Fig. 89.

Trækasse, som er indvendig foret med Stanniol, og de fire Kugler forenes ved Metalstænger eller -kæder. De fire Flasker gør da samme Tjeneste som én, der havde fire Gange så store Belægninger som enhver af de fire.

ELEKTRICITETEN.

En meget nem Leydnerflaske kan man lave sig således (Fig. 90): i et Bægerglas fyldes Hagl, og ned i disse stikkes en Theske; alt skal være tørt. Når den skal bruges, omslutter



Fig. 90.

man Glasset så meget som muligt med Hånden og fører Elektricitet til Skeen; Hånden gør da Tjeneste som ydre, Haglene som indre Belægning. Når Ladningen er tilendebragt, får man ved at nærme den anden Hånds Knoer til Skeen en Gnist at se og et Stød at føle.

Med et Apparat som det nysnævnte blev Leydnerflasken egentlig opfundet for halvandet Hundrede År siden, uden at man den Gang kendte noget til elektrisk Fordeling og altså heller ikke til elektrisk Fortætning. Det var en Biskop *Kleist* i Pommern; han havde en Flaske med Kviksølv (svarende til Haglene), og dette Kviksølv vilde han elektrisere; han stak da en Metalstang (svarende til Skeen) ned igennem Flaskeproppen og førte Elektricitet fra Elektrisermaskinen til denne Stang. Han holdt nu Flasken med den ene Hånd og kom tilfældigvis, efter at Kviksølvet var bleven gjort elektrisk, til at røre ved Stangen med den anden Hånd; han fik derved et meget stærkt Stød at føle. — Også Vand kan gøre Tjeneste i Stedet for Kviksølv.

Hvis man ikke har nogen Elektrisermaskine til sin Rådighed, men kun et Elektrofor (se Spalte 58), kan man også meget godt benytte det til Ladning af en Leydnerflaske. Man skal da blive ved med mange Gange at føre det elektriske Skjold hen til Flaskens Kugle eller Stang; hver Gang går Skjoldets Elektricitet da over i Flasken.

Vi talte om et Leydnerbatteri. Et sådant bør man ikke bruge, når man vil give Folk elektriske Stød, thi de kan da blive bedøvede, ja endog dræbte af Stødet, når Batteriet er stort og Ladningen kraftig; man bør til Stød nøjes med en Leydnerflaske. Stødet virker især kraftigt, når man får det

igennem Hovedet. En Mand, der fik en Batteriudladning igennem Hovedet og Foden, faldt bevidstløs om, og da han senere kom til Bevidsthed, anede han ikke, hvad der var sket, og hvorfor han lå på Gulvet; det forekom ham, at hans Ben var indviklede i en Mængde Reb, og han havde en sitrende Fornemmelse i hele Kroppen.

Når man vil undersøge den Virkning, som en Udladning fra en Leydnerflaske eller fra et Leydnerbatteri har på forskellige Ting, så betjener man sig i Reglen af et særligt Udladerapparat (Fig. 91): på et Brædt er der to ferniserede Glasstøtter med Messingindfatninger foroven; i disse sidder der to Messingstænger således, at de kan skydes frem og tilbage og drejes op og ned; disse Stænger har enten Kugler eller Spidser i de Ender, som vender imod hinanden. I Figuren er Udladningen tænkt foretaget igennem en fin Metaltråd, som danner Forbindelse imellem de to Stænger; den ene af Stængerne er ved en Kæde sat i Forbindelse med den ydre Belægning på en med Elektricitet ladet Leydnerflaske, som man tager i Hånden, hvorpå man nærmer Kuglen på Flasken hen til den anden Udladerstang, indtil der springer en Gnist over. Ved dette bliver den fine Tråd ophedet, ja kan komme i Glød et Øjeblik — længe varer det ikke, fordi Varmen, som fremkom i Tråden i Udladningsøjeblikket, hurtigt går bort i Luften. Holdes der et Stykke Papir tæt op til Tråden, bliver Papiret forbrændt langs Tråden.

En Antændelse ved Hjælp af Udladningen får man lettest frem ved på det i Fig. 91 afbildede lille Bord at lægge noget Bomuld, hvori der er ind-gnedt noget Harpikspulver, og så bringe de to Stængers Kugler hen til Berøring med dette Bomuld; det antændes da, når Udladningen går for sig.

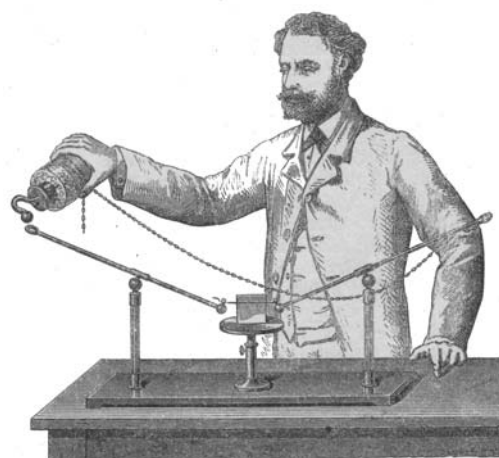


Fig. 91.

Ved "Hjælp af Udladningen fra et Leydnerbatteri kan man også antænde Krudt, men hvis man simpelthen vil lægge Krudtet på Bordet og stikke Kuglerne lidt ind i det, således som man gør ved det harpiksede Bomuld, så vilde Krudtet

WIKIPEDIA

kun blive spredt, men en Antændelse kom ikke i Stand. Man må ligesom forsinke Udladningen, og dette sker ved at lade Udladningen foregå igennem en fugtig Hampe-snor i Stedet for en Metalkæde.

Isolatorer som Træ, Glas o. s. v. gennembøres eller sprænges i Stykker, hvis man kan få Udladningen igennem dem; i Pap slår Udladningen et Hul.

Vil man have Glas gennemboret af Udladningen, må man bære sig lidt omhyggelig ad. Elektriciteterne fra Leyd-

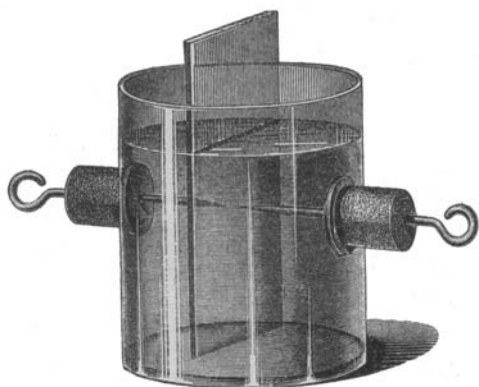


Fig. 92.

nerflaskens eller -batteriets to Belægninger må føres igennem Metalspidser hen til modsatte Sider af Glaspladen, til Steder, der ligger lige overfor hinanden. Men dette er endda ikke nok, thi er Glasset besat med en let Fugtighedshinde, så søger Elektriciteterne ud i den i Stedet for at gå igennem Glasset, hvilket sidste er ulige vanskeligere for dem; og selv om Glaspladen er tør og ren, så er der en Tendens hos Elektriciteterne til hellere at smygge sig igennem Luften uden om Glasset end til at gennembryde det; man kommer, hvis dette sker, til at se en dobbelt Lyslinje fra Spidserne hen til det nærmeste Sted af Glassets Rand. Forsøget lykkes bedst, når Glaspladen for det første er tynd og for det andet er omgivet af en godt isolerende Vædske som f. Eks. Petroleum. Fig. 92 viser, hvorledes et sådant Glassprængningsapparat bedst lader sig indrette: Et lille Vandglas er gennemboret på to modsatte Sider, og i Hullerne er der fastlimet Korkpropper, igennem hvilke der er stukket en Messingtråd, som er filet spids i den indre Ende og bøjet om til en Ring i den ydre. Spidserne må stå lige overfor hinanden, og ned imellem dem stiller man et Stykke tyndt Rudeglas, som helst må være varmet lidt op forinden. Spidserne skydes nu tæt ind til Berøring med Glaspladen, og Vandglasset fyldes næsten helt med Petroleum. I Ringen på den ene Metaltråd hænges der en Kæde, hvis anden Ende er viklet op om Leydnerflaskens ydre Belægning (se på Fig. 91), og når Flasken er bleven ladet derved, at man holder den hen til Elektrisermaskinens Konduktor, så at Kuglen rører ved denne, bringer man den hurtig hen til den anden Messingtråds Ring, og Udladningen springer da fra Kuglen over på Ringen og fortsætter sin Gang, idet den slår et lille Hul i Glaspladen. — At anvende et Batteri på mange

Flasker vil let føre til, at også Vandglasset slås itu; bedst er en enkelt ret stor Leydnerflaske.

Hvis man ikke har Petroleum om Glasset, men drypper en lille Ring af Stearin på Glaspladen udenom Spidsens Plads, vil Udladningen slå et Hul igennem Pladen henne ved Stearinringens Inderside; Elektriciteten har søgt Vej henad Glassets Overflade, men standses af Stearinen, hvis Overflade ikke er så ledende som Glassets, og her ved Stearinen sker da Gennembruddet.

Dersom man lader Udladerstængerne gå ned i Vand eller en anden slet ledende Vædske, kan man let få en Gnist dannet dernede igennem Vædsken, og samtidig slynges Vædsken stærkt til Side af Gnisten.

Elektrisk Lugt. Når man i nogen Tid i et Værelse har haft en Elektrisermaskine i Virksomhed, har ladet Gnister dannes, f. Eks. ved Hjælp af Leydnerflasken, så mærker man en ejendommelig Lugt. Det er dog ikke Elektriciteten selv, der lugter, men Lugten hidrører fra, at noget af Luftens Iltbestand bliver af Elektriciteten omformet til *Ozon*, Ozon er ikke noget nyt Stof, men kun en Omdannelse af Luftarten Ilt, som imidlertid virker kemisk langt kraftigere, end Ilt i almindelig Form gør.

Lichtenbergske Figurci. Med en Leydnerflaske kan man anstille et ganske kønt Forsøg, som viser en ret ejendommelig Forskel imellem positiv og negativ Elektricitet.

Man pulveriserer noget tørt Mønnie eller en Stump rød Lak samt noget Svovl ganske fint, blander dem godt sammen, så at man får et Pulver med en ensartet gulrød Farve, og dette

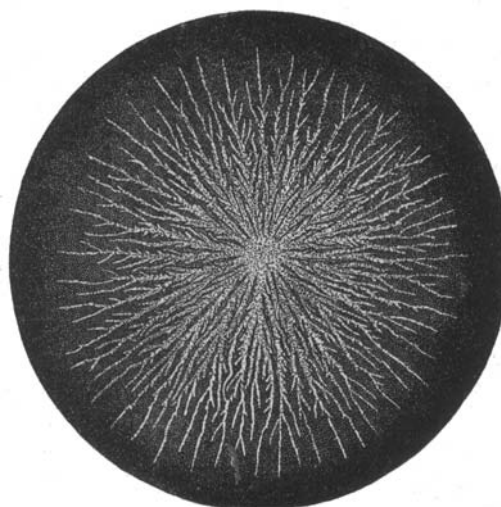


Fig. 93.

Pulver puttes i en Pose af Gaze med fine Masker. Rystes denne Pose, falder der en „fin Regn af Svovl og Mønnie (Lak) fra den.

Man tager dernæst en Plade af en Isolator, f. Eks. en Ebonit- eller en Harpikskage, og berører den et steds med

WWW.SV.DK

Kuglen på en Leydnerflaske, der er ladet med positiv Elektricitet på den indre Belægning og altså også på Kuglen; Flasken holdes i Hånden.

Drysses Pulveret så ud på denne Plade, lægger det sig som en stråleformig Figur, dannet af det gule Svovlpulver, medens det; røde Mønnie samler sig i små Hobe inde ved Midten.

Fænomenet, beror på, at de enkelte Korn ved Uddrysnin-

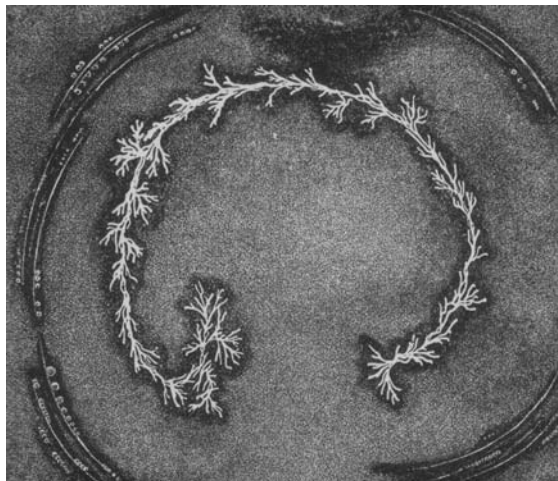


Fig. 94.

gen kommer til at gnide imod hinanden, og derved bliver Mønnien (Lakket) positivt, Svovlet negativt elektrisk.

Vi kan anstille Forsøget på en lidt anden Måde, hvorved det bliver lettere at forklare. Vi har en Leydnerflaske med positiv Elektricitet på Stanniolet inde i Flasken og negativ på Ydersidens Stanniol. Flasken stilles på en Harpikskage, og man lægger en Finger på Kuglen, uden samtidig at røre ved den ydre Belægning; man tager derved lidt af Elektriciteten på Indersiden, og derved gøres der lidt negativ Elektricitet på den ydre Belægning fri, og det, der bliver frit, går delvis igennem Randen af Flaskebunden over på Kagen. Dernæst tager man — når Fingeren atter er fjernet fra Kuglen — Flasken i Hånden og tegner med Kuglen en eller anden Figur på Kagen; disse Steder får derved noget positiv Elektricitet. Når man så drysser Pulveret ud over den således præparerede Plade, lægger Mønnien sig som en Kreds på de Steder, hvor Flaskeranden stod, medens Svovlet samler sig der, hvor Kuglen var gået hen over Kagen. Fig. 94 viser et sådant Billede.

LYN OG TORDEN.

Det er mægtige Kræfter, der er i Virksomhed, når det lyn og tordner, og det er intet Under, at man i en hedensk og uvidende Tid mente, at Guderne da var på Spil; efter Nordboernes Forestillinger hidrørte Tordenen fra, at Thor kørte med sin Vogn henover Himmelen, samtidig med at han slyngede

den glødende Stenhammer Mjølner imod Bjergene, og de gamle Grækere og Romere så i Lynet Guden Zeus' (Jupiters) Våben, når han svang det i sin Vrede. Utvivlsomt har disse store, tilsyneladende vilkårligt indtræffende Naturfænomener bidraget til at styrke og vedligeholde den gamle Gudetro; de viste, hvor hjælpeløse Menneskene var, hvor afhængige af højere Magter; man kunde slet ikke forklare sig disse Fænomener; husk blot på, at man jo egentlig først i de tre sidste Hundrede År har kendt noget til Elektricitet; men ganske vist varede det så heller ikke længe efter, at man havde set en elektrisk Gnist, at man begyndte med at sætte dennes Lys og Smeld i Forbindelse med Lyn og Torden. Nu er det ganske vist så, at vi også nu om Stunder føler, at vi er små og svage overfor disse store Naturfænomener, men vi søger dog at studere dem, deres Forløb, deres Natur og deres Oprindelse, så at de ikke står for os som rene Vilkårligheder, om de end indgyder os Respekt og delvis Frygt.

Om *Benjamin Franklin*, den berømte Forkæmper for de nordamerikanske Staters Uafhængighed, nu end ikke er den første, som har anstillet Sammenligning imellem Lynet og den elektriske Gnist, så er han dog den første, som har ud-tænkt praktiske Forsøg til at påvise en sådan Sammenhæng, og han har opfundet Lynaflederen. De første Forsøg, som skulde vise, at der er Elektricitet i Luften, blev anstillede for halvandet Hundrede År siden i Frankrig efter Opfordring af Franklin. Der blev oprejst en ca. 80 Fod høj Jernstang, anbragt igennem Taget på en lille Bygning; da en Tordensky gik hen over Huset, kunde man trække elektriske Gnister med Hånden ud af Stangens nederste Ende. Franklin gjorde senere Forsøget på en lidt anden Måde: han sendte i et Tordenvejr en Drage til Vejrs, som var bunden i en Snor, der af Regnen blev gjort ledende for Elektriciteten; Snoren endte forneden i en Silketråd, der holdtes i Hånden; når dette var sket, kunde han virkelig trække Gnister ud af Snorens nederste Ende. Andre har gjort Snoren af Metal, som leder langt bedre, og der fås da flere Fod lange Gnister; når de da har ladet Gnisterne slå over til andet Metal, har de ingen Skade gjort, men da i nogle Tilfælde Hånden modtog Gnisten, virkede den dræbende eller i alt Fald bedøvende.



Fig. 95.

Man har tre Slags Lyn: *Gnistlynet* eller *Zigzag-lynet*, *Fladelynet* og *Kuglelynet*.

Det første af disse Lyn ligner de Gnister, vi kan frembringe med Elektrisermaskiner; undersøgt med Øjeblikksfotografier viser de lysende Zigzaglinier sig ofte at have Forgrevninger ud til Siden. Hvad lyser her? En nærmere Undersøgelse viser os, at det er Luftens Hovedbestanddel Kvalstof, som

Lyser, og tildels tillige Ilt og Brint; disse to Luftarter udgør Vandets Bestanddele, og da der altid er Vanddampe i Luften, er det jo ret naturligt, at disse Luftarters Tilstedeværelse gør



Fig. 96. Franklins Forsøg (efter et gammelt Billede).

sig gældende, når der finder en elektrisk Udladning Sted igennem Luften.

Det er en nærmere Undersøgelse af Lysets Farve, der giver os disse Oplysninger. I Fyrværkerier ser man jo bengalske Flammer af forskellig Farve, og dette opnår Fyrværkeren ved at bringe forskellige Stoffer til at fordampe i Ilden. Har man en Spritflamme eller en såkaldt Bunsensk Gasflamme, der lyser med en meget svag Flamme (Blusset på Kogegas-Apparater), kan man ved at bringe noget Køkkensalt (der i sig indeholder Metallet Natrium) deri få den til at lyse kraftigt gult, Metallerne Strontium og Lithium giver den to forskellige Nuancer af rødt, Metallet Baryum af grønt osv. Luftarter kan man få til at lyse ved at lade elektriske Udladninger gå igennem dem, når de er indesluttede i fortyndet Tilstand i Glasrør, og det med Farver, der retter sig efter Luftartens Natur. Kort sagt: hvert enkelt Grundstof lyser med sin ejendommelige Farve — om end som Regel Øjet behøver nogle særegne Hjælpemidler til at skelne dem rigtig fra hverandre,

— og det er ved sådanne Undersøgelser, man har fået at vide, hvad det er, der lyser i Lynet.

Fladelynet er en Lysning af en større Skyflade. En sådan Lysning kan vel ofte hidrøre fra, at der dannes et almindeligt Zigzaglyn bag en Sky, så at vi ikke kan se det direkte, og Lyset fra dette Lyn falder da på Skyer, som derved lyser for os; men hyppig skyldes Fladelynet en samtidig Udstømming af en Mængde små Gnister på mange Steder af en Skyflade.

Kuglelynet forekommer sjældnest og er et højt aparte og meget omtvistet Fænomen; men der synes ingen Tvivl at være om dets Eksistens. Kuglelynet er en lysende Masse på indtil en god Fods Størrelse og med nogle højt mærkværdige Bevægelser. Den svenske Meteorolog Hildebrand Hildebrandsson beskriver et iagttaget Kuglelyn således: »I Landsbyen Malma ved Upsala blev der den 5. Juli 1883 iagttaget et Kuglelyn. Omtrent Kl. 1 ½ (Middag) efter Lyn og Torden trængte Fænomenet ind i en Bondekones Køkken igennem en lodret Vinduesåbning på 14 Tommers Bredde. I Form af et gyldent Æg på 3 Kvarters Længde sænkede Fænomenet sig imod Gulvet uden at berøre det, langsomt og med den tykke Ende foroven tværs igennem Køkkenet og hen til Forstuen. Da Døren var lukket, hævdede det sig og forsvandt igennem en vandret Åbning på 5 å 6 Tommers Længde og 1 ½ Tommer Bredde, ca. 2 ½ Alen over Gulvet. Umiddelbart efter hørtes flere Knald som Geværskudssalver, der var så stærke, at alle Naboer løb til uden imidlertid at kunne se noget. En Skrædder, der sad ved Vinduet i et andet Hus, har set Kuglen komme ud af Skyerne ned til Vinduet og er løbet sin Vej af Skræk.« I Køkkenet var der to Koner og to Børn; Tordenvejret og Vinden kom fra Øst, hvortil også det Vindu vendte, som Kuglelynet trængte ind igennem, så at det åbenbart fulgte Lufttrækket.

Hvad nu Tordenen angår, så forstår man jo derved den Lyd, som følger på Lynet, og som fremkommer ved, at der opstår en pludselig Ophedning af Luften. Derved drives Luften udenom tilbage, der dannes en Fortætning; men straks efter drives Luften herfra så tilbage til Eksplosionssledet, hvorfra den for lidt siden strømmede bort, og da må den efterlade bag sig en Fortynding o. s. v. Der fremkommer altså en Række skiftende Fortætninger og Forlyndinger, som ikke holder sig på samme Sted alene, men breder sig videre ud efter i Rummet med en Fart på godt og vel 1000 Fod i Sekundet, og det er sådanne svingende Bevægelser, der fremkalder det, vi kalder Lyd, når de træffer på et Øre.

Fremkomsten af en Lyd, når det lyner, er dermed forklaret, men Tordenen *ruller*. Det er navnlig ved Fladelynet, at Tordenen er rullende, i ringere Grad ved Gnistlynet. Årsagen er i hvert Fald fornemmelig den, at Lynet ikke opstår i ét Punkt, men langs en længere Bane eller en større Flade. Når da disse forskellige Punkter ligger i forskellig Afstand fra Øret, så må Lyden nå Øret ikke i ét bestemt Øjeblik, men i en Række på hinanden følgende Øjeblikke, altså i Løbet af en vis Tid, skønt selve Lynet kun varer en lille Brøkdel af et Sekund.

At en Tordenrullen skiftevis er stærkere og svagere,

www.sos.no

ligger først og fremmest naturligvis deri, at den elektriske Udladning eller Udstrømning ikke på alle Steder af Lynets Bane er lige stærk, men tillige deri, at de Lyn, der opstår på forskellige Steder, også får forskellige Veje at gennemløbe hen til Øret, og der kan de møde forskellige Hindringer; der kan være Luft, hvor det regner, og Luft, hvor det ikke regner, skyet Luft, Luft af forskellige Temperaturer o. s. v. Men så må endelig nævnes som Årsag til, at Tordenen ruller, og til denne afvekslende Førøelse og Formindskelse af Lydstyrken, at Lyden jo breder sig ud til alle Sider, og den Lyd, som ikke oprindelig var rettet imod Øret, kan måske dog nå delvis derhen ad Omveje, nemlig efter Tilbagekastning fra Skyer, Klippevægge, Skovrande o. s. v.

Hvor langt Lynet er borte, regner man jo ud ved at tælle, hvor mange Sekunder der forløber, fra at man ser Lynet, til man hører Tordenen, og så tage ligeså mange Tusinder af Fod, som man talte Sekunder; denne Regning beror på, at Lyd forplanter sig ca. 1000 Fod fremefter i Luften i hvert Sekund.

Efter at vi nu har beskæftiget os med, hvad Lyn og Torden er, skal vi høre lidt om, hvorledes de opstår. Herom er de Lærde imidlertid meget uenige, og en Forklaring, der tilfredsstiller Alle, er endnu ikke opstillet. Vi vil dog her omtale en Forklaring, der har ikke så lidt på sig.

Man skelner imellem to Slags Tordenvejr: Varme-Tordenvejr og Hvirvel-Tordenvejr. Den første Slags er det Tordenvejr, som kan fremkomme på hede Sommerdage, og som vel frembringer en kortvarig Afkøling, men som dog ikke i væsentlig Grad forandrer Vejrets hele Karakter. Den anden Slags Tordenvejr hænger imidlertid sammen med Hvirvelstorme eller udpræget lave Lufttryk (Minima), og med den følger i Reglen Forandringer i Vejrliget over større Egne. — Dog: kan man end vel i mange Tilfælde henregne et Tordenvejr bestemt til en af disse to Grupper, så er der dog også mange Overgange imellem dem. Vi vil nu her holde os til den første Slags Tordenvejr.

Når det i nogen Tid har været stærkt Solskin, så er Luften nær ved Jorden bleven meget varm, ligesom den også har fyldt sig godt med Damp fra den fugtige Jord eller fra Vandflader. Den er derfor let og har stærk Tendens til at stige til Vejrs, og kan den end på Grund af fuldstændig Vind-stille holde sig nede ved Jorden i nogen Tid, så skal der dog ikke meget til, før den stiger til Vejrs, og kolde Luftmasser synker da nedefter i dens Sted. Luften, der stiger til Vejrs, kommer nu op i Egne af Atmosfæren, hvor Trykket er mindre, og den udvider sig derfor, og samtidig afkøles den; denne Afkøling bevirker, at Luften ikke kan beholde al den Vanddamp i sig, som den har, men en Del udskiller sig som små Vandkugler, og dermed har vi Skyerne dannet. Om Sommeren kan man ofte, især om Eftermiddagen, se disse Klodeskyer (eller Cumulus), der ligner store Boller af Bomuld, og som hver for sig tilkendegiver en opadstigende Luftstrøm; når denne Sky-søjle er kommen højt nok op, breder den sig ud foroven og indhyller sin Top i lette Fjerskyer, og da har vi Begyndelsen til et Tordenvejr. Klodeskyens Top er da omkring en halv

Mils Vej til Vejrs, og det har nu sin Interesse at vide lidt Besked om Temperaturforholdene deroppe. Temperaturforholdene oppe i Luften kender man noget til, dels af lagttagerelser på høje Bjerge, men især dog fra Ballonfarer, og det er bekendt nok fra Avis-meddelelser, at denne Undersøgelse ved Hjælp af Balloner i de sidste År er sat godt i System, først fra Tysklands Side, men nu deltager en Mængde Lande deri. Enten sender man store Balloner op, som kan medtage Passagerer, i dette Tilfælde Observatorer, som aflæser Termometre og andre Instrumenter, men disse Balloner kan højst komme 5 Fjerdingvej til Vejrs, og kommer de så højt, må de medføre komprimeret Iltluft for Åndedrættets Skyld i den meget fine Luft, som er der oppe; eller også sender man små Balloner op, der kun er så store, at de kan medføre Instrumenter, der selv optegner Temperaturen, som forefindes til de forskellige Tider, og ligeledes de andre meteorologiske Ting, man ønsker at vide Besked om. Disse lette Balloner kan stige til halvtredie Mils Højde og daler ned på Steder, der kan ligge langt borte fra Udgangspunktet; en Del af dem går derfor også tabt.

Ved sådanne Undersøgelser har man da fået at vide, at jo højere man kommer til Vejrs, desto koldere bliver det, og ved Sommertid er Temperaturen allerede i en Fjerdingvejs á en halv Mils Højde på Frysepunktet, og højere oppe har vi altså Kuldegrader. Men i den opadgående Luftstrøm, som fremkalder Klodeskyen, synker Temperaturen ikke så stærkt som udenfor, og dette ligger i, at der fremkommer Varme, når Fugtigheden i Luften skiller sig ud som små Vanddråber og holder op med at være Damp. (Man brænder sig f. Eks. lettere, når man fører en Finger igennem en Dampstråle, end når man fører den igennem en Flamme, og det uagtet Flammen er mange Gange hedere end Dampstrålen; Grunden er den, at Dampen i Damp-strålen delvis bliver fortættet til Vand ved at træffe på den forholdsvis kolde Finger, og ved denne Dampens Fortætning kommer der så megen. Varme frem, at det let giver Brandsår. Den Varme, som udvikles i den opadstigende Luftstrøm, derved at der sker en Skydannelse, forhindrer, at Afkølingen bliver så stærk, som den er udenfor, og når Luftstrømmen derfor er kommen så højt op som til de Egne, hvor Luften udenfor er på Frysepunktet og noget endnu lavere Temperatur, så er den selv endnu ikke afkølet til Frysepunktet; selv fører den Vanddråber med sig, medens Luften udenfor er iskold. Når den derfor sender nogen Vanddamp ud i disse sine Omgivelser, så bliver denne Damp ikke fortættet til små Dråber, men til små Isnåle, og det er også en almindelig anerkendt Sag, at de højt flyvende Fjerskyer består af fine Iskrystaller, de består af Sne. Der er et Fænomen på Himlen, som netop let forklares ved, at der højt oppe i Luften svæver Iskrystaller, og det er den såkaldte Sol- og Månering. Når Himlen er dækket af et fint Slør af Fjerskyer, viser der sig omkring Solen eller Månen en lys Ring i en Afstand omkring disse Himmellegerer på ca. 40 Månebredder, og dette Fænomen forklares netop let som fremkommen ved Lysets Gang igennem Isnåle — hvorledes, ja det kan vi ikke på dette Sted gøre nærmere Rede for.

www.kd:oppeadnede

Når vor opstigende Luftstrøm er kommen tilstrækkelig til Vejs, så synker også dens Temperatur til Frysepunktet og derpå lavere endnu; da dannes der ved Vanddampens Fortætning i den Iskugler, og det *hagler* fra den. Vi har på den Måde såvel Vanddråber som Isnåle eller Hagl i hverandres Nærhed i store Mængder.

En nærmere Undersøgelse viser, at Luften, når den er klar, blå, er elektrisk, og Forholdene er, som om Jorden var negativ elektrisk i Forhold til Luften, som da er positiv elektrisk; men Spændingerne er altfor små, til man af dem kan forklare Lynet; ser vi hen til Lynets store Udstrækning, må det være enorme Spændinger, vi der har at gøre med. Altså: den almindelige Luftelektricitet slår ikke til til at forklare Tordenvejret. Nu er det imidlertid en gammel Kendsgerning, at der ved Gnidning imellem Vand og Is opstår en ret antagelig Elektricitetsudvikling og det således, at Vandet bliver negativt, Isen positivt elektrisk. Falder der da Hagl ned igennem en af Vanddråber bestående Sky, så udvikles der ved Gnidningen Elektricitet, og muligvis har man her Kilden til den Udvikling af Elektricitet, som betinger Lynet. Det har også vist sig, at opsamlede Haglkorn er elektriske. Men tilbunds i Sagen er vi dog ikke komne, hverken med denne Teori eller med nogen af de andre, der er opstillede. Antagelig har det dog sin Interesse for Mungen at få et Indblik i, hvorledes der forskes og tænkes for at komme ind til den sande Virkelighed.

Hvorledes det nu end forholder sig med Årsagen: sikkert er det, at Skyerne kan være meget stærkt elektriske.

Når Lynet *slår ned*, så har en elektrisk Sky fremkaldt en Fordeling af Jordens Elektricitet; Fig. 97 viser hvorledes. Den negative Sky trækker i Jorden positiv Elektricitet til sig og støder negativ længere bort; den tiltrukne positive Elektricitet søger så nær hen til Skyen som muligt, og er Afstanden imellem Sky og Jord



Fig. 97.

tilstrækkelig lille i Forhold til den tilstedeværende Forskel i elektrisk Spænding, springer der en kraftig Gnist over.

Lynnedslaget kan imidlertid også gå således for sig (Fig. 98), at den elektriske Sky først virker fordelende på en anden Sky, og den Elektricitet, som i denne Sky er bortstødt af den



Fig. 98. Fig. 99.

elektriske Sky, virker så fordelende på Jorden; der dannes da de to Lyn *A* og *B*, af hvilke kun *B* slår ned, medens *A* er ufarlig. Ja, Nedslaget kan ske gennem flere Skyer, således som Fig. 99 viser det.

Foruden at selve Lynet, der slår ned, kan være farligt, antænde, bedøve, ja dræbe, så er også den i Jorden bortstødte Elektricitet stundom ret farlig, den kan både virke bedøvende på Mennesker og Dyr og dræbe dem, og denne kraftige Virkning hidrører fra, at når Nedslaget har fundet Sted, så strømmer den frastødte Elektricitet med stor Kraft tilbage og udjævnes i Jorden. Man kalder dette for *Bagslag*. Lynet søger altid den korteste Vej.

Hvor Lynet slår ned i Jorden, dannes der et eller flere Huller; i Sand dannes der indvendig glasserede, forgrenede Rør af smeltet og sammensintret Sand. Slår det ned i gode Ledere for Elektriciteten, beskadiges disse ikke, når de er tykke nok, men ellers bliver de glødende, smelter og fordamper; går Lynet igennem slette Ledere, bliver disse sønderslåede, og er de brændbare og tørre, antændes de i Reglen; når en sådan Antændelse af brændbare Ting ikke finder Sted, siger man, det er et *koldt Lyn*.

Med Hensyn til Antallet af Udladninger i et Tordenvejr, da kan det blive overordentlig stort. Således talte man under et Tordenvejr i London i 1889 ikke mindre end 1244 Lyn i Løbet af to Timer, og i Margate under samme Uvejr 131 Lyn i et Minut.

Når man vil værges sig imod Lynet, skal man passe på, at man ikke med sin Krop frembringer en ledende Bane for Elektriciteten, hvor der ellers er en Afbrydelse. Er der et Røgfang over Køkkenet, bør man ikke stille sig der hen; heller ikke under Lysekroner, der er ophængte i Metalkæder; man bør holde sig borte fra store Metalmasser. Træk drager ikke Lynilden til sig, så at det snarere må frarådes end tilrådes at lukke Vinduerne i Værelser, hvor der er mange Mennesker samlet. På Gaderne skal man holde sig borte fra Murene og navnlig fra de Steder, hvor Vandet strømmer i store Mængder ned fra Tagene. På flad Mark bør man ikke stå op, da man derved kommer til at udgøre en høj, Elektricitet ledende Genstand; heller ikke bør man søge Ly under Træer, Høstakke o. lign.; bedre er det i sådanne Tilfælde at stille sig i en Afstand på omtrent en halv Snes Alen fra Træets yderste Grene, selv om man derved får en våd Trøje. At gå hurtig eller løbe gør intet. Ude på Landet slår Lynet langt hyppigere ned end i Byerne; fugtige, flade, træfattige Egne viser sig at være mest udsatte. Også Nærheden af Bjerge forøger Faren. Det synes, som om Antallet af Lynnedslag er i stadig Stigning.

Faren ved Lynnedslag søger man at undgå ved *Lynaflederen* hvis Indretning skyldes Franklin.

En Lynafleder er en lang Metalledning, der med sin nederste Ende står i Forbindelse med fugtige Jordlag, helst Grundvandet, og med sin Top, der er spids, rager op over Bygningens højeste Parti. Dens Virkemåde er følgende: Når en elektrisk Sky kommer i dens Nærhed, vil den drage den modsatte Art af Elektricitet til sig fra Jorden og trække den så nær til sig som muligt, altså, da Lynaflederen er en god Leder

W
W
W
S
V
S
D
E
D
K

for Elektriciteten, op i denne og ud til dens Spids; herfra kan da Elektriciteten enten »tromme langsomt ud i Luften over til Skyen og ophæve dennes Elektricitet, så at Skyen bliver uskadeliggjort, eller der kan finde en pludselig Udladning Sted, d. v. s. Lynet slår fra Skyen ned i Lynaflederen, følger denne og forsvinder nede i Jorden uden at anrette nogen Skade.

Der har været anstillet mange Undersøgelser angående Lynets Måder at optræde på, og der har været nedsat mange Kommissioner for at udfinde den bedste Form for en Lynafleder; der er da bleven opstillet Krav, som Lynaflederen skal tilfredsstille, når man skal være sikker i alle Ender og Kanter, men unægtelig bliver en Lynafleder en ret kostbar Historie, når alle disse Krav skal opfyldes. Der har da også rejst sig Stemmer fra »praktiske« Folk imod disse mange Forskrifter, idet en Del af de opstillede Krav er blevne erklærede for upraktisk Pedanteri; dog er ingenlunde alt, hvad der fra sådanne Sider er fremkommen, af Værdi, og ved Påstande, der svæver ganske i Luften og kun har de Pågældendes mer eller mindre pålidelige Skøn at støtte sig til, kan man jo ikke få Spørgsmålet løst.

Her skal nu i det følgende blive beskrevet en ideel Lynafleder; men hist og her skal der også blive antydnet nemmere Måder at få Tingen indrettet på.

Man kan sige, at en Lynafleder består af tre Dele, nemlig *Opstanderen* på Tagryggen, *Luftledningen*, d. e. den Metalledning, som fører fra Opstanderen ned til Jorden, og *Jordledningen*, som er en større Metalmasse, befæstet til Luftledningen med det Formål at tilvejebringe en let Overgang af Elektriciteten til Jorden.

Opstanderen på Tagryggen må helst være lavet af massivt Rundjern, der er galvaniseret, d. e. overtrukket med et Lag Zink, for at beskyttes imod at fortæres af Rust; Zink angribes vel i Luften, men kun på selve Overfladen, hvorimod fugtig Lufts Angreb på Jern trænger langt ind i det Indre. Opstanderen må være solidt anbragt, så at den kan modstå stærke Storme uden at svinge for stærkt, hvad der let vilde kunne fremkalde Brud. Af den Grund bør den heller ikke være højere end 6—8 Alen.

Opstanderen er tilspidset foroven. Denne Spids letter Elektricitetens Overgang fra Jorden til Skyerne, både hvis man tænker på en gradvis Udstrømning, og hvis man tænker på en pludselig Udladning. Tilsigter man nu den langsomme Udstrømning, så bør Spidsen være så spids, så skarp som vel muligt; dette medfører imidlertid for det første, at Spidsen lettere angribes og derved afstumpes i Luften, og for det andet den vigtige Ting, at hvis Lynet slår ned, så smelter Spidsen let. Når man derfor kun har én Spids på Opstanderen, bør man lægge Vægten på, at den kan tage imod Lynet uden at smelte, og af den Grund forsynes Opstanderen med en Spids, som er temmelig stump (Fig. 100 viser den omtrentlige Form), lavet af Kobber, dog med Platin i den yderste Ende, fordi Platin holder sig særlig godt. Men det anbefales iøjnyrt foruden denne stumpe Spids foroven at sætte 1/2 á 1 Alen længere nede på Opstanderen en påskruet Kobberring, som

bærer 3 á 4 spidse Nåle på et Kvarters Længde og ¼ Tomme tykke inderst ved Ringen; Enderne af disse Nåle skal være platinerede eller forgyldte.

Hvad dernæst *Luftledningen* angår, så er den lavet enten af Jern eller af Kobber; da Jernet vanskeligere modstår Lynets smeltende Evne, må en Ledning af Jernet gøres sværere end en Ledning af Kobber. Kobberledninger er lettere at anbringe end Jernledninger, og Kobber holder sig bedre i Luften, men sker der en Udladning igennem det, bliver det let skørt; man kan male det eller lade det være, eftersom det måtte ønskes af arkitektoniske Hensyn. ledning, bør det være galvaniseret Jern, og den bør tilmed males. Da man har Eksempler på, at Stykker af en Kobberledning er beskadigede af



Fig. 100.

Bøller eller stjålne af Tyve, idet Kobber jo er ret kostbart, skal det nævnes, at man hist og her sikrer sig derimod ved at omgive Ledningen på en Strækning af ca. 5 Alen over Jorden og et Stykke ned i Jorden med et Jernrør; det er der dog også noget galt ved, fordi en Lynafleder helst må ligge frit overalt, så at den er let tilgængelig for Undersøgelse. Skal Ledningen være af Jern, benytter man Jernet enten som fladt Båndjern eller hyppigere som rundt Stangjern eller som Touge, snoet sammen af ni galvaniserede Jerntåde. Bruges Kobber, anvendes i Reglen Touge og sjældent de andre Former, og det uagtet de enkelte tynde Tråde let kan springe, uden at det lader sig opdage, men Touge er så lette at håndtere. Jern bør altid bruges som Luftledning på Fabrikskorstene, da Kobber lettere fortæres af de Forbrændingsprodukter, som Skorstenen fører ud i Luften.

Med Hensyn til Dimensionerne, så spiller ikke alene Ledningens Tværsnit, men også dens Overflades Størrelse en Rolle. Sagen er nemlig den, at i et Lyn har man med hurtige Svingninger af Elektriciteten at gøre, og sådanne holder sig nærmest til Overfladen, medens en jævn Strøm af Elektricitet fylder hele Tværsnittet af den Ledning, som den gennemløber. Dette Forhold ved Lynet har man tidligere ikke været på det rene med, og at en Zinktagrende kan bruges til Luftledning, kan neppe bestrides.

Luftledningen er befæstet til Opstanderen et Par Tommer over Tagryggen. Den må ikke holdes fra Huset med Glas eller andre slette Ledere for Elektriciteten, men befæstes dertil med Metal; Holderne må ikke klemme Ledningen eller forhindre de Sammentrækninger og Udvidelser, som Temperaturforandringer medfører. Ledningen bør helst være af ét Stykke; hvis det er nødvendigt, at den er sammensat af flere Stykker, er det absolut nødvendigt, at der er metallisk Forbindelse imellem dem, thi findes der en Afbrydelse etsteds, så vil Elektriciteten, når Lynet slår ned i Lynaflederen, på dette Sted møde en stor Modstand, udvikle megen Varme og derved måske anrette Ødelæggelser, som let kan forplante sig

videre, og Lynaflederen er da mere til Skade end til Gavn. Er Modstanden på et sådant Brudsted særlig stor, kan Lynet også lade være med at gå igennem det og så i Stedet for springe over på andre nærliggende gode Ledere for Elektrici-

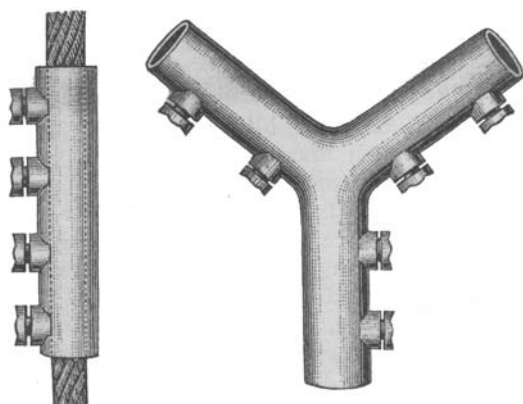


Fig. 101.

teten, f. Eks. Træer, Metallmasser, som ikke er blevne forbundne med Lynaflederen, fugtige Mure o. s. v., og da kan Skaden let blive langt større. En metallisk Forbindelse, hvor forskellige Dele af Luftledningen skal sammenføjes, tilvebringes på den Måde, at de to Stykkers Ender stikkes ind i en Muffe (Fig. 101) og klemmes fast med blanke Skruer, hvorefter de yderligere loddes sammen; den anden af de hosstående Figurer viser en Muffe, der tjener til at samle to Ledninger til én.

Med Hensyn til det Område, indenfor hvilket en Lynafleder virker beskyttende, da er Anskuelseerne noget forskellige;



Fig. 102.

dog er man på den sikre Side, når man regner, at den beskytter et Rum, der ligger indenfor en Kegle, hvori Lynaflederen er Akse, dens Spids Toppunkt, og som fra Aksens Fod når nu til alle Sider et Stykke, som er ligeså stort som Lynaflederens Højde; det samme kan siges således: Beskyttelsen gælder indenfor et Rum, der skræner nedefter fra Opstanderens Spids under en Vinkel med denne på 45° til Fig. 102 alle Sider. Fig. 102 viser Forholdene; de punkterede Linier antyder Grænserne for det beskyttede Rum; hvis Lynaflederen havde været lavere, vilde Enderne af Tagryggen rage udenfor, og Beskyttelsen vilde da være mangelfuld.

Man ser endvidere af Fig. 102, at hvis Taget havde været lavere på den samme Bygning, så måtte Lynaflederen have været højere. Man kan nøjes med den lavest mulige Opstander, når Taget er formet således, at det kiler sig op fra alle Sider i det Rum, som kan beskyttes af en Lynafleder.

Er Bygningen så stor, at den ikke kan beskyttes med én

Opstander, uden at denne vilde blive for høj, så benytter man flere; dog behøver der ikke at være så mange, at hele Tagryggen kommer til at ligge indenfor de forskellige Opstanderens Beskyttelsesområde, når de blot er indbyrdes forbundne ved en Metalledning, der anbringes i Flugt med Tagryggen lidt ovenover denne.

Rådhuset i Bryssel er sikret imod Lynets ødelæggende Virkninger på en ganske vist pålidelig, men højest ubekvem og meget kostbar Måde derved, at hele Bygningen er omgivet af et Net af galvaniseret Jerntråd, og på dette Net sidder der ikke mindre end 264 Spidser.

Om Luftledningen skal der iøvrigt bemærkes, at Vindfløje, Kakkellovne, Metalprydelse, Metalrør og i det Hele taget større Metallmasser i Bygningen bør sættes i metallisk Forbindelse med Ledningen. Ledningen bør ikke bøje skarpt om Hjørner, og er der Fremspring på Bygningen, må Ledningen helst føres igennem et Hul i disse.

Tilbage står at omtale Jordledningen. Denne skal som nævnt tjene til at lette Elektricitetens Overgang imellem Jord og Lynafleder.

Man benytter her helst en stor Metalplade, der i lodret Stilling er gravet ned i Jorden til Grundvandets Dybde, og hvortil Luftledningen fører ned. Helst benytter man en plan Metalplade, da Elektriciteten så kan gå over i Jorden fra begge Sider; man kan da, når der er langt ned til

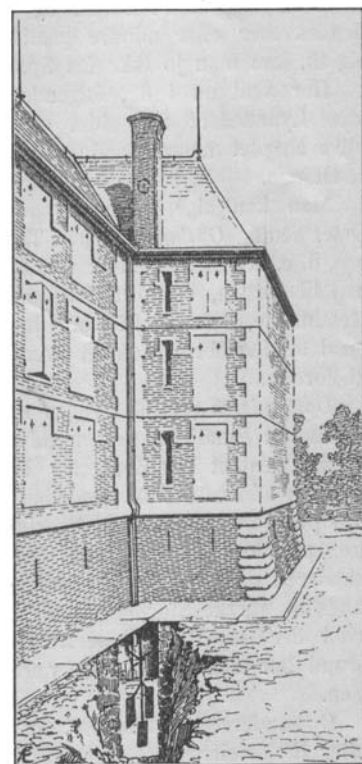


Fig. 103.

Grundvandet, og man kun kan nå det ved Boring og ikke i en Brønd, være nødt til at bøje Pladen sammen, så den bliver til en Cylinder, men så sker Elektricitetens Overgang kun fra Ydersiden, og skal den virke ligeså godt som en plan Plade, må dens Flademål derfor være dobbelt så stor. I Stedet for én stor kan man benytte flere mindre Jordplader.

Jordpladen må helst være lavet af samme Metal som Luftledningen; denne loddes til Pladen — på så stort et Stykke som muligt — og hvis det nu var forskellige Metaller, så vil disse i Forening med Fugtigheden i Jorden danne noget, som vi snart kommer til at beskæftige os med, nemlig et galvanisk Apparat, som leverer en lokal elektrisk Strøm, og den vil bidrage til en hurtig Fortæring af Metallerne.

WWW.WWWS.VS.DEN.DK

står på, og den går bort, når Turmalinen har antaget Omgivelsernes Temperatur; men når den så igen afkøles, bliver den atter elektrisk i de to Ender, dog således, at den nu bliver negativ, hvor den før var positiv, og omvendt.

Ved Forbrænding kan der opstå Elektricitet: lægger man et lille Stykke Kul på Pladen i et Elektroskop og antænder det, får Elektroskopet negativ Elektricitet.

Og så er der den *dyriske Elektricitet*; det er navnlig *du Bois-Reymond* (udtales: dy boä ræmøng), død i Slutningen af 1896, som har beskæftiget sig på en højst genial Måde med disse overordentlig vanskelige Spørgsmål. Her kan vi ikke gå ind på disse Undersøgelser, men det skal blot nævnes, at han fandt, at Muskler og Nerver hos Mennesker og Dyr er Sæde for elektriske Kræfter, så længe der var de til Livet knyttede Egenskaber ved dem, men at døde Muskler og Nerver er ligeså uvirksomme som andre Væv.

En særlig kraftig dyrisk Elektricitet "giver sig tilkende hos visse i Vandet levende Dyr, således den elektriske Rokke (Fig. 105), den elektriske Ål (kendelig på den store Bugfinne), den elektriske Malle, som lever i Nilen og

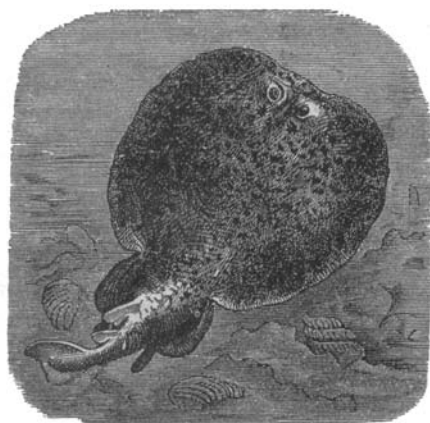


Fig. 105. Den elektriske Rokke.

Nigeren, o. s. fr. — Den elektriske Rokke hedder også Torpedofisken; den kan frembringe meget kraftige elektriske Udladninger ved Hjælp af et Organ, som sidder på Bagsiden af Hovedet og består af henimod tusinde Skiver, sammensatte af mangelkantede Celler og forbundne med fire store Nervebunder. — Den elektriske Ål har derimod sit elektriske Organ siddende langs begge Sider; den kan blive indtil 3 Alen lang og har da i sin Elektricitet et meget farligt Våben imod andre Dyr.

DEN ELEKTRISKE STRØM.

En jævnt flydende, elektrisk Strøm i en Metaltråd har man først fået tilvejebragt ved Hjælp af et *galvanisk Apparat*, og det var i det 19de Århundredes Begyndelse; indtil omkring 1870 havde man her den vigtigste Kilde til sådanne Strømme; men fra den Tid af har man lavet de såkaldte

Dynamo maskiner eller Dynamoer, som kan frembringe meget kraftige Strømme på en mere økonomisk Måde, og Strømfrembringelsen sker i dem ved Hjælp af kraftige Magneter. Disse Maskiner vil vi nu foreløbig gemme, holde os til de galvaniske Apparater og straks give os til at beskrive et nemt Forsøg, hvor vi har med en elektrisk Strøm at gøre og har synlige Virkninger af den.

Vi skal til vor Rådighed have en Magnetnål, som kan dreje sig rundt i vandret Retning (Fig. 3 Spalte 5, eller Fig. 5 Spalte 7), og endvidere et Glaskar eller en Glasflaske med vid Hals, lidt Svovlsyre, en Kobber- og en Zinkplade og noget Kobbertråd.

Vi hælder Glasset omtrent halv fuldt med Vand, mærker os, hvor højt Vandet står, og hælder da lidt af Svovlsyren ned deri, ikke mere end at Vandets Højde derved højst forøges med en Tiendedel. Tager man med Hånden på Glasset, føler man, at det er blevet varmt, og det kan være godt at vente, til det er blevet koldt igen.

Man stikker så Zink- og Kobberpladen ned i Glasset; de må, medens de er dernede, ikke røre ved hinanden, og dette

kan man f. Eks. opnå på den Måde, som er vist i Fig. 108: Pladerne har Form som Fig. 106 viser, og de smalle Stykker, som kan have nogle Huller foroven, klemmes ind i en Prop, hvor man med en Kniv har skåret Snit til dem. Hullerne skal tjene til at indklemme Kobber-tråden, så at den sidder fast til Pladerne, men en sådan Fastgørelse sker lettere, hvis man har en Klemmeskrue, som den Fig. 107 viser; den skrues fast til Pladen, og der er et Hul, hvor man kan skyde Tråden ind og klemme den fast med en Skrue. Overalt, hvor Metaller skal berøre hinanden, må man sørge for, at Berøringsfladerne er blanke.

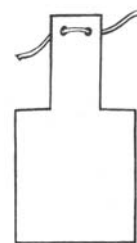


Fig. 106.

Når man så tager denne Tråd i Hænderne og fører den langs med og ind under en stille hængende Magnetnål (Fig.



Fig. 107.

108), uden at Tråden rører ved den, så gør Magnetnålen et Slag ud til siden og svinger noget frem og tilbage, men kommer dog sluttelig i Ro; dog ikke i den Stilling, den før havde; nej, dens Hvilestilling nu er noget skrå imod den gamle. Flytter vi derpå Tråden langt bort fra Magneten, så giver denne sig til at svinge tilbage til den oprindelige Hvilestilling. Holder vi Tråden ovenover Magnetnålen, slår denne ud til den modsatte Side og kommer snart i Ro i en Skråstilling her.

Åbenbart har altså vor Tråd udøvet en Virkning på Nålen, og vi overbeviser os let om, at jo nærmere Tråden føres hen til Magnetnålen, desto stærkere er denne Indvirkning, thi desto større bliver den nye Hvilestillings Afgivelse fra den gamle. Der er en Tendens hos Tråden til at dreje Magnetnålen om, så at den kommer til at stå tværs på Tråden, men helt

WWW.SUNDHEDSPORTEN.DK

lykkes dette dog ikke, thi den modarbejdes af den Kraft (Jordmagnetismen), som søger at holde Magnetnålen i dens gamle Stilling. Løser vi Trådens Ender fra Metalpladerne, blot den ene, så er der ingen Virkning fra Tråden på Magnetnålen; åbenbart var der altså *noget i Tråden*, når den er anbragt på den ovenfor beskrevne Måde, noget som



Fig. 108.

frembringer Drejningen af Magnetnålen, men som forsvinder igen fra Tråden, når dens Forbindelse med Metalpladerne i Vædsken afbrydes.

Tråden gennemløbes af en elektrisk Strøm, og den strømmende Elektricitet i Tråden indvirker på en Magnetråd i dens Nærhed.

Vi har altså her ikke alene en elektrisk Strøm, men vi har også dens Virkning på en Magnetråd. Denne Virkning på en Magnetråd er Danskeren *Hans Christian Ørsted*s store Opdagelse i Året 1820.

Når Elektriciteten kan strømme afsted i en Ledning, og det kan den, når der er Ledere til Stede overalt, så at der er et helt Kredsløb af dem, så siger man, at Ledningen er *sluttet* men tager man en af Trådenderne væk fra Pladen i det galvaniske Apparat, eller hvis man knækker Tråden et Steds over, så er Ledningen *afbrudt*, og der kommer ingen Strøm.

Vi vil nu beskæftige os lidt mere med Enkelthederne.

Når Metalpladerne er nede i Vædsken, og en Metaltråds to Ender er fæstede til Pladerne, så går der *en elektrisk Strøm* rundt i det hele; Strømmen går ude i Tråden fra Kobberpladen hen til Zinkpladen og inde i Glasset fra *Zinket igennem Vædsken til Kobberet*. Og denne Strømning af Elektricitet bliver ved, så længe vi ikke afbryder Ledningen et Sted; er der alene Metal eller ledende Vædske (som den fortyndede Svovlsyre), som Elektriciteten kan tomme frem igennem, så er der stadig en elektrisk Strøm igennem det hele, men den standser, når der etsteds sker en Afbrydelse med en Isolator, f. Eks. Luften.

Når nemlig Zinkpladen og Kobberpladen er nede i Vædsken, bliver de elektriske; Zinket viser sig at have negativ og Kobberet positiv Elektricitet, men rigtignok er

Spændingerne af disse Elektriciteter så svage, at man må bruge overordentlig fine Apparater for at påvise, at de overhovedet findes der; det må vi derfor her opgive. Sættes der så en Metaltråd fast med sine Ender i disse to Plader, ja så har denne Tråd altså positiv Elektricitet i sin ene Ende (ved Kobberet), negativ i den anden (ved Zinket), og da disse Elektriciteter jo tiltrækker hinanden, så løber de igennem Tråden hen til hinanden og ophæver hinanden. Derved er dog det hele ingenlunde bleven uelektrisk, thi den Kraft nede i Karret, som gjorde Kobberpladen positiv og Zinkpladen negativ elektrisk, den er vedblivende til Stede, og lige så såre der går noget af disse Elektriciteter bort fra Pladerne, sørger denne Kraft straks for Erstatning. Derfor sker der en stadig ortstrømning af Elektricitet fra de to Plader igennem Tråden og en stadig Fornyelse af de bortstrømmende Elektriciteter. Dette er det mærkelige ved det galvaniske Apparat.

Egentlig går der altså igennem Ledningen positiv Elektricitet én Vej og negativ den modsatte, så at man kunde tale om to Elektricitetsstrømninger; man taler dog altid kun om én elektrisk Strøm, idet man lader Retningen, som den positive Elektricitet har, være bestemmende for den elektriske Strøms Retning.

Den elektriske Strøm går altså ude i *Tråden fra Kobberet til Zinket* og inde i Vædsken fra Zinket til Kobberet; det hele er et Kredsløb. De Steder, hvor Strømmen træder ud i Ledningstråden, og hvor den forlader denne igen, kalder man Apparatets *Poler*, og den Pol siges at være den positive, hvor Strømmen træder ud i Ledningen — det bliver altså Kobberpladen, — den den negative, hvor Strømmen går fra Tråden ind i Apparatet — det bliver altså Zinkpladen.

På Tråden selv er der intet at se, når den bliver gennemstrømmet af Elektricitet; en nærmere Undersøgelse viser os dog, at *Tråden bliver noget opvarmet*. Dette er én Virkning af den elektriske Strøm; en anden Virkning af Strømmen er den, som ovenfor blev beskrevet, nemlig *Virkningen på en i Nærheden værende Magnet*. Begge disse Virkninger er af den allerstørste praktiske Betydning, og det samme gælder en tredje Virkning, som vi også i det følgende kommer til at beskæftige os nærmere med, nemlig *dens kemiske Virkning*, d. e. dens Evne til at skille sammensatte Stoffer ad i deres Bestanddele. Hvad Elektriciteten egentlig er; hvad det er, som »strømmer« afsted igennem Ledningen, det véd man rent ud sagt ikke noget synderligt om; vi kan ikke få fat på den strømmende Elektricitet selv, men alene iagttage dens Virkninger. Selvfølgelig har man spekuleret meget over Elektricitetens Natur, men disse Spekulationer må vi lade blive på Videnskabsmændenes egne Felter; her holder vi os til Iagttagelser alene.

Lad os da se lidt på vort galvaniske Apparat. Det bestod af en Zinkplade og en Kobberplade, begge stukne ned i fortyndet Svovlsyre; vi behøvede blot at forbinde de to Plader ved en Metaltråd, så havde vi den elektriske Strøm gående.

Hvad er nu her Kilden til al denne Elektricitet, som i Timevis kan gennemstrømme Ledningen? En Kilde må der være, thi det er noget, der altid gentager sig i Naturen: »man

W
W
W
S
V
N
D
E
K
K

får ingen Ting gratis«*d. v. s.* får man et Sted et Udbytte, så må der være Udlæg derfor; en Gevinst i en eller anden Form er altid ledsaget af et tilsvarende Tab. Og den elektriske Strøm, har vi hørt, opvarmer den Tråd, den går igennem; men Varme kan man jo ikke få »af sig selv«. Hvor har vi da Udlæget for denne Varme ? hvormed betaler vi for den?

Når man kaster nogle Zinkstrimler ned i et Glas med fortyndet Svovlsyre, ser man det boble op fra disse Strimler, og Glasset bliver varmt; men man ser endvidere, at Zinkslykkerne bliver mindre og mindre, de fortæres. Det, der bobler, er Luft, og opsamler man denne Luft og undersøger



Fig. 109.

den, finder man, at det ikke er almindelig Luft som den, vi færdes i på Jorden, men en Luftart Brint, der er 14 1/2 Gange så let, og som findes i Svovlsyren; den er en af Svovlsyrens Bestanddele. Denne Luftart er brændbar. Lad os gøre et Forsøg! Vi holder lidt fortyndet Svovlsyre (10 Dele Vand og deri 1 Del Svovlsyre) ned i en Flaske, putter nogle Strimler

Zink ned og sætter en Prop med et snævert Glasrør fast i Flaskehalsen; Røret udmunder lige under Proppen. Man ser så Boblerne stige til Vejrs i Vædsken, og når dette har været en 5 Minutters Tid (men heller ikke før, da det vilde være farligt, idet Flasken let kunde springe), fører man en brændende Tændstik hen til Rørets frie Munding og se: der kommer til at brænde en lille, svagt lysende Flamme. Det er Brinten, som brænder.

Efter denne lille Afstikker ind på Kemiens Gebet går vi videre i vor Forklaring.

Når man stikker en Zinkplade og en Kobberplade ned i et Kar med fortyndet Svovlsyre — altså når man laver sig et galvanisk Element — og man forbinder disse Plader med en Metaltråd, så ser man også, at det bobler fint nede i Vædsken, men Boblerne optræder nu henne ved Kobberpladen, langs hvis Sider de stiger til Vejrs og brister ved Overfladen. Boblerne er imidlertid af Brint ligesom før.

Har man nu vejet Zinkpladen og Kobberpladen nøjagtig, før man stak dem ned i Vædsken, og vejer man dem igen, når den elektriske Strøm har været i Gang i længere Tid, så finder man, at Kobber-pladens Vægt er ganske uforandret, men Zinkpladen er lettere end før; og jo længere Tid Strømmen har været i Gang, desto mere er Zinkets Vægt bleven formindsket. Man har altså betalt for Strømmen med Zink; det er umuligt at skaffe sig en elektrisk Strøm ad denne Vej, *d. v. s.* ved Hjælp af to forskellige Metalplader og en Vædske, uden at den ene af dem fortæres efterhånden.

Når man ikke har Brug for sit galvaniske Apparat, tager man Pladerne op af Syrevædsken og skyller dem godt af. Lod man dem blive i Vædsken, så vilde Zinket stå og opløse sig til ingen Verdens Nytte, selv om man havde afbrudt Lednin-

gen, dog kan man ved at *amalgamere* Zinket forhindre, at det opløser sig, når ikke netop Strømmen er sluttet, thi er den sluttet, er der ingen Redning. At amalgamere Zinket er at danne på dets Overflade en Legering af Zink og Kviksølv (Kviksølvet's Legeringer med Metaller kalder man for *Amalgame*); dette sker således: Zinket dypes kort Tid i fortyndet Svovlsyre og, medens man holder det over en Skål, helder man nogle Dråber Kviksølv ned på det; Kviksølvet udbreder sig så af sig selv på Zinket, eller man kan gnide det ind med en lille Lap, der er dyppet i fortyndet Svovlsyre. Det amalgamerede Zink er straks skinnende blankt, men mister dog efterhånden Glansen.

Når den elektriske Strøm går rundt i en Ledning, så er der Modstand for Strømmen at overvinde såvel ude i Tråden som inde i det galvaniske Apparats Vædske. Apparatet har en vis Kraft, en vis Spænding (elektromotorisk Kraft, *d. v. s.* Kraft til at bevæge Elektriciteten), og det kan man nok forstå, at jo større denne Kraft er, desto stærkere Strøm får man i Ledningen. Men Modstanden, som Ledningen byder Kraften, får også Indflydelse på Strømmens Styrke; jo større Modstand, desto svagere Strøm. Lange og tynde Tråde byder Strømmen større Modstand end korte og tykke. Når man derfor én Gang forener Zink- og Kobberpladen i vort Apparat med en lang og tynd Tråd, men en anden Gang med en kort og tyk Tråd, så er i første Tilfælde Strømmen svagere end i sidste Tilfælde, og dette viser sig derved, at vor Magnetnål, i hvis Nærhed vi fører Strømmen, viger mindre ud til Siden i det første end i det sidste Tilfælde, forudsat at Ledningstråden i de to Tilfælde er lige langt fra Magneten.

Hvis man skal sende Strøm igennem en lang og tynd Tråd, og man vil have en forholdsvis stærk Strøm i den, så må man se at gøre Kraften, som driver Elektriciteten afsted, større. Dette kan ske derved, at man i Stedet for ét Glas med Vædske og Plader — et *Element*, som man kalder det — bruger flere; man siger da, at man laver et *Batteri* af de enkelte Elementer. Elementerne skal da forbindes med

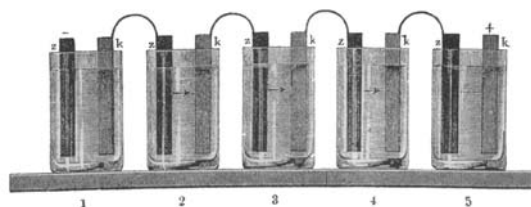


Fig. 110.

hinanden således, at en kort, tyk Metalledning forbinder Zinket i det ene Element med Kobberet i det næste; har man på den Måde sat 5 Elementer sammen til et *Batteri*, så har man til sin Rådighed en Elektricitet drivende Kraft, der er 5 Gange så stor, som hvis man kun tog ét Element i sin Tjeneste.

Det ovenfor omtalte galvaniske Element holder sig imidlertid ikke længe; det svækkes ret hurtigt. Bedre er det at have hvert Metal i sin Væske og så lade de to Vædsker støde

www.kd.ophav.dk

sammen i en porøs Skillevej. Således er f. Eks. *Bunsens* Element indrettet (Fig. 111). I et Glas- eller Porcellænskar står der en ombøjet Zinkplade (amalgameret) i fortyndet Svovlsyre; indenfor Zinket står der et cylindrisk Kar af porøst Ler (svagt brændt), og i dette Kar er der heldt rå (koncentreret) Salpetersyre og stukket en Stang (*K*) af Retortkul eller en Kulmasse. Zinket har en Klemme, hvori der kan skrues en Ledningstråd fast, og til Kullet er der skruet et Stykke Messing, som også bærer en Klemme til Fastskriving af Ledningstråden.

I Væggen på det porøse Kar støder de to Vædsker sammen, og der er da ledende Vej for Elektriciteten fra Zinket og ind til Kullet. Man har erstattet Kobberet, som vi havde før, med Kul, fordi Salpetersyren vilde æde Kobberet op. Man må i det hele være meget forsigtig ved Brug af Salpetersyren. Man må have den på Glasflaske, og 'heldes den ned i Lercylindren — eller fra denne tilbage til Flasken — må man bruge Glastragt og helde langsomt. Får man Salpetersyre på

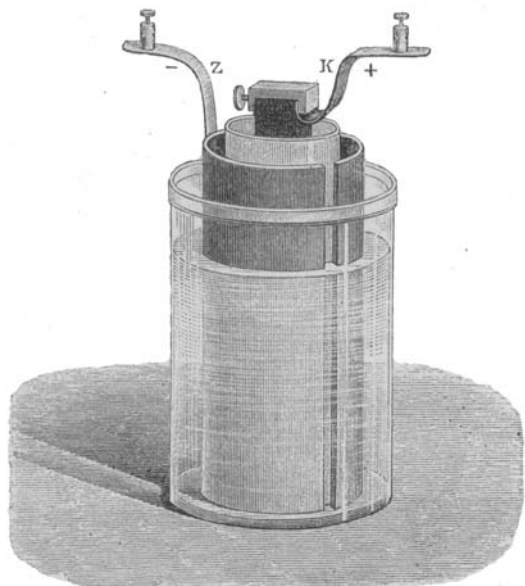


Fig. 111. Bunsens Element.

sine Klæder, kommer der en gulrød Plet og snart efter et Hul; Syren ødelægger også Fingrenes Hud. En Ulempe ved Brug af Salpetersyre er det, at den opsender højst ubehagelige Dampe, der dels er skadelige for Lungerne og dels ødelægger Metalgenstande i Værelset. Elementer med denne Syre bør derfor helst stilles udenfor Vinduet eller på et Sted, hvor der er stærkt Lufttræk. Men Bunsens Apparat er kraftigt og holder sig længe.

Bekvemst at bruge er Kromsyre-Elementer; et Apparat med 5 sådanne ses i Fig. 112; det koster godt en Snes Kroner. I hvert Element er der to Zink-plader og en Kulplade; Vædsken består af 20 Rumdele Vand, 1 Rumdel tvekrumsur Kali og 2 Rumdele koncentreret Svovlsyre.

Pladerne sidder fast foroven i en Træramme, der kan hæves og sænkes; når man er færdig med at bruge Apparatet, løftes Rammen så højt, at Pladerne kommer op af Vædsken.

Ved Strimler af Metal kan Zinket i det ene Element sættes i Forbindelse med Kullet i det næste o. s. fr.

I Huse, hvor man har elektrisk Ringeapparat, drives dette af *Léclanché'ske* Elementer (udtales *Le-klangsje*). Her (Fig.

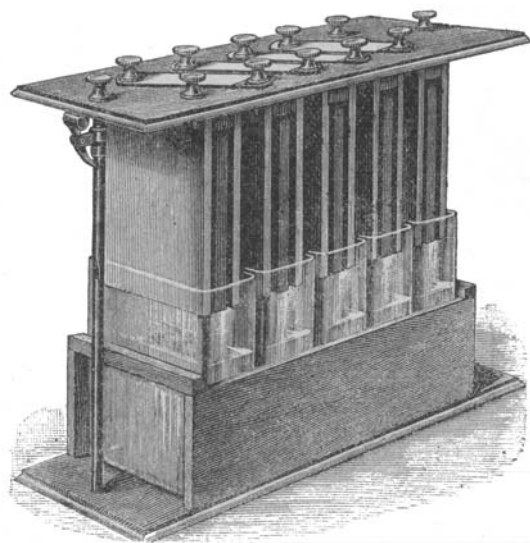


Fig. 112. Kromsyrebatteri på 5 Elementer.

113) kan der også være et porøst Lerkar som i Bunsens Apparat, men uden om Lerkarret er der en Opløsning af Salmiak (et fast hvidt Stof; ikke Salmiakspiritus!) i Vand, og i denne Vædske står Zink; inde i Lerkarret står en Stang Kul, om hvilket der er pakket Brunsten i små Stykker, og det hele er

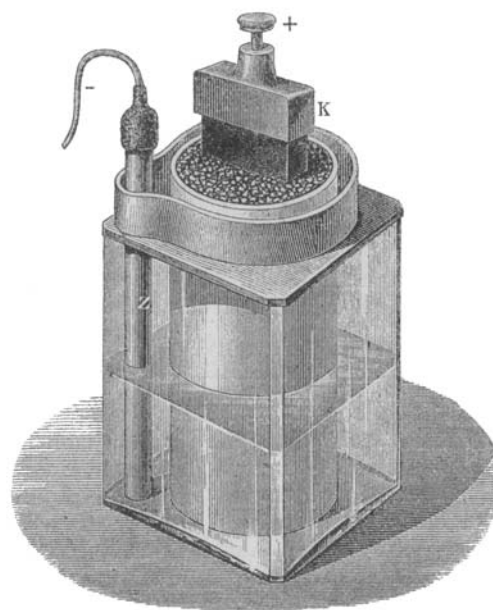


Fig. 113. Léclanché's Element.

gennemvædet med Salmiakopløsning. Dette Element er ikke særlig stærkt, men det har den gode Egenskab, at det kan bruges meget længe, når man kun bruger det lidt ad Gangen, og det finder netop Sted, når man benytter det til Ringeappa-

WWW.SV.DK

rater, thi det giver da kun Strøm fra sig, hver Gang der ringes. Når Apparatet har mistet sin Kraft efter lang Tids Brug, kan man atter kalde den til Live ved at helde Vand på.

Man indretter også de Léclanché'ske Elementer uden Lerkarret (Fig. 114); der er så en temmelig tynd Kulplade, og på hver af dens to Sider er der lagt en tyk Plade af en Masse, som består af Kulpulver, Brunsten og lidt Gummilakharpiks; Zinkstangen er skilt fra den ene af disse Plader ved en Klods af Træ eller Ler, og der er lagt et Par Kautschukbånd om det hele, og dette hele står i et Kar med Salmiakopløsning.

De såkaldte tørre Elementer står i Indretning det sidst omtalte Apparat nær, og de har den Fordel, at der ingen Vædske flyder ud, hvis man skulde komme til at vælte dem. Svovlsyre (12 Øre pr. Pund), Salpetersyre (25 Øre pr. Pund),

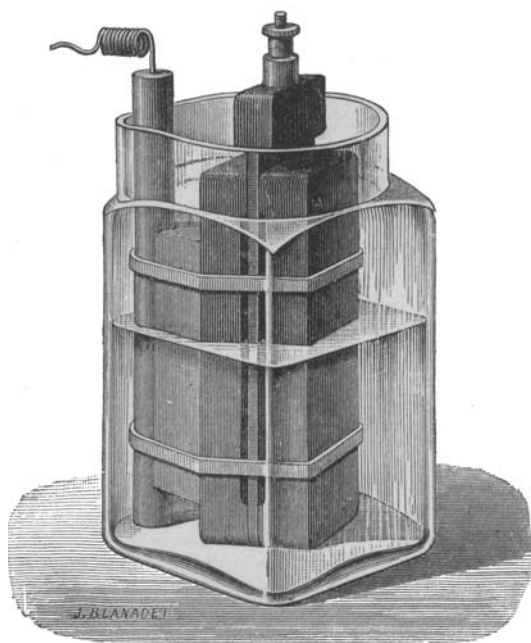


Fig. 114. Léclanché's Element.

tvækromsur Kali, Salmiak osv. kan man få at købe hos en Materialist eller en Apoteker.

DEN ELEKTRISKE STRØMS MAGNETISKE VIRKNINGER.

Ved Ordet *Elektromagnetisme* forstår man Læren om de magnetiske Virkninger af den elektriske Strøm.

Vi har allerede været ved dem, thi det første Forsøg, vi har gjort over den elektriske Strøm, gjaldt netop den Virkning af Strømmen, at den, ført i Nærheden af en Magnetnål, drejede denne bort fra sin Hvilestilling. Ved at se på de Retninger, i hvilke Nålen slår ud til Siden, når Strømmen føres enten over eller under Nålen, enten i den ene Retning eller i den modsatte, er man kommen til en simpel Regel, som dette Fænomen følger; Reglen er denne: man skal føre sin udstrakte højre Hånd (med Tommelen tværs på de andre Fingre) hen til Strømledningen og lægge den således langs Ledningen, at Strømmen går i den Retning, hvori Finger-

spidserne peger (ind ved Håndroden og ud ved Fingerspidserne), og endvidere således, at den indre Håndflade vender henimod Magneten; da vil Magneten altid dreje sig således, at Nordenden slår ud til den Side, hvor



Fig. 115.

Tommelfingeren peger — Sydenden altså til den modsatte Side. — Følger man denne Regel nøjagtig, kan man aldrig tage fejl.

Når man derfor fører en Strøm hen *under* en Magnetnål i én Retning og tilbage *over* den i den modsatte Retning, så vil begge disse Strømdele virke til at dreje Nålen *samme* Vej; de to Hænder på Fig. 116 viser det: Fingrene peger begge Steder i den Retning, hvori Strømmen løber, og Håndfladen er begge Steder vendt imod Magnetnålen; man ser, at Tommelfingrene begge Steder peger til samme Side (ud fra Papiret), og til den Side vil Nordenden gå, medens Sydenden slår ud til modsat Side (indefter fra Papiret).

Det Ørsted'ské Forsøg, således som det er beskrevet S. 93 og afbildet i Fig. 108, er så let at anstille og fordrer så simple og billige Midler, at enhver let kan gøre det; der er for den Sags Skyld ingen Grund til at omtale andre Måder at gøre det på, men at man også kan hjælpe sig med Ting, der næsten alle findes i Huset i Forvejen, fremgår af følgende Arrangement, som nærmere er fremstillet i Fig. 117.

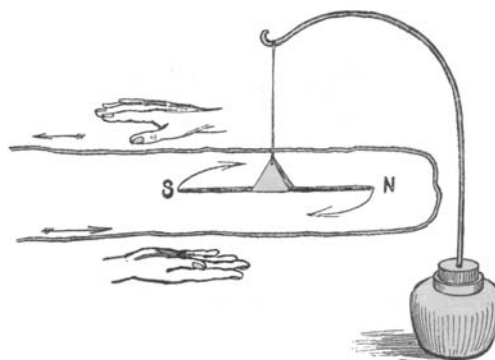


Fig. 116. Reglen om højre Hånd.

Vi bruger to Glas; det høje Glas til venstre i Figuren er fyldt næsten helt med Vand, og på det flyder der et lille Stykke Træ, som bærer en magnetiseret Synnål. Når Synnålen er kommen til Ro (i magnetisk Nord—Syd), lægger man en Theske henover Glasset i Retning med Nålen.

Det andet Glas er vort galvaniske Apparat; der er Vand i det, i hvilket man har kastet en Håndfuld Salt. Den ene Pol dannes af en bred Strimmel Zink, den anden af Håndtaget på

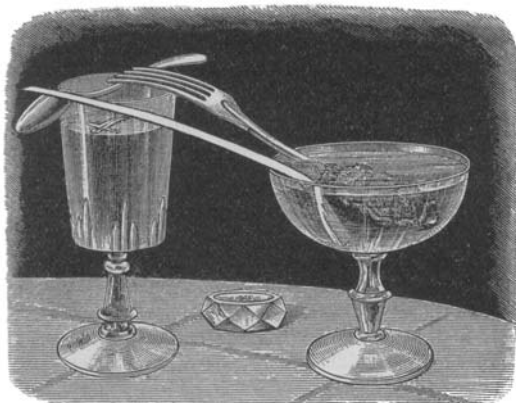


Fig. 117. Det Ørsted'ske Forsøg

en Gaffel, om hvilket Håndtag man har pakket ganske små Stykker Kokes, indsyet i en Klud, og Gaffelens Grene såvel som Zinkstrimmels anden Ende bringer man til at hvile på Theskeen.

Når alt dette er bragt i Orden, ser man straks Flyderen med Nålen dreje sig bort fra sin Hvile-stilling; der går nemlig en Strøm : nede i det salte Vand fra Zinken over til Gaffelen, ud igennem denne til Skeen og derfra tilbage igennem Zinkstrimmelen; Strømmen i Skeen frembringer Nålens Drejning. Afbrydes Kredsløbet, vender Nålen tilbage til sin tidligere Hvilestilling.

Vi har i den magnetiske Virkning af den elektriske Strøm et Middel til at se, om der i en Ledning er en Strøm til Stede eller der ingen er; føres Ledningen nemlig hen i en Magnetnåls Nærhed, og denne kommer i Udsving derved, så er dette os et Bevis for, at Ledningen fører Strøm; men kommer der intet Udslag, ja så vil vi sige, at der ingen Strøm er i Tråden. Dog skal man i dette Tilfælde være lidt varsom med at dømme; hvis der er en svag Strøm til Stede i Ledningen, kunde det nok hænde, at den ikke formåede at fremkalde en synlig Bevægelse af Nålen, især når denne ikke er ophængt meget let drejelig. Nålen holdes jo i sin Stilling med en vis Kraft fra Jordmagnetismens Side. Hvad skal man da gøre for at påvise Tilstedeværelsen af sådanne meget svage Strømme?

Man kan for det første føre Strømmen flere Gange omkring Magnetnålen, thi føres den samme Strøm 20 Gange omkring Nålen, kommer den til at virke 20 Gange stærkere derpå, end hvis den kun gik én Gang omkring den. Man får altså Virkningen på denne Måde multipliceret, og derfra hidrører Navnet *Multiplikator* for den Indretning, hvorved denne flerdobbelte Ledning sker. Men dernæst bør man svække Jordmagnetismens Virkning for derved at gøre Nålen mere modtagelig for Strømmens Påvirkning; dog kan dette ikke ske ved, at man tager en svag Magnetnål i Stedet for en

stærk, thi derved vilde ikke alene Jordmagnetismens, men også Strømmens Virkning på Nålen blive ringere, og så vilde vi være lige vidt. Nej, Jordmagnetismens Indstillingskraft svækker man ved at benytte to med hinanden fast forbundne, parallelle Magnetnåle, hvilke have de ensartede Poler til modsatte Sider. Fig. 118 viser de to Nåle $n_1 s_1$ og $n_2 s_2$: n_1 vender til samme Side som s_2 , s_1 som n_2 . Det er f. Eks. to magnetiserede Stykker Strikkepind, der ved at omvikles med en Kobbertråd er bragt i en uforanderlig Parallelstilling til hinanden. Denne *Dobbeltnål* hænges op i et Silkespind, og den vil da indstille sig i Retningen Nord—Syd med ringe Kraft; såvel n_1 som n_2 søger jo imod Nord, men hvilken af dem, der kommer til at pege imod Nord, det beror på, hvilken der er den stærkeste. Er Nålen $n_2 s_2$ stærkere end $n_1 s_1$, så kommer n_2 og s_1 til at pege imod Nord, s_2 og n_1 imod Syd, men hvis der

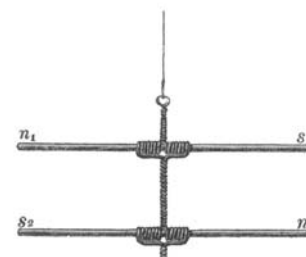


Fig. 118. En magnetisk Dobbeltnål.

ikke er grumme stor Forskel på deres Styrker, så sker Indstillingen ikke med synderlig stor Kraft, og Dobbeltnålen er forholdsvis let at få ud i en anden Stilling.

Dermed er det os nu klart, hvorledes et Apparat til Påvisning af svage Strømme skal være indrettet, og Fig. 119 viser os et sådant Apparat, en *Multiplikator*. På et Brædt er der to Klemmeskruer, og fra dem udgår der en stiv, overspunden Kobbertråd, der er bøjet gentagne Gange om, så at den danner 10 lodrette Vindinger med en så stor Åbning imellem de fem og fem, at den underste Nål i vor Dobbeltnål kan føres ned derimellem. Tråden må være overspunden — og en sådan Over-spinding sker i Reglen med Bomulds- eller Silketråd — for at to Nabovindingers Metal ikke skal komme til at røre ved hinanden, thi gjorde de det, vilde man ikke få Strømmen ledet 10 Gange omkring Nålen.

I Reglen er Kobbertråden ikke stiv nok til at den således kan stå af sig selv, og i hvert Fald er det vanskeligt at få den til det; derfor vikler man den i Reglen op på en Ramme af tyndt Træ, hvilken Ramme da på Oversiden må have en så bred og lang Revne, at man kan fire Magnetnålen ned derigennem. Et meget stort Antal Vindinger af fin Tråd kan være viklet op på Rammen.

Dobbeltnålen hænger som sagt i et fint Silkespind, og dette kan f. Eks., som Figuren viser det, gå igennem to Ringe på en lang Messingtråd, der tjener til Rærer for Nålen, og Silkespindet er så endelig viklet flere Gange om den lille Krog w , der sidder i et Hul i Brædtet. Drejer man w til den ene eller den anden Side, så vikler man noget af Tråden enten af eller op på w og derved hæves eller sænkes Dobbeltnålen, så at man på den Måde kan give den den rigtige Stilling.

For at undgå Luftstrømningers Indvirkning på den meget

let bevægelige Dobbelt nål sætter man gerne en Glasklokke eller Glaskasse (sammenklæbde Vinduesglas) over det hele, så at kun Klemmeskruerne er udenfor.

Når Instrumentet skal bruges, drejer man Brættet, med hvad derpå er, hen i en sådan Stilling, at Trådvindingerne er parallelle med Magnetnålene; under denne Drejning bliver Dobbelt nålen hængende i sin Stilling Nord—Syd (magnetisk), hvis man da ikke ved Småstød får den til at svinge ud.

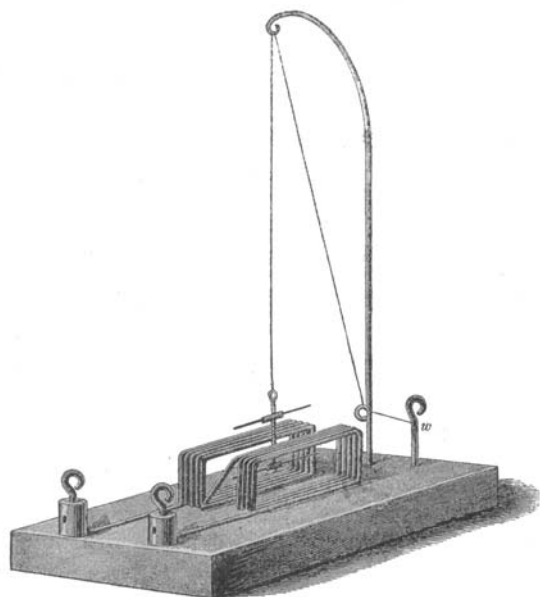


Fig. 119. Multiplikatoren.

Fører man da f. Eks. Tråde fra et Elements to Polplader hen til de to Klemmeskruer, så gør Dobbelt nålen et rask Udsving til Siden og stiller sig meget nær tværs på Trådvindingernes Retning, altså i Vest—Øst (magnetisk).

Ørsteds Opdagelse har lært os, at en elektrisk Strøm indvirker på en Magnet i dens Nærhed; men så må Magneten også virke tilbage på den elektriske Strøm! Al Virkning i Naturen er nemlig gensidig; vi har talt derom under Magnetismen (Spalte 8) og dér nævnt Eksempler derpå, hentede også udenfor Magnetismens og Elektricitetens Område. Ørsted påviste også selv, at denne Gensidighed var til Stede i dette Forhold.

Man må, når man ved Forsøg vil påvise denne Side af Sagen, skaffe sig en let bevægelig Strømleder, og Magneten kan man så tage i Hånden, medens vi i det egentlige Ørsted'ske Forsøg havde det omvendte: en let bevægelig Magnet og en elektrisk Strømledning, som vi med Hånden førte hen til Magneten.

Den allernemmeste Måde at gøre dette Forsøg på er følgende. I en stor, flad Korkprop laver man to parallelle Snit og klemmer ind i dem en lille Kobber- og en lille Zinkblikplade,

således f. Eks. at det, der rager nedenfor Proppen, er c. 1 Kvadrattomme stort. Til disse to Plader lodder man — ovenover Proppen — en ret stiv Kobbertråd, der er formet til en Firkant; Fig. 120 viser det hele. Så sætter man Proppen ud at flyde på Vand, hvortil der er sat Svovlsyre i en Mængde, der er omtrent 1/10 af Vandmængden. Man har jo så et flydende galvanisk Element med Ledningstråd; der går en elektrisk Strøm op igennem det Trådstykke, som er forbundet med Kobberet, og ned igennem det, der er forbundet med Zinket.

Når Flyderen er kommen i Ro midt i Karret, fører man en Magnetpol ind imod den ene af de lodrette Trådstykker; Flyderen kommer da i Bevægelse, idet den nemlig giver sig til at løbe rundt. Magnetpolen må altså påvirke Strømmen i Tråden med en Kraft, der fører Tråden til Siden. Bytter man Magnetpolen om med den modsatte Pol, så går Omdrejningen for sig i den modsatte Retning, hvis det vel at mærke er det samme lodrette Trådstykke, vi beskæftiger os med. Men når vi har set, i hvilken Retning Omdrejningen sker, når f. Eks. Nordpolen holdes ud for den Tråd, der går op fra Kobberet, og vi så fører Nordpolen hen ud for den Tråd, der går op fra Zinket, så får vi Drejning i modsat Retning. Disse Forsøg er så lette at anstille, at enhver bør gøre det!

Hvorledes skal man nu finde Omdrejningsretningen? thi det er selvfølgelig ikke nogen Tilfældighed, hvilken Vej det går. Lad os betragte det Tilfælde, som er afbildet i Fig. 120: En Nordpol er ført hen ud for den Tråd, der går til Vejrs fra Kobberet. Vender man det om og spørger, i hvilken Retning Strømmen i Tråden påvirker Nordpolen, da har man at anvende Reglen fra Spalte 99—100: man holder højre Hånd således tæt op til Tråden, at de fire samlede Fingre peger opefter, og Håndfladen vender ud imod Nordpolen. Nordpolen må da påvirkes i vandret Retning indefter, thi i den Ret-

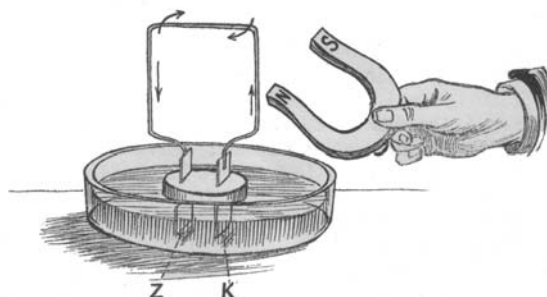


Fig. 120. En Magnet indvirker på en Strøm.

ning kommer Tommelfingeren til at pege! Ja så må Nordpolen virke på Strømmen med en modsat rettet Kraft, og de krumme Pile foroven på Figuren angiver da Omdrejningsretningen.

Nu vil vi lave os en Flyder til af lignende Art, men med den Forskel, at Tråden, som forbinder det lille Zink- og Kobberblik, er viklet til en Spiral på en halv Snes Vindinger; Vindingerne må gerne ligge godt nær ved hinanden, men hvis det ikke er overspunden Tråd, man bruger, må Vindingerne dog ikke røre ved hinanden. Der løber så Strøm rundt i denne Spiral, og det viser sig, at *Strømspiralen optræder ganske*

www.naturhistorisk.net

som en Magnet med modsatte Poler i de to Ender. En Magnets Poler vil nemlig tiltrække eller frastøde Spiralens Ender, ganske som om Spiralen var en Magnet. Og hvor har da

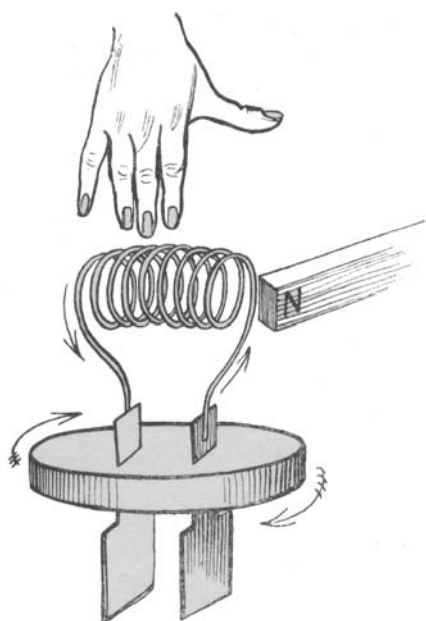


Fig. 121. En Magnetpol virker på Enden af en Strømspiral.

Strømspiralen sin Nordpol og sin Sydpol? Man omslutter Spiralen med højre Hånd (Fig. 121), så at Strømmen løber i Retning fra Håndrod til Finger spids; da ligger Nordpolen i

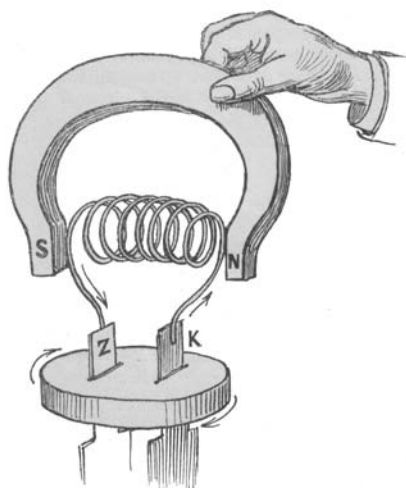


Fig. 122. En Hesteskomagnet virker på en Strømspiral.

den Ende, imod hvilken Tommelen peger — Sydpolen i den modsatte Ende.

Hvis man har en Hesteskomagnet, hvor Afstanden imel-

lem Grenene er så stor, at Spiralen kan få rigelig Plads imellem dem, og man så fører denne Hesteskomagnet ned over Spiralen, således at Magnetens Nordpol kommer ud for Spiralens Nordpol, Magnetens Sydpol ud for Spiralens Sydpol (Fig. 122), så giver Flyderen sig til at køre rask en halv Omgang rundt, og det naturligvis fordi de to Nordpoler såvelsom de to Sydpoler frastøder hinanden. Flyderen kommer i Ro, når Spiralen ligger således imellem Magnetens Grene, at de modsatte Poler er sammen; og bevæger man Magneten lidt til Siden, følger Flyderen straks efter.

Vi har altså her set det mærkelige, at en Metalspiral, som gennemløbes af en Strøm, forholder sig, som var den en Magnet, og det er ligegyldigt, af hvad Metal Spiralen er lavet.

Påvirker Jordmagnetismen da også en sådan Spiral? Jordmagnetismen indstiller jo, som vi ved, en Magnet, der kan dreje sig frit i vandret Retning, i en bestemt Stilling! Ja også i den Henseende har Strømspiralen en Magnets Egenskaber. Overlader vi vor Flyder med Spiraltråden til sig selv, så drejer den sig ganske langsomt hen til en bestemt Stilling, i

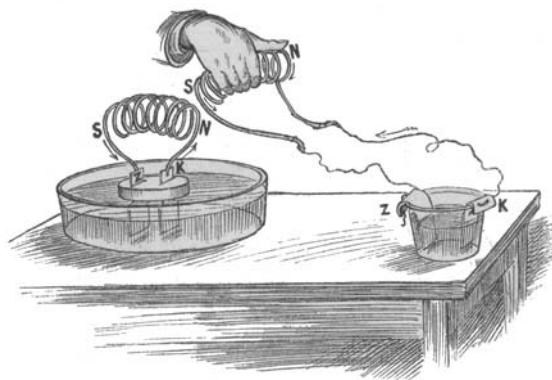


Fig. 123. To Strømspiraler virker på hinanden som to Magneter.

en bestemt Retning, altid den samme, og vi kommer let på det rene med, at Retningen er den samme som den, hvori en Magnetnål stiller sig. — Vi tilføjer, at denne Indstilling af Spiralen i Retning af magnetisk Nord og Syd lettes meget, når man lægger en fin Jernstang ind i Spiralen; dette vil vi kunne forstå, når vi har læst Begyndelsen af det næste Afsnit.

Vi har set, at en Strømspiral optræder som en Magnet, og vi ved, at to Magneter virker ind på hinanden; det ligger da nær at prøve på, om to Strømspiraler påvirker hinanden, når en Ende af én Strømspiral føres hen til en Ende af en anden. Ja, det går ganske simpelt (Fig. 123), og Virkningerne er netop dem, vi kunde vente. Vi kan jo ved Hjælp af højre Hånd let gøre os Rede for, hvor Spiralerne har deres Nord- og Sydender, og det viser sig, at ensartede Ender frastøder hinanden, uensartede tiltrækker hinanden. De to Ender, som i Fig. 123 er nær hinanden, vil altså tiltrække hinanden.

Men vi går videre: når to *Strømspiraler* kan tiltrække

eller frastøde hinanden, så er det jo rimeligt, at to Strømme, hver i sin Tråd, virker på hinanden, selv om Trådene ikke er spiralformede, og dette viser sig også ganske rigtig at være Tilfældet. Enhver kan selv prøve det.

Vi bruger Flyderen fra Fig. 120, og så fører vi med de to Hænder en Strækning af Tråden fra et lille, faststående Element hen i Nærheden af Flyderens Tråd, således som Fig. 124 viser. Da viser det sig, at de to Tråde, som er i hinandens Nærhed, enten tiltrækker hinanden eller frastøder hinanden,

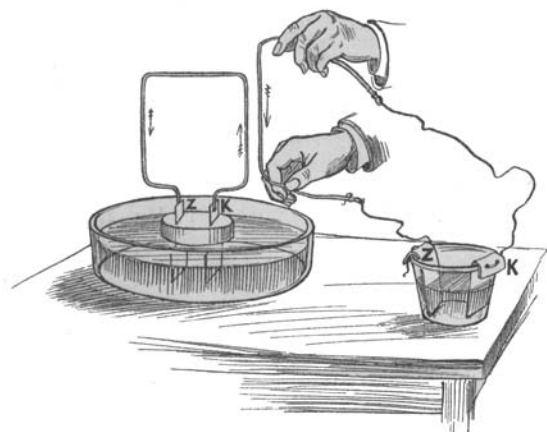


Fig. 124. To parallelle Strømme tiltrækker eller frastøder hinanden.

og dette kan man se af Flyderens Bevægelser ; løber de to lodrette Strømme samme Vej, så tiltrækker de hinanden, men løber de i modsatte Retninger, således som i Figuren, så frastøder de hinanden.

ELEKTROMAGNETER.

Man skaffer sig en Jernstang og noget tyk, overspunden Kobbertråd, hvilket man kan få til Købs hos en Instrument-

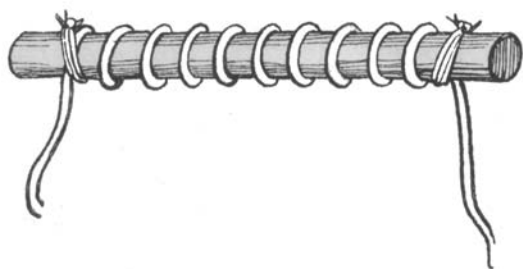


Fig. 125. En Elektromagnet.

mager eller en Mekanikus, der giver sig af med at lægge Ringeledninger ind i Huse; 3 Alen sådan Tråd koster nogle få Øre. Man vikler Tråden op i Vindinger på Jernet og binder den f. Eks. med Sejlgarn fast ved Stangens Ender. Man har så en *Elektromagnet*.

Sender man en elektrisk Strøm igennem Trådspiralen — og dette sker simplest ved at forbinde Enderne af den med en Zink- og en Kobberplade, som stikkes ned i fortyndet Svovlsyre (se Fig. 126), — så viser det sig, at Jernstangen er bleven til en Magnet, og det en ret kraftig Magnet; dette viser sig ved dens Virkning på en vandret svævende Magnetnål

(Fig. 127) og ved, at den kan bære store Jernstykker ved sine Ender. Da Magnetismen i Stangen er vakt til Live af en elektrisk Strøm, hedder Stangen en *Elektromagnet*.

Hvor har Elektromagneten sin Nord- og sin Syd ende? Det beror på Strømretningen; man kan for at finde Polernes

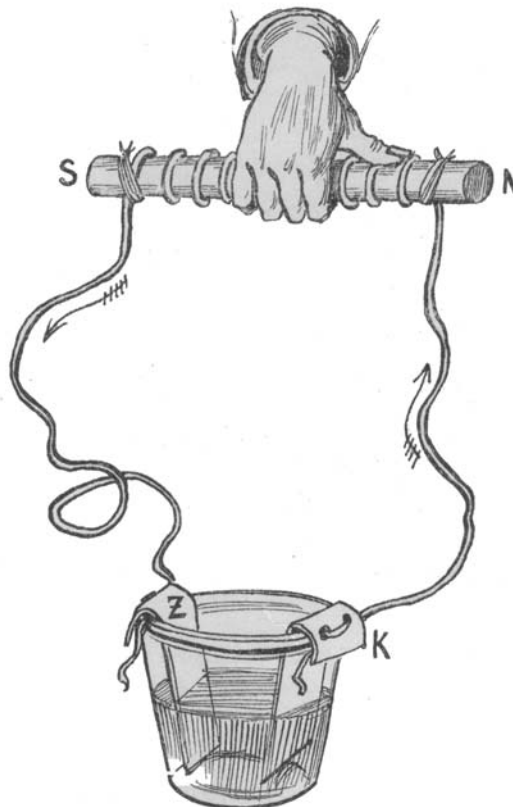


Fig. 126. Med højre Hånd findes Elektromagnetens Poler.

Pladser tage om Jernstangen med sin højre Hånd således, at Strømmen løber i Retning med de fire Fingre fra Håndrod til



Fig. 127. Elektromagneten virker på en ophængt Magnetnål.

Finge spidser; Tommelfingeren holdes tværs på de fire andre Fingre, og den vil da være rettet imod en af Stangens Ender; denne Ende er da altid den fremkaldte Magnets *Nordpol*; Stangens anden Ende er da *Sydpol*. Er Ordningen således,

WWW.DANSKVIDVAERDIGHEDSNET.DK

som det ses i Fig. 126, kommer Nordpolen til at ligge i Stangens højre Ende (set fra Læseren), thi Strømmen gennemløber Tråden fra Kobberpladen til Zinkpladen (Pilene viser Retningen), og på den Side af Jernet, der fra Papiret vender ud imod os, går Strømmen fra oven og nedefter. — Når man

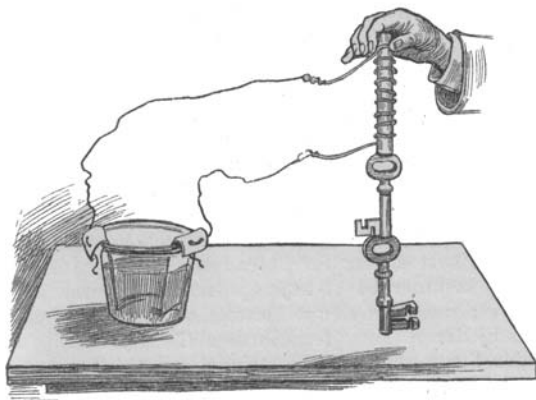


Fig. 128. En Elektromagnet bærer to Jernnøgler.

på denne Måde har fundet Elektromagnetens Nordpol, kan man sætte et Mærke på, f. Eks. kridte den lidt, for at huske dens Plads.

Nærmes den kridtede Ende til en ophængt Magnetråls Sydende, trækkes denne hen dertil, men nærmes den til Nålens Nordende, stødes denne stærkt bort. Omvendt vil Jernstangens ikke kridtede Ende (Sydpolen) støde Nålens Syden- de væk, men trække dens Nordende til sig (se Fig. 127).

Når man således vil manøvrere med Elektromagneten, bør de Tråde, som fører hen til det galvaniske Element, være bøjelige; man kan derfor gøre Brug af tyndere Tråde på dette Stykke.

Elektromagneten kan ved sine Ender bære en tung Jernnøgle, denne atter en o. s. v. Men afbryder man Strømmen, altså tager man en af Ledningstrådene væk fra den Plade i Syrevædsken, som den er forbundet med, så forsvinder Stangens Magnetisme, og Nøglerne falder af. Dog: når Nøglerne er forholdsvis lette, bliver de alligevel hængende; men rives de så af, og man prøver på at få dem til at hænge igen, går dette ikke. Sagen er den, at når Elektromagneten bærer et Jernstykke, er dette jo magnetisk (se S. 8), og det er nu, ligesom om Magnetismen på Berøringsstedet binder hinanden, holder fast ved hinanden, selv efter at Strømmen er forsvunden fra Vindingerne; Magnetismen forsvinder først fra Elektromagneten, når Jernet, som den bærer, tages bort. Denne Forbliven af Magnetismen kan man forhindre ved at lægge et Papirblad ind imellem Elektromagneten og Jernet, som den skal bære.

Elektromagneterne former man ofte som Hestesko, thi da kan begge Polerne komme til at virke tiltrækkende og fastholdende på det samme Stykke Jern. Et sådant lille Jernstykke kalder man for et *Anker*, og har Elektromagneten en ordentlig Størrelse, kan man få mange Pund til at hænge på Ankeret, uden at dette falder fra (Fig. 129); men når man afbryder Strømmen, falder det hele af.

Vi har altså lært, at når en elektrisk Strøm føres i en Spiral rundt omkring et Stykke Jern, så bliver dette Jern straks magnetisk, men forsvinder Strømmen, så forsvinder også Magnetismen, og vi har således her et Middel til at gøre Jern magnetisk og derefter igen umagnetisk, når vi vil; på denne fortræffelige Egenskab beror Elektromagneternes store Anvendelighed i Praksis.

Forinden vi går over til at beskæftige os med sådanne Anvendelser, skal det blot anføres, at man også kan magnetisere Stål i Stedet for Jern på denne Måde, men medens Stålet ikke bliver så kraftig magnetisk som »blødt Jern«, så beholder det til Gengæld den fremkaldte Magnetisme. Når man derfor vil være Herre over at opvække og at tilintetgøre Magnetismen, så må det være Jern og ikke Stål, man benytter.

Ja, én Ting til var det for Resten nok værd at bemærke, og det er, at Tråden, man har viklet om Elektromagnetens Jern, må være overspunden, for at man kan få Strømmen til at omkredse Jernet; var det nemlig blank Tråd, man vikled op på Jernet, så går den elektriske Strøm pålangs igennem Jernstangen og holder sig ikke i Kobberledningen; man vilde i så Fald ikke mærke noget til, at Jernet blev magnetisk.

Elektrisk Ringeapparat. Dette er en ret hyppig forekom-

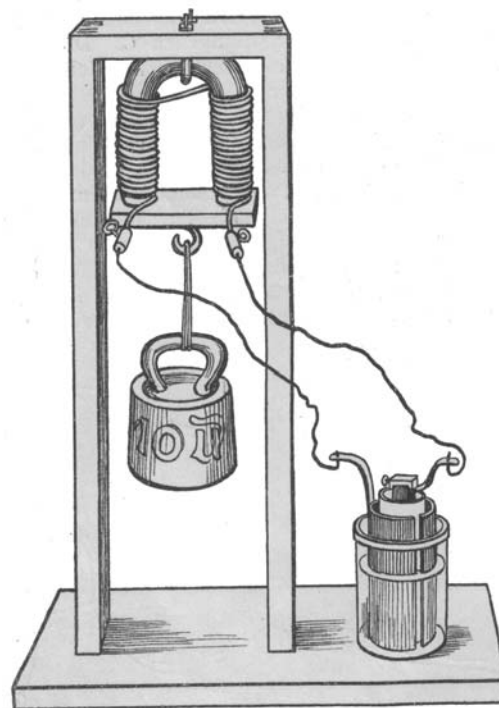


Fig. 129. En Elektromagnet bærer et Jernanker med et tungt Vægtlod.

mende Anvendelse af Elektromagneter, og Fig. 130 viser os den nærmere Indretning. På et Brædt er der befæstet forskellige Ting: en Metal-klokke, som en Hammer *H* skal slå imod, en hesteskoformet Elektromagnet *E* med et Jernanker lidt ud

for Enderne, hvilket Jernanker bæres af en ret stiv Fjeder, der er skruet fast ved sin ene Ende til Brædtet, og som fortsættes ud i Hammeren *H* endvidere en lille Metalskrue *C*, hvis Spids støder til Ankerets Fjeder, og endelig et Par Klemmeskruer, hvilke i Figuren ses øverst på Brædtet. Fra den ene af disse

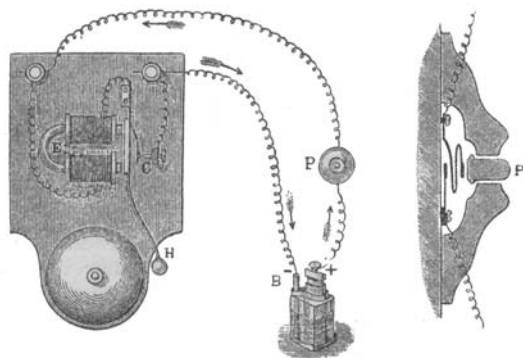


Fig. 130. Elektrisk Ringeledning.

Klemmeskruer udgår Elektromagnetens Tråd, og denne fortsættes hen til den ovenfor nævnte Fjeder, der bærer Ankeret; fra den anden Klemmeskrue går en Tråd hen til Skruen *C*. Der er altså metallisk Ledning fra Klemme til Klemme, thi Skruen rører ved Fjederen.

Ringeledningen, som fører til Klokken, klemmes ind i de to Klemmeskruer, og i denne Ringeledning er der et Sted — på en dertil egnet Plads i Huset — indskudt ét eller et Par

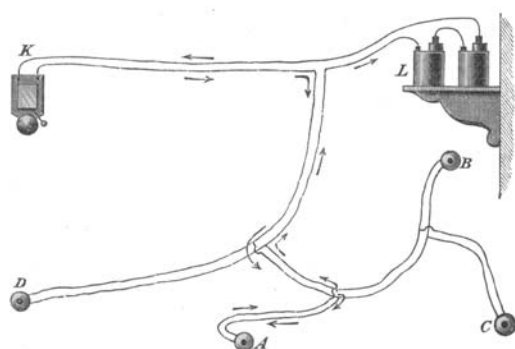


Fig. 131. En forgrenet elektrisk Ringeledning.

Léclanchés Elementer (se Spalte 98 og 99), og endvidere en såkaldt *Kontakt*, den Indretning, ved Hjælp af hvilken man frembringer Ringningen, når man ønsker det, og atter får den til at høre op. Kontakten er kaldt *P* i Figuren, og dens Indretning ses nærmere i det særskilte Billede til højre. Det er den »Knap«, man trykker på, når man vil ringe. Det er en rund Kapsel af Træ eller Porcellæn, og i dens Midte stikker en lille Ben eller Porcellænsdup frem; denne Dup sidder løst i et Hul i Kapslen, og når den trykkes ind, tvinger den en lille

Metal fjeder i Kapselens Indre hen til Berøring med en anden Metal fjeder derinde. Begge disse små Fjedre sidder fast på Kapselens Bund, og de to Trådender af Ringeledningen er klemte fast til Fjedrene.

Det forstås nu, at Ledningen er »sluttet« overalt undtagen på ét Sted, nemlig i Trykknappen, thi her rører Fjeder ikke ved Fjeder, når man ikke trykker; men trykker man de to Fjedre til Berøring, så er Ledningen også sluttet på dette Sted, og så ringer det. Hvorfor? Jo, så bliver Strømmen skiftevis i hurtig Rækkefølge afbrudt og sluttet et andet Sted, nemlig i Ringeapparatet. Dette sker således: når Ledningen er sluttet overalt, så gennemløber den elektriske Strøm fra det galvaniske Apparat det hele, altså også Tråden om Elektromagneten *E*; denne bliver da magnetisk og trækker Ankeret, som sidder for Polenderne, til sig, idet den derved kommer til at bøje Fjederen lidt, som bærer Ankeret; men ved denne Bevægelse af Ankeret kommer Fjederen væk fra Skruen *C*'s Spids, og da holder Strømningen af Elektricitet op, thi der er opstået en Afbrydelse på Ledningen. Dette varer dog kun et ganske lidet Øjeblik, thi når Strømmen er borte, så mister Elektromagneten sin Magnetisme; Ankeret svinges da af sin Fjeder bort fra Elektromagneten; der kommer atter Berøring frem med Skruen *C*; Strømmen er da sluttet igen, Elektriciteten strømmer atter et Øjeblik, men afbrydes, når Elektromagneten, som derved får sin magnetiske Kraft igen, trækker Ankeret væk fra *C*, og således fortsættes der, lige så længe man ved at trykke på Duppen i *P* har fået de to Fjedre til at slutte sammen. Ved Ankerets Svingninger ud og ind slår Hammeren *H* mange Gange imod Klokken, og derved skabes Ringningen.

I Huse, hvor man har elektrisk Klokke, er det oftest indrettet så, at man kan ringe på en og samme Klokke fra forskellige Steder; Klokken sidder f. Eks. ude i Køkkenet, og der er i flere af Værelserne Knapper, som man kan trykke på. Fig. 131 giver et skematisk Billede af, hvorledes dette kan lade sig gøre. Et Batteri på et Par Elementer (*L*) er anbragt på en Hylde et eller andet dertil egnet Sted, og fra Batteriet går der en Ledningstråd direkte hen til den elektriske Klokke (*K*). Fra Batteriets anden Pol udgår der en Ledningstråd, og fra Klokken går der en Ledningstråd; disse to Tråde følges ad, og fra dem går der Forgreninger ud til de forskellige Værelser; disse Forgreninger ender i Knapper som dem, der er afbildet til højre i Fig. 130. Trådene er isolerede ved Hjælp af omspunden Bomuldstråd eller et andet Isolationsmateriale, og de kan derfor overalt lægges tæt op til hinanden. Knapper er i Figuren tænkt ved *D*, *A*, *C* og *B*.

Når man nu fra Batteriet følger Ledningen rundt, så vil man se, at når der ikke trykkes på nogen af Knapperne, så er der intet sluttet Kredsløb til Stede, som Elektriciteten fra Batteriet kan gennemstrømme; men trykkes en af Knapperne til, f. Eks. *A*, så at de to Fjedre her inde i Kapslen kommer til at røre ved hinanden, så ringer det. Når man nemlig fra Batteriet *L* følger Ledningen, således som Pilene viser det ser vi, at der er en sluttet Ledning over *A*, og i dette Kredsløb er

www.sos.dk

Klokken altid indskudt, så at den kommer i Virksomhed. Prøv det samme, når en af de andre Knapper tænkes trykket til!

Skulde Isolationsmaterialet et Sted være slidt af, så at Metaltrådene kom til at røre ved hinanden, så er der dannet et Kredsløb, og Klokken bliver ni med at ringe, til man tager en af Trådene ved blokken ud.

Elektriske Ure. Ved Indretningen af elektriske Ure kan Formålet være det, at man vil have en Mængde Ure med simpel Mekanisme til at gå ganske ens, idet de alle holdes i Gang ved Hjælp af en elektrisk Strøm, der udsendes fra et Normalur.

Fig. 132 giver nærmere Oplysning om, hvorledes dette kan lade sig gøre. På Hovedstationen er der et Normalur, hvis Gang reguleres af et Metal-Pendul P , som svinger frem og tilbage og er 1 Sekund om en Svingning. Det er ophængt foroven i et Stykke Metal, som bærer en Klemkrue, og lige under dets Ophængningssted står der et Jernrør (R), som er fyldt med Kviksølv og ligeledes bærer en Klemkrue. Kviksølvet fylder Røret helt, og dets Overflade hvælver sig opad, således at Pendulets nederste, fine Spids stryger igennem dette Kviksølv, når Pendulet er lodret, d. e. når det passerer

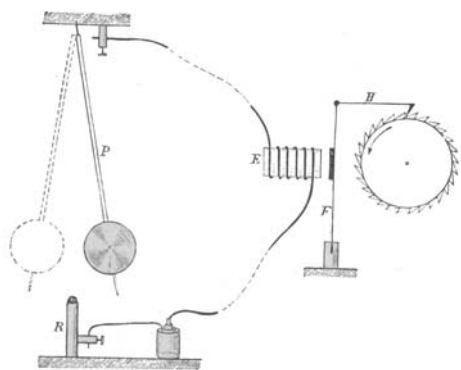


Fig. 132 Elektrisk Ur.

den Stilling, som det vilde have, når det hang stille. Fra de to Klemkruer går nu Ledningstrådene ud i Byen til de Steder, hvor Klokkeslettet skal kunne ses, idet der dog i den ene Ledningstråd er indskudt et galvanisk Apparat, som skal levere den til Urenes Drift fornødne Strøm.

Det egentlige »elektriske Ur« har en meget simpel Mekanisme, hvis Hoveddele ses i Figuren tilhøjre. Ledningen føres ind i Uret omkring en Elektromagnet E . Lige overfor den sidder der et Jernanker fast på en ret stiv Fjeder F ; denne er gjort fast i sin ene (nederste) Ende, og fra dens anden, frie Ende går der en Stang (H) ud til Siden, som bærer en Hage, der falder ned på et Tandhjul med savtakkede Tænder. Lad os antage, der er 60 Tænder.

Når nu Pendulet i Hoveduret passerer sin Hvilestilling, når altså dets Spids et Øjeblik er inde i Kviksølvet, så er Kredsløbet sluttet; det galvaniske Apparat sender en Strøm

igennem Pendulstangen og hele Ledningen. Derved bliver Elektromagneten E magnetisk, trækker Ankeret til sig; Fjederen F bøjer sig lidt (til venstre), og Hagen på H trækker Tandhjulet lidt i den Retning, som Pilen på Figuren viser. Men Strømmen varer jo kun et Øjeblik. Straks efter mister E sin Magnetisme igen, F retter sig ud og tager Ankeret væk fra E , og Hagen på H glider til højre og falder ned bag den næste Tand på Tandhjulet. — Et Sekund senere gentager akkurat det samme sig, og således fremdeles, altid med et Sekunds Mellemrum. Når derfor Tandhjulet ude i det elektriske Ur har 60 Tænder, bliver det drejet én Gang rundt i Løbet af 1 Minut, og til dette Hjul kan derfor den såkaldte Minutviser befastes. Ved Hjælp af Tandhjul af forskellig Størrelse kan man let få denne Bevægelse overført til andre Akser, hvorpå de andre Urvisere kan befastes. Og så er dette Ur dermed i Orden.

Det forstås let, at der i Ledningen kan indskydes mange Elektromagneter som E ; de bliver alle et Øjeblik magnetiske i Takt, med 1 Sekunds Mellemrum. Og det samme Normalur kan altså drive en Mængde elektriske Ure.

Rigtig er disse Ure nu ikke trængte igennem, fordi der let kan komme Kludder i dem. Anløber Spidsen på Pendulet lidt, eller bliver Kviksølvet i Tidens Løb urent, så kan der være så stor Modstand her for Elektriciteten at overvinde, at Strømmen helt udebliver en, ja måske mange Gange, eller den bliver i alt Fald så svag, at Elektromagneterne ude i de elektriske Ure ikke får Kraft nok til at bøje Fjederen så meget, at Tandhjulet bliver drejet en hel Tand frem, men for hver Gang en sådan Bevægelse af Hjulet udebliver, taber Uret et Sekund. Men også i disse Ure selv kan der være Ufuldkommenheder eller i Tidernes Løb komme sådanne, der bevirker, at Urene taber. Eller man forsømmer at passe de galvaniske Elementer.

Et andet Princip for Elektricitetens Anvendelse i Ure er det, at hvert af de ved en elektrisk Ledning forbundne Ure har sit selvstændige Urværk, og den elektriske Strøm bruges da kun til at *stille* Urene ved Hjælp af et af dem, som da må være Normalur. Det sker f. Eks. således, at Strømmen bliver sluttet en Gang hver Time — når Normalurets lange Viser peger på XII — og denne ganske kortvarige Strøm, som da sendes ud i Ledningen, bliver da i de andre Ure benyttet til at føre deres store Visere hen til XII, hvis de ikke er der i Forvejen. Skulde her Strømmen blive borte en eller flere Gange, så er Ulykken, hvis de enkelte Ure ellers er nogenlunde ordentlige, ikke større; man går kun glip af nogle Ganges Stille.

Den elektriske Telegrafering er den mest betydningsfulde af Anvendelserne af Elektromagneter; den vil blive omtalt nu i et særligt Afsnit.

DEN ELEKTRISKE TELEGRAFERING.

Den Omstændighed, at den elektriske Strøm næsten øjeblikkelig er til Stede overalt i en Ledning, når Forbindelsen imellem Ledningen og et galvanisk Apparat tilvejebringes, selv om Ledningen er Mile lang, bevirker, at man hurtigt kan

sende elektriske Signaler fra et Sted til et andet uden noget videre Forbrug af Tid, og dette har Anvendelse i den elektriske Telegrafering.

En simpel Telegrafering er følgende. På det Sted, hvorfra man vil telegrafere, har man et galvanisk Apparat, der kan

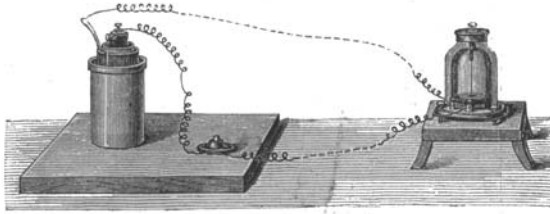


Fig. 133. Telegrafering.

levere Strøm, og en Nøgle, som man bruger til at slutte og afbryde Strømmen, når man vil. Nøglen kan ganske simpelt bestå af to på et Brædt fastgjorte Metalfjedre, som står lidt fra hinanden, men som man ved at trykke på en Benknap, der bæres af den ene Fjeder, kan få til at berøre hinanden; det er altså en »Knap« som den, der er omtalt Sp. 111. Den ene af disse to Fjedre er ved en Kobbertråd sat i Forbindelse med den ene Pol i det galvaniske Apparat; fra den anden Pol og fra den anden Fjeder går der Ledningstråde hen til den anden Station, hvortil man skal telegrafere, og her kan Trådene være indsatte i Klemeskruerne på en Multiplikator (Fig. 119 på Sp. 103).

Ledningen er nu sluttet overalt undtagen i Nøglen, og der er altså slet ingen Strøm i Ledningen. Men trykker man på den ene Station Nøglets to Fjedre sammen til Berøring, er der øjeblikkelig Strøm overalt, og Magnetnålen i Multiplikatoren på den anden Station gør et Udslag. Så snart man holder op med Trykket, bliver Strømmen afbrudt i Nøglen, al Strøm forsvinder, og Magnetnålen går tilbage til sin Hvilestilling. Man kunde også indrette sig således, at man sendte Strøm ind i Ledningen, snart i den ene og snart i den anden Retning; Nålen vil da gå snart til den ene og snart til den anden Side, og herpå kan man da basere en Telegrafering. Bogstavet *a* kan altså f. Eks. telegraferes ved, at man først sender Strømmen én Gang i den ene og derpå to Gange i Træk i den modsatte Retning, og ved sådanne Kombinationer — der må være kendte både af den, der skal afsende, og af den, der skal modtage Telegrammet — kan et helt Alfabet dannes. Man vil dog hellere have Telegrammet skrevet, end man vil læse det ud af Magnetnåleens Udsving, og en sådan Opskrivning sker med den *Morse'ske* Telegraf.

Før vi beskriver denne, vil vi dog gøre en Bemærkning angående en meget vigtig Sag ved Telegrafering på større Afstande. Tråd af så enorme Længder, som der kan blive Tale om, er dyr, og de to Stationer skulde være forbundne ved 2 Tråde. En stor Gevinst vilde det være at undvære den ene, og det kan også gøres. En Strøm fra et galvanisk Apparat er nemlig ikke alene sluttet, når der er en Metaltråd, som forener de to Polplader med hinanden, men også når *begge* Poplader er afledede til Jorden, og en sådan Afledning sker bedst derved, at Trådene føres ned i Jorden hver til sin Me-

talplade; Afstanden imellem disse Plader, »Jordplader«, nede i Jorden er ligegyldig: de kan ligge såvel få Fod som mange, mange Mil fra hinanden. Vil man altså indrette sig så, at der kan telegraferes imellem to Stationer, er det nok, at disse Stationer er forbundne ved én Telegraftråd, men Ledningen må så på begge Stationer føres ned til en Plade i Jorden.

Man har udtænkt mange forskellige Måder at telegrafere på; af dem er det System, der skyldes Amerikaneren *Morse*, det mest udbredte; her gengives Bogstaver og Tal ved Sammensætninger af Prikker og Streger. Men man har desuden af andre bekendte Systemer en Typetelegraf, hvor det, der telegraferes til' en Station, fremtræder på Papiret med almindelige Typer, således som dem, en af de nu så almindelig anvendte Skrivemaskiner giver; Enhver kan altså læse et sådant Telegram straks, men kun de Indviende forstår de Tegn, som skrives med *Morses* Apparat, og disse Tegn må derfor først omskrives til almindelig Skrift, før Uindviende kan læse Telegrammet.

Vi vil nu beskrive det *Morse'ske* System; det andet er så sammensat i Indretningen, at vi ikke vil gå nærmere ind derpå. *Morses* System er udtænkt 1832, men blev først prøvet i 1842.

Når man på de to Stationer vil kunne afsende og modtage Telegrammer, så må der på hver af dem være både et Afsenderapparat eller en »Nøgle« og et Modtager- eller Skriveapparat.

Nøglen er afbildet i Fig. 134. Messingvægtstangen *ff* har ved *b* sin Omdrejningsakse hvilende i en lille Messingsøjle *a* med en Klemeskruer, hvorfra Telegraftråden *L* udgår; lige under de to små Fremspring *c* og *d* på *ff* er der på Telegrafbordet to små Messingsøjler *n* og *s*, begge med Klemeskruer;

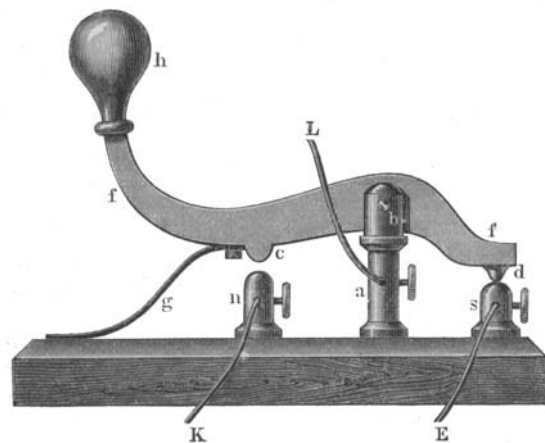


Fig. 134. Telegrafnøgle.

fra *n* går en Tråd *K* hen til den ene Pol på et galvanisk Batteri, fra *s* en Tråd *E* hen til Skriveapparatet. En Stålfjeder *g* trykker op på Messingvægtstangens ene Ende, således at der altid er Berøring imellem *d* og *s* og ikke imellem *c* og *n*, med mindre man trykker ned på Benknapen *h*, Thi da løftes *d* op

fra *s*, og *c* kommer til at berøre *n*. Dette sidste gør man, når man skal afsende et Telegram; derom straks mere.

Skriveapparatet består for det første af en Elektromagnet *bab*, og lige over dennes to opad vendte Poler er der en Jernstang *cc* (Ankeret) anbragt tværs på Vægtstangen *dd*, som har en Udløber nedefter, der trækkes til højre ved Hjælp af en Spiralfjeder *f*. Det forstås let, at *cc* derved holdes op over Elektromagneten, med mindre denne er magnetisk, thi så går

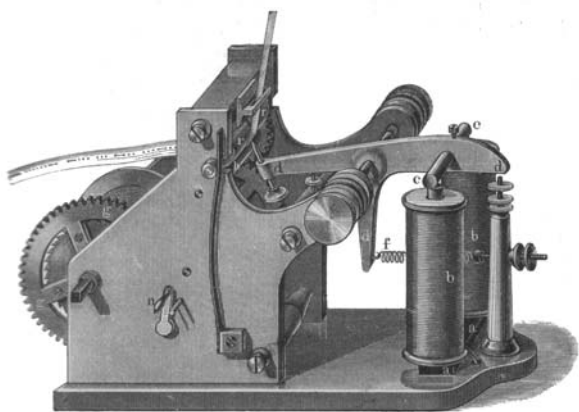


Fig. 135. Morss Skriveapparat.

cc det lille Stykke ned til den, og derved føres Vægtstangen *dd*'s anden Ende med den der siddende Spids lidt til Vejrs. Denne Spids kommer da til at trykkes ind imod en Papirstrimmel *rr*, som ved Hjælp af et Urværk føres med regelmæssig, langsom Fart fremefter (til venstre).

Fig. 136 giver os nu et Billede af to Telegrafstationer med den Telegraftråd, som forbinder dem. På hver Station er der en Nøgle (*s* og *s'*) som den ovenfor beskrevne og et

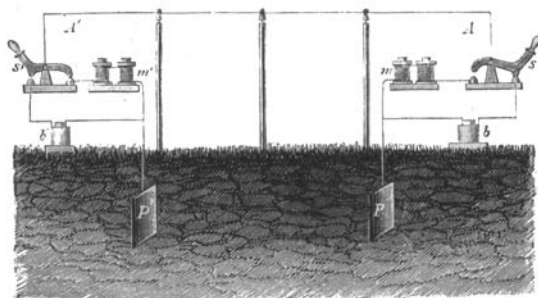


Fig. 136. Telegrafstationer forbundne.

Skriveapparat, af hvilket der her kun er tegnet den hesteskoformede Elektromagnet *m* og *m'*, medens Resten må underforstås. Af de to Ender af Elektromagnetens Tråd går den ene hen til Nøglen (det er Tråden *E* i Fig. 134), og den anden fører til en Kobberplade, som er nedgravet i et vandførende Jordlag. På hver Station er der endvidere et

galvanisk Apparat *b* og *b'*, hvis ene Pol er sat i Forbindelse med den samme Jord-plade, som Tråden fra Skriveapparatet er ført ned til, medens den anden Poltråd føres hen til Nøglen (det er Tråden *K* i Fig. 134). — Telegraftråden *AA'* har sine to Ender førte hen til Nøglerne (det er Tråden *L* i Fig. 134).

Når man skal telegrafere, trykker man ned på Nøgleknappen på den ene Station, og i samme Øjeblik trækker på den anden Station Skriveapparatets Elektromagnet sit Anker ned imod sig, og Spidsen (se Fig. 135) farer op imod Papirstrimlen. Holder man atter op med at trykke på den første Stations Nøgle, så giver på den anden Station Elektromagneten slip på sit Anker, og Spidsen går tilbage fra Papirstrimlen. Hvorledes kan nu dette være ?

I Fig. 136 er det tænkt, at man telegraferer fra Stationen længst til højre. Vi ser da, at Apparatet *b* på denne Station sender Strøm ud i Telegrafledningen, thi begge dens Poler er da afledede til Jorden: den ene er jo altid afledet til Jordpladen på selve Stedet (*P*), men den anden er nu også bleven afledet til Jorden, om end igennem en lang Vej, nemlig fra *b* over *s*, Telegraftråden *AA'* den anden Stations Nøgles *s'*, derfra omkring Elektromagneten *m'* og så ned i Jorden til Pladen *F*. Så længe Nøglen *s* har denne Stilling, så længe er Batteriet *b*'s to Poler afledede på denne Måde til Jorden, så længe går der altså Strøm igennem Tråden, så længe bliver *m'* magnetisk, og så længe trykkes Spidsen på denne anden Stations Skriveapparat op imod Papirstrimlen. Når denne altså føres langsomt fremad, så ridser Spidsen en Fordybning i Papiret; denne Fordybning bliver en Prik eller en Streg, alt eftersom Telegrafisten på den første Station trykker Nøgleknappen et kortere eller et længere Øjeblik ned. Og nu forstås det altså, at man kan telegrafere på den Måde, at man har lavet sig et Alfabet af Prikker og Streger. Skal Navnet på nærværende Ugeskrift telegraferes, så bliver der på Modtagerstationens Papirstrimmel skrevet:



Fig. 137.

Den Telegraferende sørger for, at der kommer så stor Afstand imellem de Tegn, der hører til de enkelte Bogstaver, at ikke det hele løber ud i ét.

I Stedet for en Spids, som ridser en Fordybning, kan man også have en Pen, der med en Sværte skriver Tegnene på Papiret.

Telegraftråden er, når den er anbragt som »Luftledning« på Telegrafpæle, af galvaniseret Jerntråd; dermed menes Jerntråd, som ved at være dyppet ned i smeltet Zink har fået et Overtræk af Zink, der beskytter Jernet imod at ruste op. På Telegrafpælen er Tråden befæstet til en Porcellænsklokke der

bæres af en Jernarm, som går op i Klokkens Hulrum; derved opnår man, at Regnen driver af fra Klokken uden at tilvejebringe nogen ledende Forbindelse imellem Tråd og Pæl.

Skal Telegraftråden føres igennem Vand, så må man forhindre Afledning af Elektricitet fra Tråden til Vandet ved et isolerende Materiale, og desuden må den forsynes med en stærk Beklædning af Hamp og Jerltråde for at gøres i Stand til at modstå ydre Påvirkninger såsom Ujævnheder på Bunden, Gnidning imod Klipper og Sten, Skibsankre, Fiskeredskeer osv.

Fig. 138 viser et af de nu almindelig brugte Kabler, hvis enkelte Lag er blottede for at anskueliggøre Kablets Bygning. Her betyder *a* selve Ledningen, dannet af 7 sammensnoede Kobbertråde; uden om den er et eller flere Lag *b* af Guttaperka eller Kautschuk; *c* er et Lag Jutegarn, som danner et blødt Underlag for de spiralformede, galvaniserede Jern- eller Ståltråde *d*; *e* er et Lag Asfalt eller Tjære, / et Lag tjæret Jutegarn, *g* som *e*, *h* som *f* og endelig *i* Asfalt eller Tjære ligesom *e* og *g*. Fig. 139 viser Kablet i Tværsnit, I samme Ka-

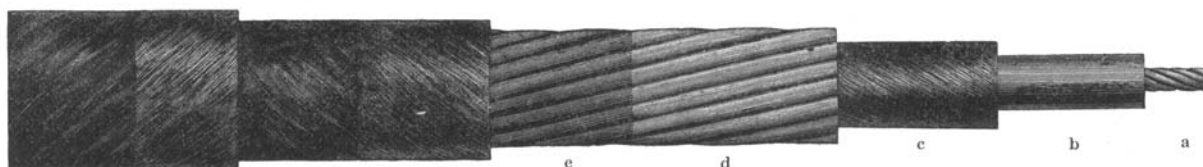


Fig. 138. Et undersøisk Kabel.

bel kan der også ligge 2 eller flere Ledninger, hver omgivet af sin GuttaperkaIsolation.

I Stedet for det Morse'ske Skrive- eller Modtagerapparat benyttes, når Telegraferingen foregår igennem undersøiske Kabler, et Modtagerapparat, hvor en Pen hele Tiden er i Berøring med Strimlen og derfor, når Urværket fører denne afsted, skriver en lige Linie så længe der ingen Strøm kommer fra Afsender-stationen; men sender Telegrafisten her nu en Strøm ind i Kablet, går Pennen ud til Siden og bliver der, så længe Strømmen varer; den tegner derved en længere eller kortere Bugt på Linjen, eftersom Strømmen varer længe eller kort. Således skriver den engelske Fysiker Sir William Thomsens (Lord Kelvin) såkaldte *Recorder* og ligeledes den af den danske Ingeniør Lauritzen konstruerede *Undulater* eller »Slangeskriver«, der benyttes af det store nordiske Telegrafsekselskab (se nedenfor) på dets kortere Kabler; dette Apparat kan på et 500 eng. Sømil (en Sømil er omtrent $\frac{1}{4}$ geografisk Mil) langt Kabel præstere indtil 100 Ord pr. Minut.

Når man undersøger den så betydningsfulde undersøiske Kabellægnings Historie, så må det nævnes, at det fortælles, at Baron Schelling endog i 1812 skal have sprængt Miner under Newafloeden ved Hjælp af elektriske Strømme; vist er det imidlertid, at Oberst Pasley brugte denne Metode til en Klippesprængning ved Spithead 1838. En undersøisk Tråd, isoleret med Gummi, er først lagt af Morse med egen Hånd og på 2 engelske Sømilslængde; Morgenen efter var Kablet brudt, men han havde dog forinden med Held fået sendt telegrafiske

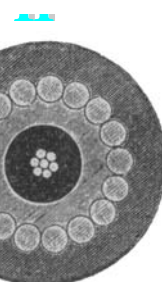


Fig. 139.



Signal igennem det. Efter at Guttaperkaen var taget i Brug, lagdes de første Kabler i Kiels Havn og i Hudsonfloden i Nordamerika.

Set fra Handelens Standpunkt må den undersøiske Telegrafering siges at være begyndt fra Juni 1845. Tanken var den at føre en telegrafisk Forbindelse fra de britiske Øer over Atlanterhavet, en meget dristig Tanke på dette Tidspunkt. Brødrene Brett, som havde denne Tanke, ansøgte den engelske Premierminister Sir Robert Peel om en Slags telegrafisk Eneret, men det lykkedes ikke. To År senere søgte de og da med Held om at måtte lægge et Kabel mellem Calais og Dover, altså i »Kanalen«. Den 10. Aug. 1849 gav Louis Napoleon dem et absolut Monopol, forudsat at Anlægget var færdigt den 1. Sept. 1850. Det blev det, der blev telegraferet, om der end var lidt Slinger i det, men desværre varede Glæden kun en Aften, så kunde Maskineriet ikke mere.

Næste År fik de samme Brødre en ny fransk Koncession, og et Selskab blev dannet, men belært af de tidligere Uheld blev der kun tegnet halvsjette Tusinde Kroner. Da fik man

den Idé at beskytte Kablet med et Hylster af Jerltråd, og atter forbandtes England og Frankrig med hinanden, og for første Gang sendtes der Publikum et Telegram den 13. Novbr. 1851 igennem et Kabel, og dette Kabel eksisterer endnu den Dag i Dag. Dette gunstige Resultat kunde dog ikke skaffe Brødrene Brett det Monopol på elektrisk Forbindelse imellem England og Irland, som de nu ansøgte om.

Allerede i 1844 havde Morse tilskrevet det amerikanske Finansministerium sin Tanke om at telegrafere igennem Atlanterhavet; der blev dog intet gjort i så Henseende før i 1855, da der af Englændere og Amerikanere blev dannet et atlantisk Telegrafsekselskab.

Sagen blev gjort til Genstand for teoretiske Undersøgelser, og Sir William Thomsen regnede ud, at man måtte kunne sende 3 Ord over i Minuttet, Werner Siemens holdt på 1 Ord, medens Charles Brillit spåede 10 å 12 på Grundlag af nogle Forsøg.

I 1857 afgik den amerikanske Fregat Niagara og det engelske Skib Agamemnon fra Valentia på Irlands Vestkyst med 2500 Kvartmil Kabel i Lasten. Omtrent en Tiendedel blev lagt ud, så kom der Knæk på Ledningen i Vandet, og således endte det første atlantiske Kabel. Det følgende År udsendtes en ny Ekspedition, og efter forskellige Uheld blev Kablet dog lykkelig lagt, og England telegraferede for første Gang med Amerika; men Kablets Liv var kort: efter 4 Ugers Tid gik det itu.

Først i 1866 blev et varigt Kabel lagt, og det Selskab, der lagde det, fik også fat i og reparerede det tidligere lagte Kabel, som var gået itu. Man havde således to gode Kabler tvers over Atlanterhavet; 30 År senere (i 1897) har man fået lagt ialt 15, som forener den gamle Verden med den nye: 10 Kabler går fra England og Irland til Nordamerika, 2 fra Frankrig til Nordamerika; til Sydamerika fører der 2 Kabler fra Portugal og 1 fra iransk Guinea i Vestafrika.

I Danmark blev den første Telegraflinje åbnet den 1. Febr. 1854; den bestod af en underjordisk Ledning fra Helsingør over Kjøbenhavn, Korsør, Nyborg, Fredericia, Flensborg, Rendsborg og Altona til Hamborg med undersøiske Kabler over Belterne. Taksten var 2 Kroner (1 Rigsdaler) for 25 Ord uden Hensyn til Afstanden, når undtages Strækningen Helsingør—Kjøbenhavn og Altona—Hamborg, på hvilke der var Moderation. Ved denne Telegraflinje var Danmark kommen i Forbindelse med det europæiske Telegrafsystem, og ved Nedlægningen af Øresunds-Kablet Året efter skete det samme for Sveriges og Norges Vedkommende. Et Telegram over Tyskland og Holland til England kostede den Gang imidlertid 15 Kr. 80 Øre pr. 25 Ord; Prisen gik ned til det halve, da et engelsk Konsortium i 1859 fik lagt et undersøisk Kabel fra Vesterhever tæt ved Tønningen over Helgoland til England. I 1868 — da Danmark ikke mere ejede Udgangspunktet for denne Linje — lagdes et Kabel fra Søndervig på Jyllands Vestkyst til et Sted i Nærheden af Newcastle på Englands Østkyst; Året i Forvejen var der lagt et Kabel fra Hirtshals til Arendal i Norge.

1869 dannedes det Store Nordiske Telegrafelskab, og det har lige fra sin Stiftelse af spillet en afgørende Rolle i Nordens telegrafiske Forbindelse med de omliggende Stater og med Østasien. Forbindelsen herfra og til Østasien sker igennem en af den russiske Stat anlagt Telegrafledning, som udgår fra St. Petersborg, fører over Moskou ind i Sibirien, tvers igennem dette Land og ender i Wladiwostock på Asiens Østkyst. Fra denne Station går Selskabets Linjer ned til Japan, Korea og Kina. Igennem denne over 1000 Mil lange Ledning kan man ikke sende et Telegram ved én Telegrafering; der må omtelegraferes fra Strækning til Strækning en 3 å 4 Gange, hvilket bevirker, at et Telegram er et Par Timer under Vejs.

I Selskabets europæiske Afdeling er Fredericia og Gøteborg Hovedstationerne, og på en hel Del Strækninger er der lagt dobbelte Telegrafledninger for at lette Trafiken, og for at et tilfældigt Brud skal virke så lidt forstyrrende som vel muligt. Ved 5 Kabler i Nordsøen er de nordiske Lande sat i Forbindelse med Storbritanien og ved 2 Kabler med Frankrig (Calais); én Ledning fører fra Fredericia over Møen og Bornholm tvers over Østersøen til Libau, hvorfra der går Landleddning til St. Petersborg, og med denne Ruslands Hovedstad står også Gøteborg i Forbindelse ved en Dobbeltledning, som går tvers igennem Sverige til Stockholm og derfra over den botniske Bugt til Nystad i Finland, hvorfra der går Landleddninger til St. Petersborg. Selvfølgelig er Fredericia og Gøteborg telegrafisk forbundne.

På Selskabets Linjer befordres der over halvanden Million Telegrammer årlig.

Selskabet, hvis Hovedsæde er i Kjøbenhavn, ejer ca. 9000 Søjle Kabel. Til Udlægning og Reparationer af Kablerne har det to Skibe »H. C. Ørsted« og »Store Nordiske«, af hvilke det første har Station her hjemme, det sidste i Østasien.

Selskabet anvendte tidligere Batterier af Lécanchés Elementer som Strømgivere, men efterhånden er Elementerne med tvekrumsur Kali (se Spalte 97) indførte.

De fleste andre Kabelselskaber er af engelsk Nationalitet; der eksisterer for Tiden (1897) ca. 158,500 Søjle Telegrafkabel, og den af disse Selskaber repræsenterede Kapital er omtrent 750 Mill. Kroner.

Telegrafering uden Tråd (Gnistelegraf). Denne Telegrafering, der er fra 1897, grunder sig på en Række af betydningsfulde Opdagelser, der er gjorte i den sidste halve Snes År. Vi må her holde os til Hovedtrækkene alene.

På Spalte 72 blev det sagt, at når en Leydner-flaske udlades i en Gnist, så svinger i denne Gnist Elektriciteten mange Gange frem og tilbage med en meget stor Hurtighed — men det hele varer jo ikke længe. Disse Svingninger af Elektriciteten frembringer nu en Bølgebevægelse i Luften og andre Stoffer — også i tomt Rum —, ganske på samme Måde som en anslået Klokke ved at komme i Svingninger frembringer en Bølgebevægelse i Omgivelserne, hvilken Bølgebevægelse skrider ud efter med en vis Fart, og når den til ens Øre, hører man — eller ganske på samme Måde, som et Lys sender sin Virkning rundt til alle Sider, og træner den ens Øje, ser man. Den elektriske Bølgebevægelse virker nu ikke på Øje eller Øre, men når den træffer en metallisk Ledning, som næsten er helt lukket, d. v. s. der er kun ét Sted en ganske lille Afbrydelse, så slår der en lille Gnist over her; Elektriciteten i Tråden sættes ligesom i Bevægelse rundt i Tråden, og for et Øjeblik er Ledningen sluttet.

Til at optage de elektriske Svingninger fra en Leydnerflaskes Gnist kan man med Held benytte et Glasrør, lukket for Enderne med Propper, igennem hvilke der er stukket Metaltråde, og tildels fyldt enten med fint Metalpulver eller med små Søm, der har den bekendte blå Anløbsfarve. Denne Farve får Sømmet ved en vis Opledning; der dannes derved et ganske tyndt Metalilte på Overfladen, og dette fine Overfladelag er ikke ledende for Elektricitet. Nu forbin-

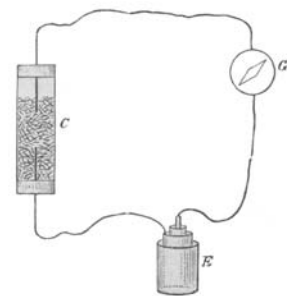


Fig. 140. Modtagerapparat.

der man Trådene, som sidder fast i Propperne, med et galvanisk Element og med en fin Multiplikator (se Spalte 119) eller et andet lignende Strømundersøgelses-Apparat. Der er så ingen Strøm i Ledningen, thi Elektriciteten kan ikke komme fra Søm til Søm, skønt Sømmene rører ved hinanden, og det er fordi de har det slet ledende Overtræk, som nylig er omtalt; det forhindrer, at Metal rører ved Metal. Multiplikatorens Magnetnål er derfor i Ro.

Men hvis man så i nogen Afstand udlader en Leydnerflaske, f. Eks. på den Måde, som Fig. 87 på Spalte 72 giver et tydeligt Billede af, så slår Multiplikatornålen et Øjeblik ud og vender derefter atter tilbage til den gamle Hvilestilling. Det galvaniske Element fik altså Lov til et Øjeblik at sende Elektricitet rundt i sin Ledning, og denne kortvarige Strøm gav Anledning til Udslaget. Grunden til, at der et Øjeblik opstår Ledning, er en Indvirkning på Sømmene af den Bølgebevægelse, som Gnisten fremkalder i sine Omgivelser.

Og da man nu har fundet, at kraftige Gnister kan i stor Afstand virke på dette Glasrør med Søm, ja så har man her i Elektriciteten et Middel til fra det Sted, hvor Batteriet udlades, at sætte sig i Forbindelse med det Sted, hvor Glasrøret med galvanisk Apparat og med Multiplikator befinder sig, uden at der altså er nogen metallisk Forbindelse imellem Stederne.

I Stedet for, at Strømmen blev ført ind i en Multiplikator, kunde man også lede den til et Skrive-apparat (Fig. 134) og få Telegrammet optegnet på en Papirstrimmel.

I Stedet for det omtalte Glasrør med blå anløbne Søm kan man også bruge en Strikkepind, hvis ene Ende man først stikker ind i en hed Gas flamme, til den bliver glødende og derved anløber. Denne Strikkepind lægges så hen over to

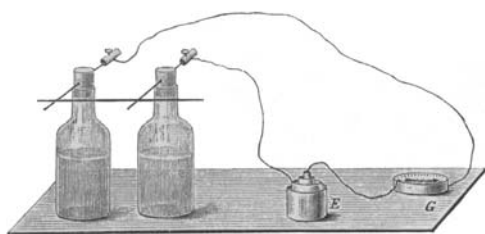


Fig. 141. Simpelt modtagerapparat (Christiansen)

større Metaltråde, der f. Eks. kan være stukne i vandret Stilling igennem Flaskepropper på den Måde, Fig. 141 viser; ved at stille Flaskerne i en passende Afstand fra hinanden, kan man få Strikkepinden til at ligge omtrentlig med sin Midte over den ene af Trådene og dens anløbne Ende på den anden Tråd; den anløbne Endes Tryk på sin Tråd bliver da meget ringe, og dette Forhold medvirker til, at Forsøget let lykkes. Leydnerbatteriets Gnist frembringer da en kortvarig ledende Forbindelse igennem Iltlaget på Strikkepindens ene Ende, så at det galvaniske Element for et Øjeblik kan sende en Strøm rundt i Ledningen og bringe Magnetnålen i det indskudte Strømundersøgelses-Apparat G til at gøre Udsving.

I Stedet for et Leydnerbatteri benytter man for at få en kraftig Virkning et af de Induktions-Apparater, man kalder Ruhmkorffere, men hvis Beskrivelse først kommer i et senere Afsnit.

Der er dog en hel Del Lunefuldhed til Stede, og Opfindelsen må siges foreløbig at være på Forsøgsstadiet.

KEMISKE VIRKNINGER AF DEN ELEKTRISKE STRØM. GALVANOPLASTIK. AKKUMULATORER.

Kemi er Navnet på den Naturvidenskab, der beskæftiger sig med de Fænomener, som forandrer Stoffernes *indre* Natur.

Man kan strække og bøje en Jernstang, man kan ophede den, hvorved den bliver lidt længere, ja den kan ophedes så stærkt, at den bliver flydende, bliver en tyk, glødende Vædske; den kan gøres magnetisk eller elektrisk o. s. v. o. s. v., men vi har ved disse Forandringer dog stadig med *Jern* at gøre; alle disse Forandringer er *fysiske*, fordi Stoffets Natur ikke undergår nogen Forandring. Men rusten er et nyt Stof, forskelligt fra Jern og med andre Egenskaber end Jern; Rust indeholder vel Jern, men tillige andet, som det har optaget i sig fra den fugtige Luft. Når Jern angribes af Syrer, så dannes derved ligeledes nye Stoffer. Her er vi inde på Kemiens Område; to eller flere Stoffer kan forene sig til et nyt Stof med andre Egenskaber end de oprindelige, og et sammensat Stof kan udskilles i disse Restanddele; det er Kemiens Opgave at beskæftige sig med de utallige Fænomener, der her kan optræde. Som et Par Eksempler på, at et sammensat Stof kan spaltes i sine Restanddele, skal her nævnes, at Køkkensalt kan spaltes i sine to Restanddele : Luftarten Klor og Metallet Natrium; Vand i sine to Restanddele: Luftarterne Ilt og Brint.

Den elektriske Strøms kemiske Virkninger består nu deri, at Strømmen formår at adskille et sammensat Stof, som den løber igennem, i dets Restanddele. Det sammensatte Stof må da være flydende, må være en Vædske; hvis det under almindelige Forhold er et fast Stof, kan man gøre det flydende enten ved at smelte det eller hyppigere ved at opløse det i en eller anden Vædske, f. Eks. Vand. Noget Køkkensalt kan således opløses i Vand, og sender man så en elektrisk Strøm igennem denne Saltopløsning, skilles Saltet ad i sine to ovennævnte Restanddele: Klor og Natrium.

Hvorledes får man da en elektrisk Strøm ledet igennem en Vædske? Derved at man stikker to Metalplader ned i Vædsken og klemmer Enderne af to Koppertråde til disse Metalplader, af hvilke den ene Tråd fører hen til et galvanisk Batteris ene Pol, og den anden Tråd til den anden Pol. I samme Øjeblik disse Forbindelser er tilvejebragte, er der et elektrisk Kredsløb til Stede: Elektriciteten kan strømme fra Batteriets positive Pol (Kulpolen) igennem Tråden hen til den ene Plade i Vædsken, derfra igennem Vædsken over til den anden Plade, og derfra tilbage igennem Tråd til Batteriets negative Pol (Zinkpolen). Her kan det nu hælde, at Vædsken byder Elektriciteten en så stor Modstand, at den slet ikke kan komme igennem; der kommer da ingen elektrisk Strøm i Gang, og Vædsken skilles heller ikke ad i sine Bestanddele; dette

K. D. O. P. A. S. V. W. W.

gælder således for fuldstændig rent Vands (destilleret Vand) og Sprits Vedkommende. Men »leder« Vædsken Elektriciteten, så at en Strøm kommer i Gang, så skilles Vædsken også samtidig i sine Bestanddele. Syrevædske og Metalopløsninger leder Strømmen og sønderdeles (dekomponeres) af den, hvorpå der nedenfor skal nævnes en Del Eksempler.

Først vil vi indskyde, at man kalder denne Sønderdeling ved Hjælp af den elektriske Strøm for *Elektrolyse*, det Stof, der sønderdeles, er en *Elektrolyt*, de to Metalplader, som fører den elektriske Strøm ind i og ud af Vædsken, kaldes *Elektroder*. Strømmen kommer jo ind i Vædsken ved den Metalplade, den Elektrode, som er forbunden med Batteriets positive Pol, og den kaldes derfor også for den *positive Elektrode* eller *Anoden*; den Plade, der fører Strømmen ud af Vædsken, er jo den, som står i Forbindelse med den negative Pol i Batteriet, og den kaldes derfor for den *negative Elektrode* eller *Katoden*.

Vi går nu over til Eksempler.

Den kemiske Virkning af den elektriske Strøm, som har været kendt længst, er den såkaldte *Vand-dekomposition*, *Sønderdelingen af Vand*. Den har man kendt siden Året 1800. Det blev rigtignok nylig sagt, at Vand, når dette er fuldkommen rent, ikke leder og derfor heller ikke sønderdeles i sine Bestanddele af en elektrisk Strøm, og dette er også rigtigt; thi den Proces, som har fået Navnet *Vand-sønderdeling*, bærer med Urette dette Navn; det er man imidlertid først i de senere Tider kommen under Vejr med, og vi skal om lidt se, hvorledes Tingen egentlig forholder sig.

Et Apparat til en »Vandsønderdeling« kan se således ud, som Fig. 142 viser. Det forestiller et fladt Kar, f. Eks. en

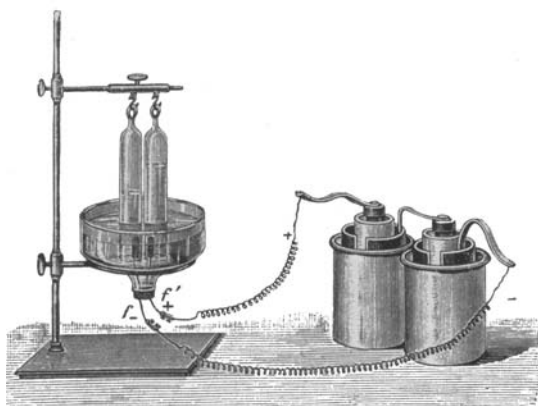


Fig. 142. Vandsønderdelings-Apparat i Virksomhed.

Glasklokke, der er vendt om, og hvor der i et Hul i Midten er klemt en Gummiprop ind, hvorigennem der er stukket to Platintråde, som inde i Klokken ender med Platinplader; forneden sidder der på Tråden to Klemmskruer *fog f'*, hvori de to Trådledninger fra Batteriet, som skal levere Strømmen, kan skrues fast. I Skålen holdes Vand, så at det når op over Platinpladerne. Man fylder så to Reagensglas (Glas, der er

lukkede i den ene Ende og i Reglen er 6—8 Tommer [15—20 Cm.] lange) helt til Randen med Vand, sætter Tommelfingeren over, vender om og stikker den med Fingeren lukkede Ende ned i Vandet; tages Fingeren så fra, løber Vandet ikke ud af Rørene. Rørene hænges op i Kroge, således at hvert hænger lige over sin af de to Platinplader. »Slutter« man nu Strømmen, d. v. s. klemmes Batteritrådene fast i *fog f'*, så sker der, hvis man har brugt rent Vand, intet; men så snart man holder lidt Svovlsyre ned i Vandet, ser man, at der udvikles en Mængde fine Luftbobler nede i Vandet tæt op ad de to Platinplader, og disse Luftbobler stiger til Vejrs op i de to Glasrør. Luften, som samles der oppe, skal have Plads og trykker Vandet lidt ned, desto mere, jo længere Tid Eksperimentet varer. Men man ser, at Vandet i det ene Rør falder omtrent dobbelt så stærkt som i det andet; hvis Strømmen føres ind ved *f'* og ud ved *f*, så synker Vandet stærkest i det Rør, som er ovenover *f*. Der opsamles altså her et Rumfang Luft, som er dobbelt så stort som det, der opsamles i det andet.

Vi vil nu lade det hele gå, indtil alt Vandet er drevet ud af Rørene, så at disse er helt fyldte med Luft; dette opnås jo først med Røret t. v. Når et Rør er fyldt helt med Luft, så undviger Luftboblerne uden om Røret. Man kan da på forskellig Måde godtgøre, at Røret t. v. indeholder Brint og det andet Ilt; lettest som følger. Brint har den Egenskab, at den kan brænde der, hvor den strømmer ud i atmosfærisk Luft, hvorimod den ikke »nærer« en Forbrænding; stikker man straks en brændende Træspån hen til Mundingen af Røret med Brint, så antændes denne her, men stikkes Spånen helt ind i Røret, slukkes Spånen. Ilt derimod nærer en Forbrænding; en brændende Træspån, som føres ind i Ilt, brænder videre med stærkere Glans, ja er Spånen slukket lige forinden, så at den endnu er glødende, når den stikkes ind i Iltluften, da bryder den ud i lys Lue. Ved Hjælp heraf kan man let se, at det ene er Brint og det andet Ilt, men man må være parat til straks at gøre Forsøgene, når Glasrørene løftes op af Vædsken, da de opsamlede Luftarter ret hurtigt blande sig med den atmosfæriske Luft.

Der er ved dette Forsøg brugt Plader af Platin, fordi dette Metal ikke angribes hverken af den fortyndede Svovlsyre eller af de udviklede Luftarter Ilt og Brint; det er ligeså rent efter som før Forsøget. Men Platin er dyrt, mange Gange dyrere end Sølv; man kan dog ved Forsøget nøjes med temmelig tynde Platinblade, 1 Kvadrattomme eller noget mindre i Areal, og de kan fås for en Krones Penge.

Vi fik som omtalt udviklet Ilt og Brint i de to Rør, og de er netop det rene Vands Bestanddele; vi fik dobbelt så stort et Rumfang Brint som Ilt, og det er netop det Forhold, hvori disse to Luftarter findes i Vandet. Det ser altså ganske ud, som om Strømmen havde skilt Vandets Bestanddele fra hinanden og ladet dem træde frem i fri Tilstand ved de to Elektroder. Således er det dog ikke ganske gået til. Uden Svovlsyren i Vandet kom der ingen Luftudvikling, og det er da rimeligt at antage — hvad også mange Forsøg bekræfter

W
W
W
S
S
S
V
V
V
D
D
D
H
H
H
O
O
O
D
D
D
P
P
P
O
O
O
S
S
S
K
K
K
D
D
D
O
O
O
P
P
P
E
N
G
E

— at det er Svovlsyren, som Strømmen har sønderdelt. Svovlsyrens Bestanddele er Svovl, Ilt og Brint, og Strømmen indvirker således på Syren, at Brinten optræder ved den negative Elektrode, Svovlet i Forening med Ilten ved den positive. Men idet Svovl—Ilt træder ud af Svovlsyren, sker der en Omsætning med Bestanddelene af det tilstedeværende Vand; dettes Brint forener sig med det udskilte Svovl—Ilt, og der foregår herved en Nydannelse af Svovlsyre; der bliver da af Vandet Ilt fri, og den bobler til Vejrs.

Dersom vi foretog den Forandring med Vandsønderdelingsapparatet, at den Metalplade, hvor Strømmen ledes ind i Vædsken, var af Kobber, så fik man ingen Ilt at se ved denne Plade, thi da vil den Svovl—Ilt, som skulde vise sig, i Stedet for at sønderdele Vandet forene sig kemisk med noget af Kobberpladen. Kobberet bliver derved langsomt opløst i Vædsken, så at Vædsken ligesom får Erstatning i Kobber for den Brint, den mister henne ved den negative Elektrode.

I Stedet for to Glasrør kunde man have brugt ét, men så vidt, at begge Platinpladerne var under dets Munding. I så Fald vilde der samles både Ilt og Brint i Røret, og Luftarterne vilde blandes sammen; denne Blanding kaldes Knaldluft. Hvis man, når Røret er fyldt med denne Luftblanding, tager det op af Vædsken og stikker en brændende Tændstik hen til Rørets Munding, hører man et voldsomt Knald. Ved Antændelsen forener Brinten og Ilten sig til Vand, og da den Smule Vand, som derved dannes, har et mange, mange Gange mindre Rumfang, end Luftblandingen havde, så styrter der atmosfærisk Luft ind med en så stor Fart, at der fremkommer det stærke Knald. Glasrøret kan herved blive sprængt itu.

Brinten optræder altså ved den negative Elektrode. Da den elektriske Strøm går fra den positive Elektrode igennem Vædsken over til den negative Elektrode, så kan man for Nemheds Skyld sige, at *Brinten føres med Strømmen*, det er da let at huske, hvor Brinten udvikles, men man må, når man bruger denne Betegnelse, blot ikke tænke på en egentlig Transport af Brint fra den positive over til den negative Elektrode.

Jo stærkere den elektriske Strøm er, desto mere Ilt og Brint udvikles der i samme Tidsrum, og man kan ligefrem ved at måle de udviklede Luftmængder få at vide, hvor stærk Strømmen er. Er Vand-sønderdelingsapparatet indrettet til en sådan Måling, kaldes det et *Voltameter*.

En Mængde Metalforbindelser kan opløses i Vand; som Eksempler skal foruden Køkkensalt blot nævnes Helvedesten, der indeholder Sølv, Blåsten, der indeholder Kobber, Glaubersalt, der ligesom Køkkensalt indeholder Metallet Natrium o. s. v. Man kan danne en Mængde flydende Metalforbindelser ved at opløse Metal i en Syre. Kort sagt: det er let at tilvejebringe Vædsker, som indeholder Metal i opløst Tilstand; de kan være vandklare eller farvede, og alle disse Metalforbindelser kan sønderdeles af den elektriske Strøm. Ved disse Sønderdelinger er der det Fællespræg, at *Metallet udskiller sig af Vædsken ved den negative Elektrode*, d. e. der, hvor Strømmen træder ud af Vædsken; der gælder altså om Metal det samme som om Brint: det *føres med Strømmen*. Resten af Forbindelsen udskiltes ved den positive Elek-

trode, men om man får denne Rest at se eller noget andet, det beror på Omstændighederne; vi har talt om disse Forhold ovenfor og kommer igen tilbage dertil i det følgende.

Vi vil f. Eks. udskille eller, som man siger, *udfælde* Kobber. Man anskaffer sig da (hos en Materialist eller en Apoteker, lidt Blåsten (Kemikerne kalder det Kobbersulfat eller Kobbervitriol) og kommer nogle Stykker deraf ned i et Glas med Vand; man rører godt rundt, og Vandet farves blå; især går det let, når man benytter varmt Vand. Der er da blevet opløst en Del af Blåstenen i Vandet, og Vædsken er nu kobberholdig. Hvis den på Grund af Blåstenens Urenhed ikke er ganske klar, kan man opnå dette, om det ønskes, ved at filtrere

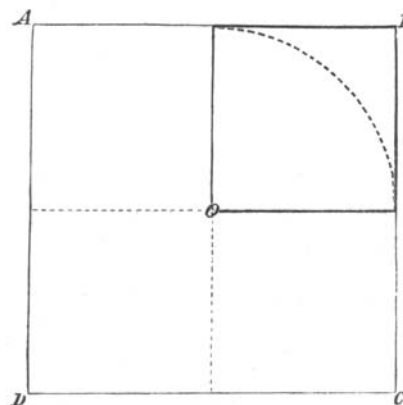


Fig. 143.

den. Hertil bruger man bedst en Glastragt og et Stykke Filtrerpapir; dette Papir lægger man først én Gang sammen med skarpe Ombøjninger og så en Gang til. Af det store Papirblad *A B C D* kommer der da det firdobbelte Lag *O B* frem; med en Saks klipper man efter den punkterede Cirkelbue det yderste Papir bort. Af Resten, der er forenet som en Kvart-cirkel (eller hvis man foldede det ud igen, som en Helcirkel), danner man en Tragt ved at stikke Fingrene således ind imellem de fire Lag, at der kommer tre Lag på den ene Side og kun ét på den anden Side, og dette tragtfornige Papir stikker man ned i Glastragten, så at det slutter tæt til denne. Papiret må helst ikke rage op over Glasset. Et Glas eller en Medicinflaskes stilles under Tragten, og ned på Papiret i Tragten holdes den blå Kobbervædske; man får den til at løbe regelmæssig ned ved at lade den løbe ned ad en Pind, som holdes tæt op til Randen af det Kar, hvorfra man holder Vædsken ud i Tragten. Ud af Tragten forneden løber der da en klar, blå Vædske, medens Urenhederne bliver liggende tilbage på Filtrerpapiret.



Fig. 144.

Man kan nu for på en bekvem Måde at lede en Strøm ind i og ud af en Vædske benytte et lille Hjelpeapparat som det,

W
W
W
S
S
S
V
V
V
H
H
H
D
D
D
P
P
P
R
R
R
O
O
O
M
M
M
K
K
K
D
D
D
O
O
O
P
P
P
R
R
R
E
E
E
T
T
T

der er tegnet til højre i Fig. 145. En Opstander bærer på en Sidearm, der kan skydes op og ned, en Træplade, hvori der sidder to små runde Messingstænger fast, bærende foroven en Klemkrue, med hvilken man kan klemme Trådene fra Batteriet fast, og skærne op forinden således, at man kan stikke Elektrodepladerne op i Revnen og klemme dem fast med en

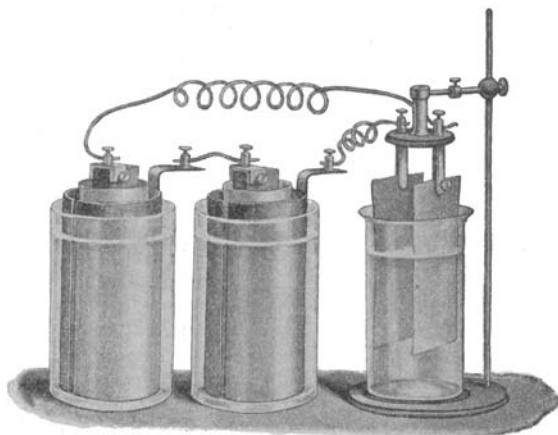


Fig. 145.

Skrue. Figuren behøver næppe nærmere Forklaring. Elektrodepladerne anbringes således, at de dypper et godt Stykke ned i Vædsken, som skal sønderdeles.

Vi bruger til Forsøget et Batteri på mindst to Elementer; det er tidligere omtalt, hvad der bekvæmest kan benyttes. Lad os begynde med at antage, at de to Plader er tynde Platinblikplader. Når da Trådene fra Batteriet er stukne ind i Klemmerne foroven, så at Strømmen er sluttet, stiger der små Luftblærer op ved den Elektrode, der står i Forbindelse med Kulpolen; det er Ilt. Men på den anden Plade ser man ikke noget sådant; løfter man imidlertid denne Plade op af den blå Vædske efter få Minutters Forløb, ser man, at det Stykke af den, som var nede i Vædsken, er bleven rødt; det er Kobber, der har afsat sig på Platinet.

Det, der er foregået, er følgende:

Blåstenen (Kobbervitriolen) består af Svovl, Ilt og Kobber; der er altså den Forskel på Blåstenens og Svovlsyrens Sammensætning, at der er Brint i den sidste, men Kobber i den første; Svovl og Ilt er til Stede i det samme Mængdeforhold i dem begge. Man kan altså sige, at Blåsten er Svovlsyre, hvis Brint er ombyttet med Kobber!

Metalforbindelsen sønderdeles da således af Strømmen, at der træder Svovl-Ilt frem ved den Plade, der fører Strømmen ind i Vædsken, og Kobber ved den, som fører Strømmen ud af Vædsken. Men ligeså lidt som ved Vandsønderdelingen får man Svovl-Ilt at se, thi de trækker Brint ud af det Vand, hvori Metalforbindelsen er opløst, og gør derved Ilten i Vandet fri, og det er den, som bobler op langs Pladen; med Vandets Brint forener Svovl-Ilt sig til Svovlsyre, som bliver i Vædsken. Mere og mere bliver Vædsken altså omdannet fra

at være en Opløsning af en Metalforbindelse til at være en Opløsning af en Syre.

Men: dersom den Elektrode, som fører den elektriske Strøm ind i Vædsken, var af Kobber i Stedet for af Platin, så forenede Svovl-Ilt sig ikke med Vandets Brint, men med noget af dette Kobber; Vandet blev da ikke påvirket, og der kom ingen Ilt-blærer til Syne. Vædsken vedbliver da at være lige rig på Kobber: en ligeså stor Mængde Kobber, der træder ud af Vædsken ved den negative Elektrode, kommer der ind i Vædsken ved den positive.

Også den negative Elektrode kunde være af Kobber; der bliver da her afsat Kobber på Kobber, men man kan så blot ikke så let se det udfældede Metal, som når det udfældes på det hvide Platin. Men hvis som sagt begge Elektroder var af Kobber, så svinder den positive Kobberplade ligeså stærkt, som den negative vokser, og det ser altså ud, som om der ligefrem blev ført Kobber med Strømmen fra den ene Kobberplade over til den anden. Dette har forøvrigt fået en ret betydningsfuld praktisk Anvendelse, nemlig til at skaffe sig rent Kobber af urent. Det urene Kobber anbringes i en Opløsning af Blåsten som positiv Elektrode, og som negativ Elektrode bruger man et tyndt Stykke Kobberblik. Sendes nu Strømmen igennem Vædsken — altså ind ved det urene Kobber og ud ved Kobberblikket — så skiller der sig fuldstændig rent Kobber ud på Blikket, samtidig med at det urene Kobber går i Opløsning.

Vi går nu over til at omtale nogle andre Metaludfældninger.

En Zinkvitriol-Opløsning er vandklar; der benyttes f. Eks. Kobberplader til Elektroder, i alt Fald til den negative, og et Lag af hvidt Zink udfældes på denne. Hvis også den positive Elektrode er af Kobber, så opløses der under Strømmens

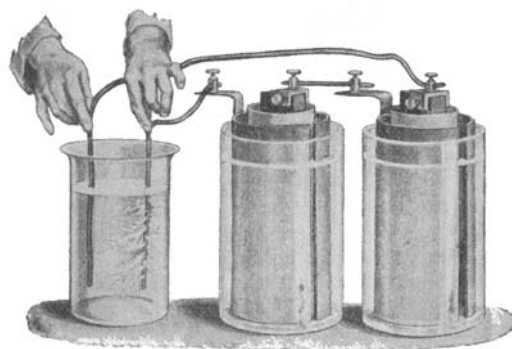


Fig. 146.

Gang noget heraf i Vædsken til Erstatning for den Zink, der træder ud af Vædsken ved den negative Elektrode.

Undertiden udskiller Metallet sig ikke som et sammenhængende Lag, men som en Mængde fine glinsende Blade. Et ganske kønt Forsøg, herover kan man gøre med en Opløsning i Vand af noget Tin-for-klor, der ligesom en Mængde

andre Metalforbindelser kan fås til Købs for nogle få Øre på et Apotek. Man stikker de to Trådender fra Polerne på et 2-Elementers Batteri ned i et Glas med denne Opløsning (Fig. 146), og der vokser da ud på den Tråd, som kommer fra Zinkpolen, ligesom en lille Vegetation af tynde, lette Blade af Tin, der navnlig rækker over imod den anden Tråd i Vædsken. Det er et meget let Metalstof, man her har fået, hvad man straks ser, når man trækker Tråden lidt op af Vædsken; thi da falder Vegetationen sammen.

Det er i det foregående flere Gange omtalt, at man, når man sønderdeler et flydende Stof, ikke altid får den Del af Stoffet frem ved den positive Elektrode, som var at vente, og det lå i, at det, der skulde udskille sig, indvirkede kemisk enten på Vandet, hvori Stoffet var opløst, eller på det Metal, hvoraf Elektroden bestod. Man kalder den Slags Virkninger for sekundære, d. v. s. de kommer i anden Række, de er ikke direkte Virkninger af den elektriske Strøm.

Men man kan også få den Slags Virkninger ved den negative Elektrode, og som Eksempel skal nævnes, når Vædsken, der skal sønderdeles, indeholder Metallet Natrium. Vi vil nu først beskæftige os lidt med dette Metal.

Natrium er et let Metal, der ikke findes frit i Naturen som flere andre Metaller, men det kan ved kemiske Processer udskilles af sine mange Forbindelser. Har man ad sådanne Veje fremstillet det rene Metal Natrium, må man opbevare det under Petroleum, fordi det så stærkt angribes af Fugtighed. Vil man bruge lidt af det, må man passe på ikke at tage derpå med Fingrene. Man kan stikke et Knivsblad ned i Flasken med Natriumstykkerne, og da disse er bløde, kan man let få et op på Knivspidsen; man lægger det da på et Stykke Papir og kan skære en lille Stump af. Kaster man et Stykke Natrium på Vand, flyder det ovenpå, bryder i Brand, kører rundt på Vandets Overflade og bliver bestandig mindre og mindre. Hvad sker der da? Metallet og Vand påvirker hinanden; Metallet forener sig med Ilten og en Del af Brinten i Vandet til en Forbindelse, man kalder Natron, og Resten af Brinten undviger som Luft. Dette Natron findes da nede i Vandet, og dets Tilstedeværelse kan man påvise på mange Måder, ret kønt ved at bruge en Vædske, som



Fig. 147.

hedder Fenolthalein, og hvoraf man kan få lidt til Købs på et Apotek. Helder man lidt heraf ned i almindeligt Vand, bliver dette lidt mælket, men holder man lidt af det ned i Vand med Natron,

kommer der en smuk rød Farve frem; dennes Tilstedekomst viser altså hen til, at der er Natron i Vandet. — Vil man se alt, hvad der foregår, når Natrium på virkes af Vand, kan man gøre følgende Forsøg (Fig. 147). Man fylder et vidt Kar med Vand, hvortil der er sat en lille Smule af den Vædske Fenolthalein, som nylig blev nævnt. Man fylder dernæst et stærkt Glasrør på en 8—10 Tommers Længde og ca. en Tommes Vidde på samme Måde, men helt op til Randen; man sætter en Hånd over Glassets Munding, så at man lukker helt for Vandet, vender om, stikker det ned i Karret og tager Hånden fra, når Mundingen er helt nede under Overfladen; Vædsken løber da ikke ud af Glasset. Man fastholder nu Glasset i en sådan Stilling, at Mundingen kun er lidt nede under Overfladen i Karret. Så stikker man et ganske lille Stykke Natrium løst på Spidsen af et Knivsblad, der er lukket tre Kvart op, og fører det ned i Vandet ind under Mundingen på Glasrøret; det lille Stykke Natrium stryger man fra Knivspidsen, og det stiger til Vejrs op i Glasset; under dette ser man to Ting: der udvikles Luft fra Metallet, og Vædsken farves rød; Luften samler sig foroven, hvor Metallet hurtigt når op, og Vandet drives et stort Stykke ud af Glasset. Luften er den Brint, som, efter hvad der ovenfor er sagt, frigøres fra Vandet, men nu ikke kan undvige og må blive i Glasset, og den røde Farve hidrører fra, at der ved Virkningen imellem Natrium og Vand dannes Natron; da der er Fenolthalein i Vandet, kommer den røde Farve frem.

Vi vender så tilbage til Elektrolysen af en Natriumforbindelse, f. Eks. Glaubersalt. Dette består af Svovl, Ilt og Natrium; ligesom Kobbersten kunde betragtes som Svovlsyre, hvis Brint var erstattet af Metallet Kobber (se ovenfor), således kan Glaubersalt opfattes som Svovlsyre, hvis Brint er erstattet af Metallet Natrium. Glaubersalt kan man jo let få til

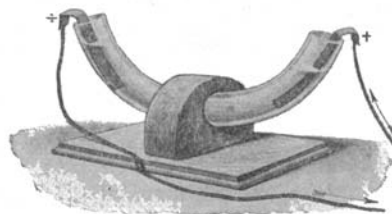


Fig. 148.

Købs, og man opløser noget deraf i Vand; vil man have en helt klar Vædske, filtrerer man, og det er ovenfor beskrevet, hvorledes dette gøres.

Et Apparat, der kan bruges til denne Sønderdeling, viser Fig. 148.

Det er ganske simpelt et U-formet Rør, der er stukket ind igennem et Stykke af en stor Korkprop, som derpå kan limes fast på et Brædt, så at det får Fodstykke. I dette Glas holdes den vandige Opløsning af Glaubersalt, og som Elektroder kan benyttes to tynde Platinstrimler.

Man ser da, at der udvikles fine Luftblærer på begge Strimler, men til Metal på den negative Strimmel ser man ikke noget. Dette hidrører fra følgende: Glaubersalt sønderdeles

W
W
W
S
O
D
E
N
D
E
N
K
L
D
E
O
P
L
Ø
S
N
I
G

således af Strømmen, at der udskilles Svovl—Ilt ved den positive, Natrium ved den negative Elektrode, men ingen af disse Dele får man at se, da der ved begge Elektroder sker nye, sekundære Virkninger. Ved den positive forener Svovl—Ilt sig med Vandets Brint til Svovlsyre, medens Vandets Ilt frigøres og bobler op langs Elektroden; det er jo omtalt før. Ved den negative indvirker det Natrium, som udskilles, straks i samme Øjeblik, det udskilles, på Vandet; der frigøres Brint, som bobler op langs Elektroden, og der bliver tilbage i Vædsken noget Natron. At dette Natron er blevet dannet her, kan man vise ved at helde en Dråbe Fenolfthalein ned i den Gren, hvori den negative Elektrode hænger, og der viser sig da straks den røde Farve, men holder man en Dråbe ned i den anden Gren på Apparatet, kommer der ingen rød Farve frem.

Det, at der ved dette Eksperiment bobler Ilt op ved den ene, Brint ved den anden Elektrode, kunde for en overfladisk Betragtning se ud, som om man havde med en simpel Vandadskillelse at gøre, men Fænomenet er i Virkeligheden mere indviklet, således som det nys er forklaret.

Og så går vi over til at omtale de praktiske Anvendelser af Elektrolysen.

Disse beror på, at det Metal, der udfældes i et Sønderdelingsapparat, alt som Processen fortsættes, vokser til en fast, sammenhængende Masse; denne Metalskals Overflade er formet som Elektrodens Overflade; Skallen kan efter Omstændighederne hænge fast på Elektroden, så at den udgør et Hele med denne, eller den kan skilles fra den, så at man har fået udfældet et Metallag af Elektrodens Form. Den Kunst, der her er Tale om, kaldes *Galvanoplastiken*, og den er først bragt i Anvendelse i 1837.

Eksempler på, at det udfældede Metal hænger fast ved den Elektrode, på hvilken det er udfældet, har man i den galvaniske Forgylldning, Forsølvning, Fornikling o. s. v.

Når man f. Eks. vil forsølve en Ting, må man først have en Sølvvædske. Denne fås f. Eks. således: 5 Kvint Cyankalium opløses i ca. 1 Pot Vand, og 3 Kvint Helvedessten (Sølv-nitrat) i en lille halv Pægl Vand; de to Opløsninger blandes.

Den eller de Genstande, der skal forsølves, må først renses godt på Overfladen; dette sker enten ved at dyppe dem i Syrer eller ved at børste og gnide dem; er Genstanden fedtet, hænger Sølvlåget ikke fast, men kan pilles af. Disse Genstande skal udgøre den negative Elektrode i Sønderdelingsapparatet med Sølvvædsken, og for at denne Vædske hele Tiden kan beholde sin Koncentration, d. v. s. samme Sølv-mængde, lader man den positive Elektrode være en Sølvplade; fra den vil der da, således som det er omtalt nærmere i det foregående, overgå en ligeså stor Mængde til Vædsken, som denne i samme Tid afsætter på Genstandene. Man kan arrangere sig på den Måde, som Fig. 149 giver nærmere Oplysning om. Over et højt Glaskar hviler en Messingring, der bæres af fire Stænger, som ligger på Glassets Rand; på denne Ring op-hænges de Genstande, som skal forsølves, og en Tråd fører fra Messinget hen til den negative Pol på et galvanisk Batteri. I Midten af Karret stilles en i Cylinderform bøjet Sølvplade,

og den forbindes med Batteriets positive Pol. Nu kan altså den elektriske Strøm komme igennem Vædsken inde fra Sølv-cylinderen og ud til alle Genstandene, som derved overtrækkes med Sølv; ved af og til at dreje dem rundt får man dem på alle Sider overtrukket regelmæssig med Sølv. Erfaringerne har vist, hvilken Styrke Strømmen helst må have, for at Forsølvningen kan blive så god som mulig.

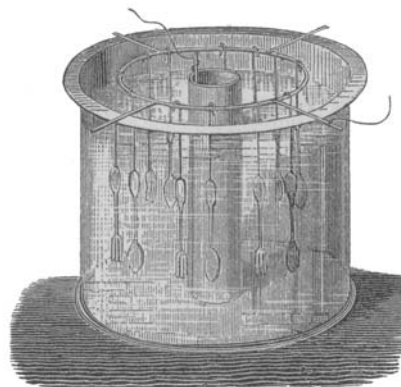


Fig. 149. Forsølvningskar.

Genstande, der er forsølvede på denne Måde, kaldes *Elektropletvarer*, jo tykkere Søvlåget er, desto dyrere er Genstanden.

På lignende Måde, som det her er beskrevet, kan man forgylde, fornikle o. s. v.

En Guld-vædske kan laves således: I 1 Pot Vand opløses 8 Kvint Cyankalium og 1/2 Kvint Ammoniak; 5 Kvint Guld-klorid opløses i noget Vand, og de to Opløsninger holdes sammen. Ligesom Guld-genstande aldrig er rent Guld, men Guld, der er sammensmeltet med Sølv eller med Kobber, således kan man også få Forgylldningen til at bestå af Guld, hvortil der er sat et af disse Metaller; er det Sølv, har man den grønne Forgylldning, er det Kobber, har man den røde Forgylldning. Den ønskede Tone kan man opnå ved følgende Fremgangsmåde: I Guld-vædsken anbringes, når man vil have grøn Forgylldning, en Sølvplade som positiv Elektrode og Genstanden, der skal forgyldes, som negativ Elektrode; medens der så udskilles Guld til en Begyndelse på Genstanden, opløses noget af Sølv i Vædsken, der på den Måde bliver stedse rigere på Sølv og fattigere på Guld; at også det udfældede Metal derved undergår en Forandring, ses deraf, at det efterhånden får en grønlig Tone, og når man har opnået den ønskede Tone, afbrydes Strømmen lidt, for at man kan ombytte Sølvpladen med en Plade af grønt Guld, og med den fortsættes så Processen. Ønsker man den røde Forgylldning, bærer man sig ad på samme Måde med en Kobberplade i Sølvpladens Sted.

Det giver den bedste og smukkeste Udfældning af Sølv og Guld, når Vædskerne under Udfældningen er opvarmede til 60—70° Celsius. Lidt Tilsætning af en højst ubehagelig

stinkende Vædske, der' hedder Svovlkulstof, forøger i høj Grad Glansen.

Hvor meget Metal der er udfældet, kan man få at vide ved at veje Genstanden, før den kom i Metalbadet, og veje den igen efter Udfældningen; Forøgelsen i Vægt er da Vægten af det udfældede Metal.

Et galvanisk Overtræk med Kobber får man bedst ved at benytte en Opløsning af Blåsten, der flere Gange er omtalt i det foregående, og Strømmen ledes da ind i Vædsken igennem en Kobberplade og ud igennem Genstanden, som skal forkobres. Kun hvis det er Stål eller Jern, der skal overtrækkes, benyttes bedst en Opløsning af Cyankobber. Den Simpleste Måde at skaffe sig små Kobberudfældninger på er at slå det galvaniske Apparat og Kobberudfældningsapparatet sammen til ét Apparat, hvorom nærmere på næste Spalte (Fig. 150).

Bronze er en Blanding af Kobber og Tin. Vil man broncere en Genstand ved Elektrolyse, så må Vædsken indeholde både Kobber og Tin, og den Plade, som fører Strømmen ind i Vædsken, helst også. Man bruger derfor hertil en Bronzeplade. Vædsken er for øvrigt en Blanding af en Blåstensopløsning og en Opløsning af Tinklorid i Kalilud.

Et Nikkelbad til Fornikling kan man f. Eks. få ved at opløse 1 Del Nikkelsulfat i 10 Dele rent, varmt Vand og røre rundt, til Vædsken får en lys, grøn Farve.

Vi har i de omtalte Processer hele Tiden tænkt os, at det var metalliske Genstande, der skulde overtrækkes med et Metal; metalliske Genstande er Ledere for den elektriske Strøm og kan altså anvendes som negative Elektroder i et Sønnerdelingsapparat, nemlig til at lede Strømmen ud af Vædsken. Men også Genstande, der ikke leder Strømmen, t. Eks. omvendte Aftryk i Gibs, Voks eller Gummi af Mønter o. lign., kan man på denne Måde få overtrukne med Metal, når man blot gør deres Overflade ledende eller, som man siger, *metalliserer* dem. Dette kan f. Eks. gøres derved, at man gnider fint Grafitpulver (Blyant) over det hele; Grafit hænger let på, når blot Genstanden ikke er meget glat, og Grafit leder Elektriciteten. Gibs, Træ o. s. v. kan let metalliseres på denne simple Måde og derpå anbringes som negative Elektroder i et Metalbad. Men Glas, Elfenben, Porcellæn er for glat; her bærer man sig da ad på den Måde, at Genstanden overtrækkes med et tyndt Lag Fernis, og når dette er nær ved .at blive tørt, stryges Grafitpulveret på.

Er det Blomster eller andre sådanne skrøbelige Sager, man vil metallisere for at gøre dem i Stand til at modtage et stift Overtræk af Metal, går man således frem: man overstryger Tingen med en Opløsning af fast, hvidt Helvedessten (Sølvnitrat) i Sprit og lader Solen skinne derpå; da skiller Sølv sig ud som et fint sort Pulver, og dette er tilstrækkelig ledende til, at Genstanden kan bruges som Elektrode i det pågældende Metalbad.

Det Tilfælde forekommer dog hyppig, når man udfælder Metal på ikke-metalliske Genstande, at man vil kunne skille det udfældede Metallag fra Genstanden igen, at man altså vil lave Aftryk af en sådan Genstand. Når den Børste, med hvilken man påstryger Grafitpulveret, er fedtet ind med noget Tælle, så er dette muligt.

Den Form, af hvilken man vil lave Aftryk, kaldes en *Matrice*. Den kan være af Træ, Gibs, Guttaperka, Voks med en Tilsætning af Stearin o. liga. Vil man danne et galvanoplastisk Aftryk af en Mønt eller en Medaille, aftrykker man først denne i Gibs eller i varmt Guttaperka o. s. v. Denne Matrice metalliseres ved at overstryges med Grafitpulver, og derpå kan den anbringes i Metalbadet som negativ Elektrode. Tråden, der skal forbinde den med det galvaniske Batteris Zinkpol, bringes til Berøring med Grafitten og er for øvrigt der, hvor den dyppes ned i Badet, omgivet af Glas- eller Gummirør, for at der ikke skal udfældes Metal på den, hvad der jo ingen Nytte er til. Det er i Reglen Kobberudfældning, der er Tale om.

Den allersimpleste Måde, på hvilken man uden noget særligt galvanisk Batteri kan skaffe sig et Kobberaftryk, er følgende: Et i begge

Ender åbent Glasrør, helst med en Krave for hver Ende, og mindst 1 Tomme i Vidde, overbindes for den ene Ende med et Stykke af en Svineblære; ved Hjælp af et Stel, som man let kan lave af lidt stiv Metaltråd, hænger man Glasset op indenfor et større Metallkar. På Bunden af dette Kar lægges den metalliserede Matrice Og derpå en Ring af stiv Kobbertråd, der fortsætter sig med et langt lodret Stykke, foroven bærende en Stang af Zink, der hænger ned i Glasrøret, som har Svineblære til Bund.

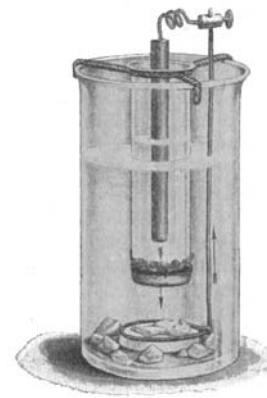


Fig. 150. Kobberudfældningsapparat.

I det store Kar holder man en Blåstensopløsning og lægger Blåstensstykker, og i Glasset med Zink-stangen holdes fortyndet Svovlsyre. Det hele udgør da et galvanisk Element, som er sluttet. Der går Strøm fra Zinken nedad igennem de to Vædsker til Matricen, derfra op igennem Kobbertråden tilbage til Zinken. Zinken opløser sig i Svovlsyren, idet den driver Brinten ud af denne, men Brinten går ved Svineblæren ind i Kobbervædsken og jager Kobberet ud, og denne Udskillelse foregår på Matricen. Denne bedækkes altså med et Lag af Kobber, og efter nogen Tids Forløb er Kobberlaget så tykt, at det kan skiller fra Matricen som en Skal, der gengiver Matricens Form til de mindste Enkeltheder.

Hvis man vil udfælde en Kobberkande galvanoplastisk eller en anden Genstand, hvortil der må benyttes en rund Model, bærer man sig ad på følgende Måde. Man laver først en Form af Kanden og skærer den i forskellige Stykker. Disse Stykkers Yderside aftrykker man så i Gibs f. Eks; Ophøjninger på Formen bliver jo så gengivne ved Fordybninger i Gibsen, og omvendt. Disse forskellige Gibsaftryk sætter man sammen, så at de omslutte et Hulrum, der har nøjagtig den forlangte Form. Man har altså tilvejebragt en hul Matrice, og Indersiden overstryges med Grafitpulver. Af Kobberbadet skal der jo nu udskilles Metal på Hulrummets Inderside i et

jævnt lag. Dette opnår man ved, at der inde i Hulrummet er anbragt et Stel af Platintråde, der forgrener sig til alle Sider henimod Matricens Inderside uden dog på noget Sted at røre ved denne. Efter at det hele er anbragt i Kobberbadet, bliver den elektriske Strøm ledet ind i Vædsken igennem dette Platinskelet og ud af den igennem Grafitlaget, og efter nogle Dages Forløb er der da på Matricens Inderside dannet en Metalkande eller, hvad det nu var for en rund Genstand, man vilde have frem; Gibslaget kan let fjernes, og alle den oprindelige Forms fine Enkeltheder genfindes på Genstanden. Da Platin er dyrt, har man erstattet Platinskelettet med en gennenhullet Blykærne, der så nogenlunde har Form efter Matricens Inderside.

Ved den Fremgangsmåde, som nylig er beskrevet, vilde Badet blive stadig fattigere på Kobber; den positive Elektrode er jo ikke af Kobber, men enten af Platin eller af Bly. For at bøde herpå er der dels i Badet lagt en Del Blåsten, der opløses, efterhånden som Vædsken går tilbage i Kobberindhold, og dels er den hule Matrice gennenhullet foroven og forneden, så at der kan tilvejebringes en Cirkulation, hvorved Vædsken inde i Matricen blandes med den udenfor.

Af en Gibsbuste kan man ad galvanoplastisk Vej lave en Metalbuste ved følgende Fremgangsmåde. Man gennemtræk-

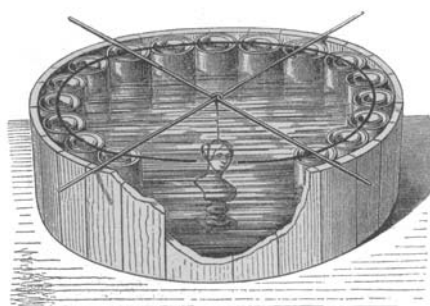


Fig. 151, En Buste fremstilles ad galvanoplastisk Vej.

ker den med Linolje og gør den ledende ved at smøre Grafit på; man hænger den så op i et Kobberbad omgivet af en Række Kobberplader, således som Figuren viser det; Strømmen ledes ind og ud på den bekendte Måde, og der udfældes altså et Lag af Metal over hele Busten. Når dette Lag er blevet tilstrækkelig tykt, tages Busten op, Metallaget skæres igennem, og dets to Dele fjernes fra Busten og loddet derefter sammen igen, så at de nu omslutte et Hulrum; man har da fået en Matrice frem, som dog her er af Metal, og på lignende Måde, som det er beskrevet ovenfor, udfældes der så af et Kobberbad Kobber på denne Matricens Inderside. Ydersiden bedækkes med Voks, så at der intet Metal udfældes her; Matricen er gennenhullet foroven og forneden for Vædske-cirkulationens Skyld.

Skal noget lignende gøres med store Genstande som Sta-

tuer, så udføres Statuen først i Gibs, skæres så i Stykker, og på hvert Stykke bliver der udfældet Metal i et Kobberbad. Alle disse Metalstykker, man derved får frem, skilles fra Gibsen og loddet sammen; man har så igen en hul Metal-Matrice og udfælder da Metal på Indersiden af denne i et stort Kobberbad. — På denne Måde har man tilvejebragt en Række Statuer, som smykker den store Opera i Paris.

Endnu skal vi kun nævne en meget vigtig Anvendelse af Elektrolusen, nemlig den, hvorved man skaffer sig *Aluminium*. Dette Metal besidder jo mange fortræffelige Egenskaber i Forbindelse med, at det er så let (3 Gange lettere end Jern); men indtil for en halv Snes År siden var Aluminium meget kostbart, idet det var så vanskeligt at fremstille det af sine Forbindelser med andre Stoffer; det er i øvrigt et overordentlig udbredt Metal, idet det udgør en Hovedbestanddel af alt Ler. Vanskeligheden ved at få Aluminium frem i ren, metallisk Tilstand blev besejret af den elektriske Strøm. De Substanter, som indeholder Aluminium, smeltes først på den Måde, at man fører umådelig kraftige elektriske Strømme igennem dem; som vi i næste Afsnit vil høre nærmere om, vil en Strøm altid opvarme det, den går igennem. Når man på den Måde har skaffet sig en flydende Masse, fører man en Strøm igennem den, som ledes ind ved én og ud ved en anden Metalplade, og på denne sidste udskiller da Aluminiummetallet sig. Da denne Metode først var opfundet og bragt i Anvendelse, faldt Aluminium umådelig i Pris og kunde få praktisk Betydning.

Akkumulatorer. Vi vil lave os et meget simpelt »Vand-sønderdelingsapparat« af et Glas med fortyndet Svovlsyre og to Blyplader (Fig. 152); vi fører Ledningstråde til disse Plader fra et Batteri, og da udskilles der Ilt på den ene Plade A, Brint på den anden Plade B. Brinten bobler op langs sin Plade, men til Ilt-blæser ser man ikke noget. Sagen er den, at Iltten går i kemisk Forbindelse med sin Blyplade, og man ser også, når man efter nogle Minutters Forløb tager Blypladen A op af Vædsken, at den er bleven brun på det Stykke, som havde været nede i den. Man sætter Pladen ned igen, og når man så løsner de to Ledningstråde fra Batteriets Poler og i Stedet for sætter dem fast i en Multiplikators Klemskrue (se Fig. 119), ser man Nålen i dette Instrument slå ud til Siden, og dette viser os, at vort Sønderdelingsapparat nu gør Tjeneste som galvanisk Element, og det kan det, fordi de to Plader, der nu står ned i Vædsken, er forskellige: den ene er rent Bly, den anden en Forbindelse af Bly og Ilt. Det viser sig, at Strømmens Retning er således, at den fra A går ud i Ledningstråden, hen til B og inde i Vædsken fra B til A; den har altså en Retning, der er modsat den forrige. Men Strømmen, som nu gennemløber Vædsken i Karret, »fører Brint med sig« (se Spalte 127), d. v. s. den udskiller Brint ved A og Ilt ved B. Nu bliver således B iltet, medens Brinten, som kommer frem ved A, forener sig med noget af den Ilt, som var gået i Forbindelse med A, og danner Vand dermed, så at A bliver svagere iltet. Når på den Måde de to plader er

bleven lige iltrige, kan de ikke give Strøm mere; thi to ens Plader i en Vædske kan ikke udgøre et galvanisk Element. Men vort Apparat kan atter bringes i tjenstdygtig Stand, og dette sker ved, at man atter bruger det som Sønderdelingsap-

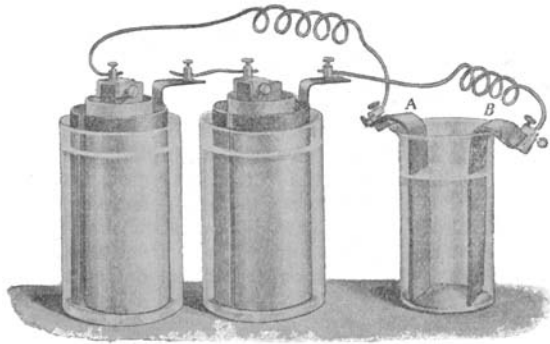


Fig. 152.

parat, d. v. s. man sender en Strøm fra et galvanisk Batteri ned igennem det. Der udskilles jo så Ilt på den ene af Pladerne, så at den bliver iltrigere, og Brint på den anden, som derved bliver iltfattigere, thi Brinten trækker Ilten fra Pladen og danner Vand dermed. Nu kan Apparatet en Tid give Strøm igen o. s. fr.

Vort Apparat lader vi altså en Tid lang modtage Strøm og derefter en Tid lang give Strøm fra sig, og dette skifter. Man kan derfor i en vis Forstand sige, at man kan hængemme Elektricitet i det; det kan ophobe, »akkumulere«, Elektricitet i sig og kan bagefter, når det ønskes, give den fra sig igen. Et sådant Apparat hedder en *Akkumulator*, man »lader« Apparatet, og det bliver derved i Stand til at »udlade« sig.

Jo mere Ilt man kan få den ene Plade til at optage i sig, til at forbinde sig med, når der ledes Strøm til Apparatet, desto mere Strøm kan det bagefter give fra sig. Bedst var det, om hele Blymassen i den ene Plade, også alt det indre, kunde komme i Lag med Ilten. Dette kan man opnå ved til en Be-

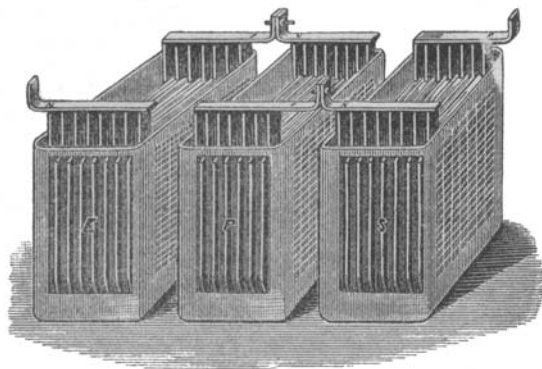


Fig. 153. Batteri af 3 Akkumulatører.

gyndelse at lede en Strøm igennem Apparatet, først nogen Tid i én Retning, så i den modsatte, så atter i den første Retning og således fremdeles en hel Del Gange; derved bliver Blypladerne ligesom porøse eller svampede, og da sker Ilt-

ningen, når den endelige Ladning finder Sted, igennem hele den ene Blyplades Masse.

Akkumulatørene, således som de nu praktisk anvendes, består af firkantede Kasser af Glas eller Fajance, hvori der anbragt en Mængde parallelle Blyplader i et ulige Antal, f. Eks. 15, i ringe Afstand fra hinanden; det ene Sæt af hveranden Plade er indbyrdes forbundne med hinanden, og ige så det andet Sæt; det hele gør da Tjeneste, som om der var to meget store Blyplader i ringe Afstand fra hinanden. Fig. 153 viser 3 Akkumulatører, hver med 15 Plader, af hvilke 8 er samlede for sig ved Karrets ene Ende, 7 for sig ved den anden; de tre Akkumulatører er samlede til et Batteri.

Det er en Ulempe ved Akkumulatørene, at Blypladerne er meget tunge, og hele Apparatet derfor får en betydelig Vægt.

VARME OG LYS FREMBRAGT AF DEN ELEKTRISKE STRØM.

Den, der har eksperimenteret lidt med elektriske Strømme, vil sikkert have lagt Mærke til, at Tråden, hvorigennem Strømmen gik, stundom var varm at føle på; Varmen forsvinder ret hurtig igen, når Strømmen bliver afbrudt. Varmen optræder vel overalt i Strømledningen, men man har dog Midler til at koncentrere den til enkelte Steder af Ledningen,

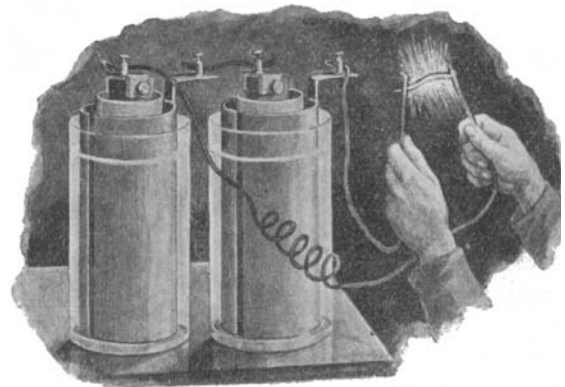


Fig. 154. Varmeudvikling fra den elektriske Strøm.

og det beror på, at Varmeudviklingen i et Stykke Tråd vokser i samme Forhold som den Modstand, Tråden byder Strømmen.

Vi tager da, for at vise dette, et Element eller et Batteri på et Par Elementer, fra hvis Poler der udgår to tykke Kobbertråde; om den ene af disse vikler man Enden af en meget fin Jerntråd eller Platintråd og lægger denne an imod den anden af de to Kobbertråde, så at der bliver frembragt metallisk Berøring imellem dem. Strømmen er da sluttet, idet den går fra den ene tykke Kobbertråd over til den anden igennem den fine Tråd. Ved nu at nærme eller fjerne de to Kobbertråde til eller fra hinanden, får man et mindre eller større Stykke af den fine Tråd indskudt i Ledningen, og det viser sig, at jo kortere dette Stykke er, desto varmere bliver det; ved at gøre det stadig kortere, kan man få det til at gløde, og Glødningen

www.danskfysik.dk

er desto stærkere, jo kortere det er; det kan endog smelte over, og da er Strømmen afbrudt.

I de to tykke Kobbertråde mærkede man ikke til nogen kendelig Opvarmning; de byder Strømmen så ringe Modstand i Sammenligning med den fine Tråd. At Glødningen lettere indtræder, når den fine Tråd er kort end lang, har sin Grund i, at Strømmen bliver stærkere i det første end i det sidste Tilfælde (jo mere Modstand, der bydes Strømmen, desto svagere bliver den jo), og Strømstyrken er naturligvis af Betydning for Varmeudviklingen, tilmed af meget stor Betydning: en 4 Gange så stærk Strøm i et og samme Trådstykke frembringer en 4X4 eller 16 Gange så stærk Udvikling af Varme.

Der udvikles Varme i Tråden, så længe der går Strøm igennem den, men derfor bliver Varmegraden dog ikke ved med at stige; den når hurtigt en vis Størrelse og holder sig så der, når Forholdene ellers forbliver uforandrede. Dette ligger i, at den varme, måske glødende Tråd stadigvæk taber Varme til Luften; den opvarmer den nærmest liggende Luft, som da udvider sig og stiger til Vejrs; ny kold Luft kommer til, opvarmes af Tråden o. s. fr. Det er da indlysende, at når Tråden på denne Måde mister ligeså megen Varme til Luften, som den i samme Tid får fra Strømmen, så kan Trådens Temperatur ikke stige højere.

En Jerntråds Glødning kunde man ikke bruge til Belysning, thi Tråden smelter, før den har høj Temperatur nok til at kunne gløde stærkt; så er Platin bedre, thi det smelter først ved ca. 1800° Celsius. Men praktisk Anvendelse til Belysning fik Trådgødningen dog først, da man lærte at lave meget fine Kultråde ved at forkulle Plantetrevler; Kul er nemlig for det første usmelteleg, så at det kan tåle anderledes høje Temperaturer end Platin, og for det andet så er Kul vel en Leder for den elektriske Strøm, men den byder Strømmen en langt større Modstand end en Platintråd af samme Længde og Tykkelse, og altså kan man få Varmen ganske anderledes samlet i en Kul- end i en Platintråd.

Glødning af en fin Kultråd finder Sted i den elektriske Glødelampe; har *Edison* måske end ikke først fået Ideen hertil, så har han dog Æren af først at have konstrueret en praktisk anvendelig Glødelampe, og det varede ikke mange År, før denne Måde at skaffe sig Lys på fik en enorm Udbredelse, og År for År ser vi jo, hvorledes denne Belysning tager mægtig til.

En *Glødelampe* er i al sin Simpelhed en pæreformig Glasbeholder, hvori der er indsmeltet to Platintråde, som rager ind i Glasset og udenfor Glasset; til Enderne inde i Glaspæren er der loddet Enderne af en meget fin Kultråd, og til Enderne udenfor er der loddet Kobbertråde, ved Hjælp af hvilke man kan lede en elektrisk Strøm op igennem Kultråden. Glasbeholderen er pumpet så nær lufttom som vel muligt; hertil er en StempelLuftpumpe ikke god nok, men der må benyttes en Kvik sølv-Luft-pumpe, der tillader en så at sige fuldkommen Udpumpning. Hvis der var Luft i Glasset, så vilde det gå med den glødende Kultråd, som det går med glødende Kul i en Ovn: den vilde hurtigt brænde op, idet Kullet forener sig med Luftens Ilt og danner Luftarten Kulsy-

re. Men heller ikke Luftarter, som Kul ikke kan brænde i, bør der være derinde, altså f. Eks. ikke Brint, skønt denne ikke skader det glødende Kul. Det er, fordi det vilde lede Varmen bort fra Tråden ud til Glasset og derfra ud i Omgivelserne, og da vil Tråden gløde langt svagere, end når Glasset er lufttomt.

De almindeligst anvendte Glødelamper lyser omtrent som almindelige Gasblus uden Auer-Net, men de har den Fordel, at de ikke varmer noget videre, de forurener ikke Luften, de kan håndteres langt lettere, og man er langt friere stillet med Hensyn til deres Anbringelse, da de ikke er brandfarlige.

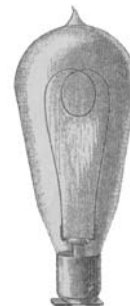


Fig. 155. En Glødelampe.

I Fiskeriet har man anvendt små Glødelamper for at fange Fisk og andre Havdyr; Lampen er anbragt nede i Vandet og på Fig. 155. En Glødelampe. en sådan Måde i Forhold til et Fiske-net, at Dyrene på Vejen hen til Lampen fanges i Nettet.

En anden elektrisk Belysning har man i *Bielyset*, der har været kendt langt tidligere (fra 1821) end Glødelampen; først efter at man havde lært at konstruere de såkaldte Dynamomaskiner, hvorom der vil blive berettet i et følgende Af-snit, Maskiner, som på en langt mere økonomisk og bekvem Måde end galvaniske Batterier kan levere stærke Strømme med høj Spænding, kom der Fart i Arbejdet for Belysning ad elektrisk Vej, og i Løbet af få År blev Målet nået.

Til Frembringelsen af et *Buelys* hører der to Kulstænger, som anbringes i Flugt med hinanden med tilspidsede Ender der, hvor de mødes. Den ene Stang forbindes med den positive, den anden med den negative Pol på en Elektricitetskilde; er denne et Batteri af galvaniske Elementer, bør der bruges en 30—40 sådanne. Når Kulspidserne da ikke rører ved hin-

anden, flyder der ingen Strøm igennem Ledningen, men bringes de til at røre ved hinanden, så kan Strømmen komme afsted. Når nu Strømmen har en tilstrækkelig Styrke, bliver de sammenstødende Spidser glødende; her er Ledningens Tversnit jo meget lille, og der bydes da Strømmen en stor Modstand. Når denne Glødning er Fig. 156.

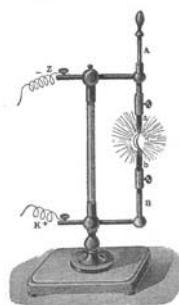


Fig. 156. Det elektriske Buelys.

Det elektriske *Buelys*. indtrådt, kan man fjerne Kullene lidt fra hinanden, og dog holdes Strømmen i Gang, dog lyser Kulspidserne.

I Fig. 156 er *a* og *b* to sådanne Kulstænger fastgjorte til de to Metalstænger *A* og *B*, af hvilke *A* har et Håndtag, så at

den kan skydes op og ned; den positive Elektricitet kommer igennem en Klemkrue til B, den negative igennem en anden til A.

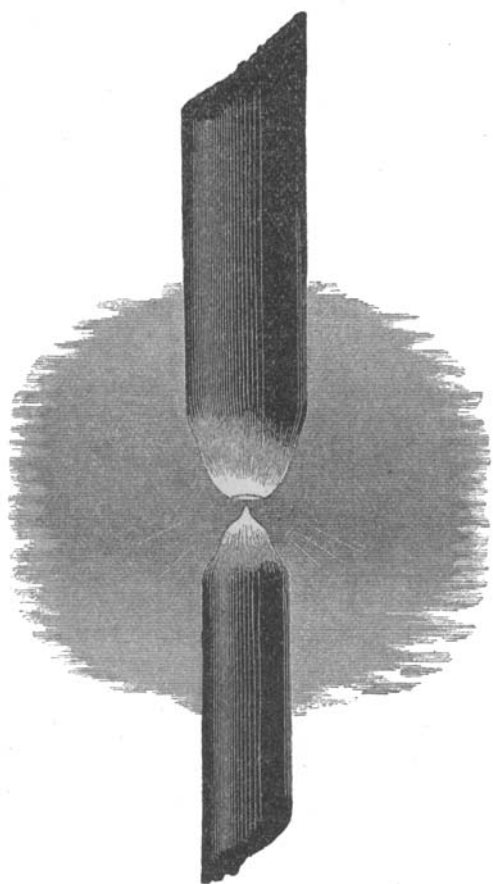


Fig. 157. Kulstængerne i Buelyset.

Det, der danner Bro for Elektriciteten, så at den kan komme fra Kul til Kul, er den glødende Luft, som fremkommer imellem dem; den leder Elektriciteten, medens kold Luft er en Isolator. Begge Kulstængers Ender gløder, men især lyser den positive Kulspids stærkt; dens Temperatur er målt til at være omtrent halvfjerde Tusinde Grader. Medens Lyset brænder, for tæres Kullene langsomt: Kullet fordampes; og den positive Stang bliver efterhånden udhulet, så at den ude i Enden har som et lille Krater, fra hvis Bund det kraftigste Lys udgår (Fig. 157). Når man derfor vil have et Buelys til at kaste sine Stråler nedefter, f. Eks. på Gader, Torve, Gulve o. s. v. — og det er jo hyppigst Tilfældet — så stilles Kulstængerne lodret med den positive øverst; Strømmen går da igennem Stængerne fra oven og ned efter.

Som sagt: langsomt fortæres Kullene, mens Lyset brænder, og derved bliver afstanden imellem Spidserne stadig forøget, hvad der vilde medføre, at Lyset brændte

uregelmæssig og snart slukkedes. Man har derfor indrettet Mekanismer, der tjener til gradvis at nærme Kullene til hinanden, således at Afstanden stadigvæk bliver meget nær uforandret; det sker fuldstændig automatisk: Lyset, eller rettere sagt den Strøm, som føder Lyset, besørger det selv. På Indretningen vil vi ikke her komme nærmere ind; Mekanismen kaldes en Buelampe.



Fig. 158. En elektrisk Buelampe

Buelyset er i Reglen indesluttet i en større Beholder af mælkehvidt Glas (Fig. 158), og i Metalstellet foroven findes selve Lampemekanismen.

Buelyset er det kraftigste Lys, vi formår at frembringe; det kan »forvandle Nat til Dag«. En enkelt Buelampe, højt anbragt, kaster en stærk Belysning over et større Areal; en Gene kan det stundom være, at Skyggerne bliver meget sorte i Forhold til Lyset udenom.

Foruden til Belysning af Torve, Gader, Jernbaneplasser, Anløbssteder for Skibe og store Rum, anvendes Buelamper også meget i Butikker i større Byer. Det har bl. a. den gode Egenskab, som kommer til Nytte, hvor det gælder om at skønne Farver, at Farver viser sig ganske som i Dagslyset, så at man undgår de Forvekslinger, som det gule Gaslys kan give Anledning til; den Egenskab har jo imidlertid også Auerlyset.

I Fyrtårne, der skal sende kraftigt Lys ud i stor Afstand, anvendes også Buelyset; til at samle Lyset omgives det af Linser, der er slebne på en særlig Måde.

I Danmark således på Hanstholm Fyr. På de britiske

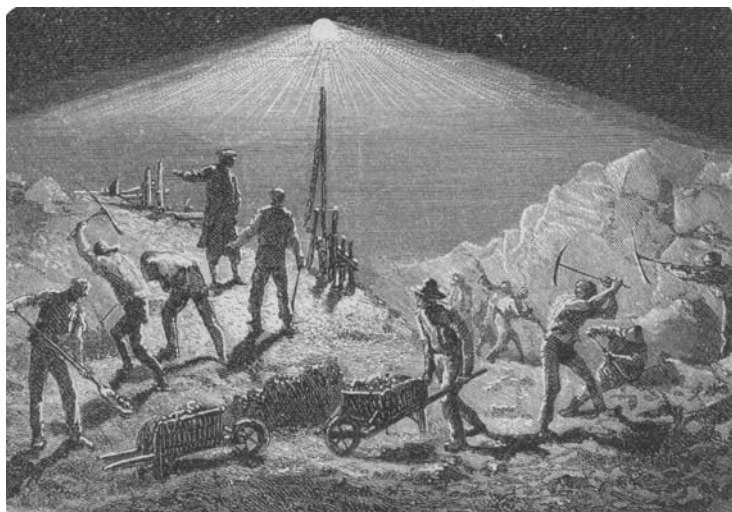


Fig. 159. Jordarbejde om natten ved elektrisk Lys

Kyster er der et sådant Fyr, der lyser 600,000 Gange så stærkt som en almindelig Glødelampe og kan ses i ca. 15 Mil

ELEKTRICITETEN.

Afstand. Indsejlingen New York er betegnet ved en Række Lysbøjer, der har elektriske Lamper i deres øverste Ende, og alle Lamper får Strøm tilført inde fra Land igennem et Kabel, der ligger på Havbunden.

På Krigsskibe anvendes Buelyset til om Natten at oplyse Farvandet eller det nærliggende Land; bag Lyset anbringes f. Eks. et stort Hulspejl, der kaster Lyset ud i Rummet som en Kegle, og ved at dreje på dette Spejl kan man få Lyskeglen til at vandre rundt i Rummet. På den Måde kan man i Krigsttilfælde fra Skibet opdage fjendtlige Torpedobåde; disse er små, hurtige Både, der ikke rager meget op over Vandet, og fra

Om anden Anvendelse af elektrisk Opvarmning vil der blive gjort nogle Bemærkninger i Slutningen af det følgende Afsnit (Sp. 149).

VOLT, OHM OG AMPERE. HVORLEDES BETALER MAN FOR ELEKTRICITETEN?

Når man skal angive Størrelsen eller Mængden af noget, så må man have en Enhed, hvori man udtrykker den. Vil man angive Størrelsen af et Tidsrum, så sker det ved at nævne et vist Antal År eller Døgn eller Timer o. s. v., idet man da en Gang for alle er bleven enig om, hvad man skal forstå herved.

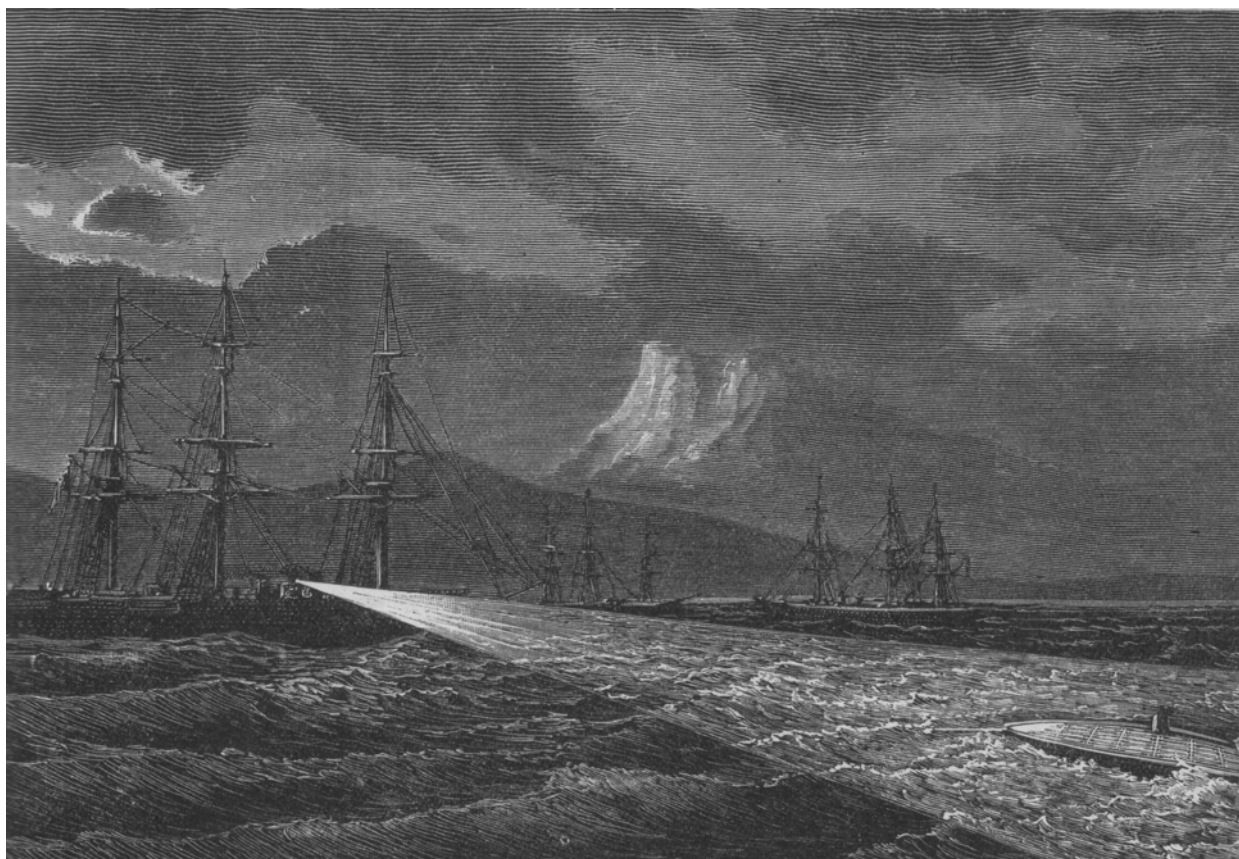


Fig. 160. Fra et Krigsskib opdages en fjendtlig Torpedobåd ved Hjælp af det elektriske Lys.

hvilke der kan udskydes Torpedoer, som kan ødelægge selv meget stærke JernKrigsskibe; Torpedoer er cigarformede Jernbeholdere på flere Alens Længde med en Sprængladning i den forreste Ende; når denne støder imod en fast Genstand, opstår der en meget kraftig Eksplosion.

Ved kirurgiske Operationer benytter man undertiden i Stedet for en Kniv en Platintråd, der er gjort glødende ved Hjælp af en elektrisk Strøm, til at afskære Kød, Svulster o. lign. med. Ved visse Mund-, Halsoperationer o. lign. kan man føre en kold Platintråd ind til Berøring med Såret og så ætse det ved igennem Tråden at sende en Strøm, som gløder den.

En Stangs Længde opgiver vi f. Eks. i Alen eller i Meter, idet man har vedtaget, hvor lang én Alen eller én Meter er; Rum-mål af Vædske angives i Potter eller Liter, Penge i Kroner eller Øre, Vægt i Pund eller Kilo o. s. fr. En Krone er en Mønt-Enhed, en Meter Længde-Enhed osv. Forskellige Lande har stundom forskellige Enheder for den samme Ting, men der er en Bevægelse oppe overalt til på Grund af den livlige Samfærdsel og Vareudveksling imellem Landene at få ens Enheder, da dette jo selvfølgelig medfører store Lettelser; Danmark har dog endnu ikke fået indført Meter og Kilogram således som Norge og Sverrig og de fleste Lande i Europa forlængst har, men forhåbentlig kommer det snart.

På samme Måde har man valgt sig visse Enheder for de Størrelser, som forekommer i Elektricitetslæren: for Mængde af Elektricitet, for elektrisk Spænding og elektromotorisk Kraft (se Sp. 96), for elektrisk Ledningsmodstand, for Strømstyrke o. s. v. Og disse Enheder er internationale; de gælder overalt.

Vi begynder med Strømstyrken. Styrken af en elektrisk Strøm angives i en Enhed, man har kaldt *Ampere* (udtales angpær) til Ære for en Franskmand af dette Navn, der i den første Halvdel af det 19de Århundrede har gjort sig meget fortjent af vort Kendskab til den elektriske Strøms Egenskaber. Altså en elektrisk Strøm siges at være så og så mange Ampere stærk. Man må da være på det rene med, hvad der menes med, at en Strøm er på 1 Ampéres Styrke.

Ligesom Træet skal kendes på dets Frugter, således skal også en Strøms Styrke bedømmes efter dens Virkninger; man kan jo så her se på dens magnetiske eller på dens kemiske Virkninger eller på dens Varmevirkninger. I Praksis måles Strømmen næsten altid ved dens magnetiske Virkninger, men stundom også ved dens kemiske Virkninger. Hvad kan da en Strøm på 1 Ampere udrette? Ja, ledes den igennem et Kobberudfældningsapparat (jfr. Sp. 129), så udfælder den 1 1/6 Gram Kobber i 1 Time. Den samme Strøm kan i Løbet af 1 Døgn udfælde 24 Gange så meget, altså 28 Gram Kobber. Hvis en elektrisk Strøm, der gennemløber et sådant Apparat, udfælder 7 Gram Kobber i én Time, er Strømmens Styrke 6 Ampere stærk, thi det er en Kobbermængde, der er 6 Gange så stor som 1 1/6 Gram.

En Strøm på 1 Ampere kan som sagt udfælde i 1 Time 1 1/6 Gram Kobber, når den ledes igennem en Kobbervædske; den samme Strøm kan udfælde 1/3 Gram Aluminium, 2 1/3 Gram Guld, 1 Gram Jern, 4 Gram Sølv o. s. fr. ved at ledes igennem Vædske, som indeholder disse Metaller i Opløsning.

Det var altså Strømstyrken!

Så kommer Enheden for den elektriske Spænding eller for den elektromotoriske Kraft, hvorved jo forstås den Kraft, med hvilken en Elektricitetskilde formår at sende Elektriciteten afsted i en Ledning. Den måles i *Volt* til Ære for den italienske Fysiker Volta, der for 100 År siden lavede det første galvaniske Element og således har grundlagt Læren om de elektriske Strømme. Hvad er da 1 Volt?

De forskellige galvaniske Elementer, man i Tidernes Løb har lavet, og hvoraf nogle af de vigtigere er blevne beskrevne tidligere (Sp. 97—99), har noget forskellig elektromotorisk Kraft; man har et ganske bestemt Element, hvis Kraft netop er 1 Volt, men da det ikke har praktisk Anvendelse, vil vi ikke besvære Læseren med at beskrive dets Indretning. Det vil formentligt være tilstrækkeligt at nævne, at et Bunsens Elements Kraft eller Spænding er 1 4/5 Volt, et Léclanché's Elements 1 1/2 Volt. Da er altså 1 Volt 5/9 af den elektromotoriske Kraft, som et Bunsens Element er i Besiddelse af, og man har jo så herved et Mål for det, man kalder 1 Volt.

Så kommer den elektriske Ledningsmodstand!

Det er omtalt Sp. 96, at jo længere en elektrisk Ledning

er, og jo tyndere den er, desto større Modstand byder den en Strøm af Elektricitet, som sendes igennem den. Modstanden afhænger desuden af det Metal, som Tråden består af; når man hyppig bruger Kobbertråd, så ligger det i, at den leder godt, d. v. s. gør forholdsvis ringe Modstand. En Jertråd byder således en 6 Gange så stor Modstand som en Kobbertråd, der er ligeså lang og ligeså tyk.

Modstanden måles i visse Enheder, som kaldes *Ohm* efter den tyske Fysiker Ohm, som har gjort sig fortjent ved Studier over den elektriske Strøms Forhold. Hvad en Ohm er, d. v. s. hvor lang en Tråd af f. Eks. Kobber, der skal til af en vis Tykkelse, for at den netop skal byde en Ohms Modstand, det vil vi nu ikke besvære os med; men det kan dog her meddeles, at den fine Kultråd i de almindelige Glødelamper under Brugen byder en Modstand på ca. 220 Ohm. Det skal imidlertid nævnes, at de tre omtalte Enheder står i en sådan Afhængighed til hinanden, at man, når man kender Antallet af de to i en Ledning, da let kan finde den tredje. Det er jo omtalt Sp. 96, at en Strøm er desto stærkere, jo større Kraft Elektricitetskilden har til at sende Elektriciteten afsted, men at Strømmen bliver desto svagere, jo større Modstand der bydes den på dens Vej. Når der i en Ledning er en elektromotorisk Kraft til Stede på 8 Volt og en Modstand på 4 Ohm, så er Strømstyrken 2 Ampere, og dette 2-Tal kommer frem som det Tal, der angiver, hvor mange Gange 8 er så stor som 4 ($8 : 4 = 2$). — Når der i en Ledning er en Kraft på 8 Volt og en Modstand på 20 Ohm, altså en Modstand, som er det femdobbelte af, hvad den var i det førstnævnte Tilfælde, så bliver Strømmen kun en Femtedel af, hvad den før var, altså $2/5$ Ampere; man har jo også $8 : 20 = 2/5$.

Ligesom man på en Gasmåler kan aflæse Gasforbruget i en vis Tid, og man så betaler for dette til Gasværket, der har sendt En Gassen igennem sine Ledninger, således kan man også i de Byer, som har Elektricitetsværker — elektriske Centralstationer, som de kaldes — måle Elektricitetsforbruget i et Hus ved Hjælp af en Elektricitetsmåler.

Når man skal betale for Elektricitet, så er der to Ting, der bestemmer Prisen, nemlig Elektricitetens Mængde og dens Spænding. En bestemt Mængde Elektricitet kan nemlig udrette desto mere, jo større Spænding den har. Hvad nu først Mængden angår, så er det den, der bestemmer Strømmens Styrke. Når en Strøm er på 1 Ampere, så går der en ganske bestemt Mængde Elektricitet igennem Ledningen i hvert Minut, og i en Time går der 60 Gange så meget; denne sidste Mængde har man kaldt en Ampéretime. Er Strømmens Styrke 7 Ampere, så gennemløbes Ledningen i hver Time af en Elektricitetsmængde på 7 Ampéretimer. Hvis nu den Elektricitet, som Centralstationen leverer En, har en Spænding på 110 Volt — og dette er ofte Tilfældet — så er Prisen afhængig såvel af disse 110 som også af Elektricitetsmængden, altså i det nysnævnte Eksempel af 7 Ampéretimer. Man siger, at der er at betale for 770 Volt-Ampère-Timer eller, som man også kalder det, 770 Watt-Timer; Tallet 770 kommer frem ved at multiplicere 110 med 7. — Lad os tage et andet Eksempel: I 5 Timer får man leveret Elektricitet med en Spænding på 200 Volt, og Strømstyrken, man har i sin Ledning eller i sine Ledninger, er på i alt 5 Ampère; det Antal af Watt-Timer som man skal betale for, får man da ved at multiplicere

5 med 200 og med 4; det bliver 4000 Watt-Timer.

I Kjøbenhavn, hvis Centralstation leverer Elektricitet til en Spænding af 110 Volt, betales der for Tiden 5 Øre for 100 Watt-Timer, når Elektriciteten bruges til Belysning, derimod kun 2 Øre, når den bruges til Motordrift. Tager jeg altså i Løbet af en Time Elektricitet fra Centralstationen til i alt en Strømstyrke af 7 Ampere, altså: forbruger jeg i den Tid 770 Watt Timer, så har jeg at betale herfor 38 ½ Øre, hvis Elektriciteten bruges til Belysning. Enhver af de almindeligste Glødelamper fordrer for at lyse ½ Ampere, og de 7 Ampere strækker altså til til 14 sådanne Glødelamper; enhver af dem koster altså omtrent 2 ¾ Øre pr. Time.

Man kunde også tænke på at bruge Elektriciteten til at varme med; man bruger jo Gas både til Belysning og til Opvarmning (»Kogegas«). I Emaillelåget i Gryder eller Kasseroller kan der være indlagt en fin Ledningstråd, og ind i den slipper man Elektriciteten, som Centralstationen leverer; Tråden opvarmes da, og den er afpasset således, at den får en hensigtsmæssig Grad af Opvarmning; Varmen kan da tjene til at opvarme Vand eller andre Vædske i Karret. Dog er dette en dyr Varme; den er, hvis der skal betales den Pris for Elektriciteten, som den koster til Belysning, omtrent halvtredje hundrede Gange så dyr som den Varme, man får ved at brænde Kul, om man end måske nok kan indrette det så, at der går en mindre Portion Varme til Spilde end der gør, når der brændes Kul, og Forholdet i økonomisk Henseende stiller sig altså måske noget gunstigere end nævnt; dog er det altså dyrt med de ovennævnte Priser. Men det er en uhyre bekvem, renlig, lugtfri og hygiejnisk Måde at få Varme på, og den er bleven praktisk udført flere Steder. Byen Ottawa i Kanada (Englands nordamerikanske Koloni) har et Turbineanlæg på 600 Hestekraft, som leverer Elektricitet alene til Opvarmning (se det senere Afsnit: Dynamomaskiners Anvendelse), og i Schweiz arbejdes der for Tiden i lignende Retning. I Vaudeville-Teatret i London er man endog gået så vidt, at Scene og Tilskuerplads bliver opvarmet ved Hjælp af Elektricitet. Det ligger nær i stærk Kulde at lune lidt i elektriske Sporvogne på denne Måde.

Når en Ledning, der fører Strøm, ikke skal blive ophedet så stærkt, at den virker antændende, eller at den smelter, så må der være Grænse for, hvor megen Strøm den må føre. Imidlertid kunde det ved et Uheld hænde, at der kom for meget Elektricitet ind i Ens Ledninger, og herimod sikrer man sig ved en »Blysikring«: Strømmen går igennem en Blytråd af bestemte Dimensioner; når Strømmen overskrider det tilladelige, smelter Blytråden, og Strømmen er afbrudt. Man kan så ganske vist ikke få Elektricitet ind i Ledningerne, før der er indsat en ny Blysikring, men der er ellers ingen Skade sket.

INDUKTION. GEISSLERSKE RØR. RØNTGENSKE X-STRÅLER.

Man tager en Rulle *B* (Fig. 161) af fin Tråd i mange Vindinger og en Rulle *A* af tyk Tråd i få Vindinger; al Tråd er overspunden, og den sidste Rulle er så tynd, at den kan stikkes ned i den første. Fra et galvanisk Apparat sender man Strøm ind i Rullen med tyk Tråd, og Trådenderne fra Rullen med den fine Tråd fører man hen til en Multiplikator.

Når man nu stikker Rullen med Strøm rask ned i Hulrummet på den anden Rulle, så ser man, at Nålen i Multiplikatoren slår ud til Siden, men den kommer dog snart i Ro igen i sin gamle Stilling, når Bevægelsen holder op. Der kom altså en kortvarig Strøm tilstede i Rullen med den fine Tråd, og ved at se efter den Retning, i hvilken Nålen slog ud,

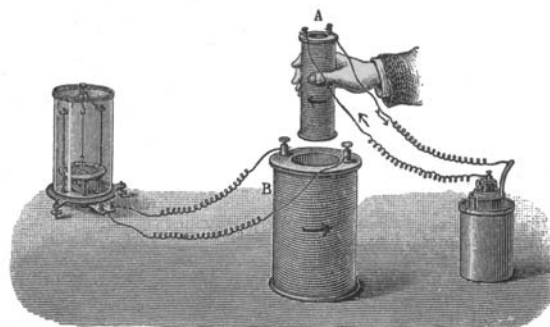


Fig. 161. Frembringelse af Induktionsstrømme i en Rulle ved Hjælp af en Strøm i en anden Rulle.

viser det sig, at Strømmen, som fremkom, har en Retning, der er modsat den, som Strømmen har i Rullen med tyk Tråd. Pilene på Fig. 161 viser Forholdene. Man siger, at Strømmen i den ene Rulle (»Hovedrullen«) har ved sin Bevægelse *induceret* en Strøm i den anden Rulle (»Induktions-rullen«); denne Strøm er en *Induktionsstrøm*.

Nu ved vi af det, vi lærte Sp. 106 og så' i Fig. 123, at to Ruller med Strøm virker på hinanden, som om vi havde med Magneter at gøre. Ved at anvende »Reglen med højre Hånd« ser vi, at den øverste Rulle i Figuren, der jo får Strøm fra Apparatet, forholder sig, som en Magnet med Nordenden nedad, og at en Strøm i den nederste Rulle i den angivne Retning forholder sig, som var Rullen en Magnet med en Nordende opfeft; to Nordender frastøder hinanden, og altså går Induktionsstrømmen i en sådan Retning rundt i sin Rulle, at den virker frastødende på den Strøm, som har skabt den ved at nærmes dertil.

Når man trækker den indre, strømførende Rulle rask ud igen af Induktionsrullen, så slår Nålen i Multiplikatoren lidt ud til den modsatte Side; der er altså igen opstået en kortvarig Strøm i Induktionsrullen, og denne går nu i en Retning, der er den samme som Strømretningen i den øverste Rulle. Nu har altså Induktionsstrømmen en sådan Retning, at den virker

tiltrækkende på den Spiralstrøm, som har skabt den, ved at fjerne sig fra Induktions-rullen.

Dette er Induktionsstrømmenes almindelige Karakter: de løber i sådanne Retninger, at de modarbejder de Bevægelser, som fremkalder dem.

Induktionen er i Året 1831 opdaget af den engelske Fysiker *Faraday*, en af dette Århundredes bedste Eksperimentatorer på Fysikens Område.

I Stedet for at man fører frembringe Induktionsstrømme i en Rulle skiftevis fører en anden Rulle med Strøm ind i den eller ud af den, kan man også frembringe dem ved, at denne anden Rulle hele Tiden ligger stille inde i den første, og man så skiftevis slutter og afbryder Strømmen. Dette er antydnet på Fig. 162, hvor en af Trådene, der fører fra det galvaniske Apparat *E* hen til den indre Rulle, er brudt over, og de derved fremkomne Ender kan stikkes ned i en lille Skål *q* med Kviksølv. Tages den ene Tråd op af Kviksølvet, forsvinder Strømmen fra den indre Rulle, og der fremkommer i samme Øjeblik en kortvarig Strøm i den ydre Rulle; dyppes Tråden atter ned i Kviksølvet, så slutes Strømmen i den indre Rulle, og der opstår atter en kortvarig Strøm i den ydre Rulle. At afbryde Strømmen i den indre Rulle må have samme Virkning, som hvis Rullen blev trukket op af den ydre Rulle: den fremkomne Induktionsstrøm må i det Tilfælde have samme Retning i sin Rulle, som Strømmen i den indre Rulle har. At slutte Strømmen i den indre Rulle må have samme Virkning, som når man fører en Rulle med Strøm ned i Induktionsrul-

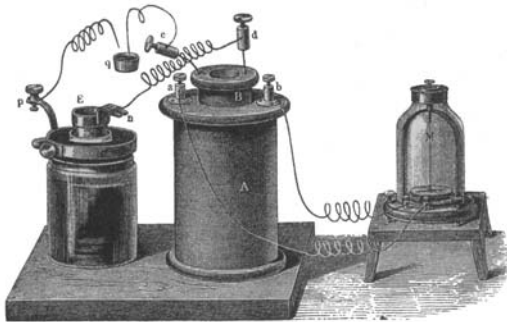


Fig. 162. Frembringelse af Induktionsstrømme i en Rulle derved, at en Strøm i en anden Rulle slutes eller afbrydes.

len: den fremkomne Induktionsstrøm har en Retning, der er modsat den i den indre Rulle.

Ved i hurtig Rækkefølge skiftevis at stikke Tråden ned i Kviksølvet og trække den op deraf får man sendt en Mængde kortvarige Strømme, Strømstød, rundt i Induktionsrullen, stadig i skiftende Retninger.

I det først omtalte Forsøg, der er afbildet i Fig. 161, kan Trådrullen med Strømmen fra det galvaniske Apparat ombyttes med en Magnet. Stikkes en Magnet ind i en Trådrulle, hvis Ender er forbundne — f. Eks. ført hen til en Multiplikators Tråd — opstår der en kortvarig Strøm i denne Rulle og i en sådan Retning, at den søger at støde Magneten tilbage

(Fig. 163). Trækkes Magneten ud af Rullen, opstår der en kortvarig Strøm i den modsatte Retning, nemlig i en sådan

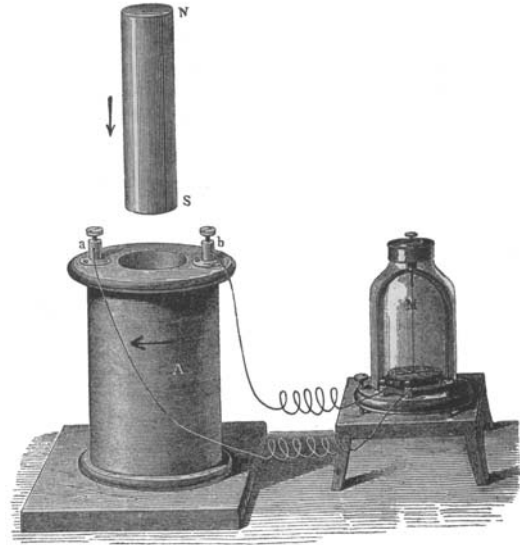


Fig. 163. Frembringelse af Induktionsstrømme i en Rulle ved Hjælp af en Magnet.

Retning, at den søger at holde på Magneten.

Dersom man i det i Fig. 162 afbildede Forsøg har en Jernstang liggende inde i den indre Rulle, så bliver Induktionsvirkningen langt kraftigere. Når nemlig Strømmen i denne Rulle slutes, så bliver Jernkernen i den magnetisk, og disse to Ting i Forening — det, at en Strøm opstår i Rullen, og det, at Jernet i samme Øjeblik bliver magnetisk — fremkalder Induktion i den ydre Rulle. Når Strømmen afbrydes, og Magnetismen samtidig forsvinder, så vil disse to Ting i Forening fremkalde Induktion den modsatte Vej. — Således er Induktionsmaskinerne indrettede: en Jernkerne inderst, udenom en Rulle af tyk Tråd i forholdsvis få Vindinger, og udenom den en Rulle af fin Tråd i mange Vindinger; til den indre Rulle sendes Strøm fra et galvanisk Apparat, og ved en lignende Mekanisme som den, man har i et elektrisk Ringeapparat (Sp. 111), slutter og afbryder Strømmen sig selv. Induktionen er altid kraftigst, når Strømmen afbrydes.

Hvad bruger man nu sådanne Induktionsapparater til? De små kan f. Eks. bruges til at elektrisere Mennesker med (Fig. 164). Enderne af Induktionsrullen fører hen til Klemeskruer, og imellem dem indskyder man det, som Induktionsstødene skal gå igennem; Tråde kan f. Eks. føre hen til to Håndtag, som man tager i Hænderne.

Når Apparatet er i Virksomhed, føler man en sitrende Revægelse i Armene. Man kan variere Styrken ved, at den indre Rulle med dens Jernkerne ikke er sat fast inde i den ydre Rulle, men kan skydes mer eller mindre langt ind i den; jo længere den kommer ind, desto kraftigere er Induktionen.

ELEKTRICITETEN.

Induktions-Elektriciteten, som den Slags Maskiner giver, har en høj Spænding; den kan være så stor, at Elektriciteten

Indukti ons rullen flere Mile lang, og den må være omhyggelig isoleret.

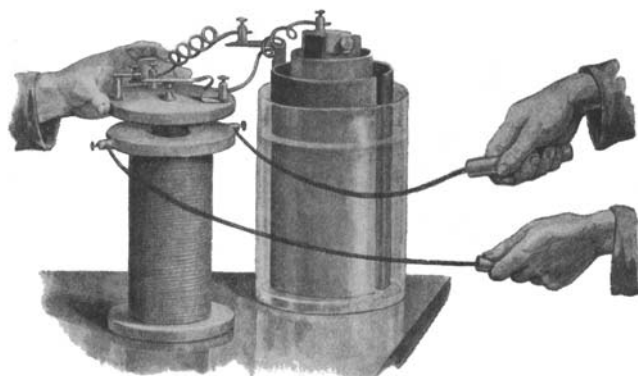


Fig. 164. Et lille Induktionsapparat i Virksomhed.

kan gennembryde Luften som en kraftig Gnist. Dette gælder dog kun om den Induktions-Elektricitet, som fremkommer, når den indre Rulles Strøm afbrydes, ikke når den slutes. Jo

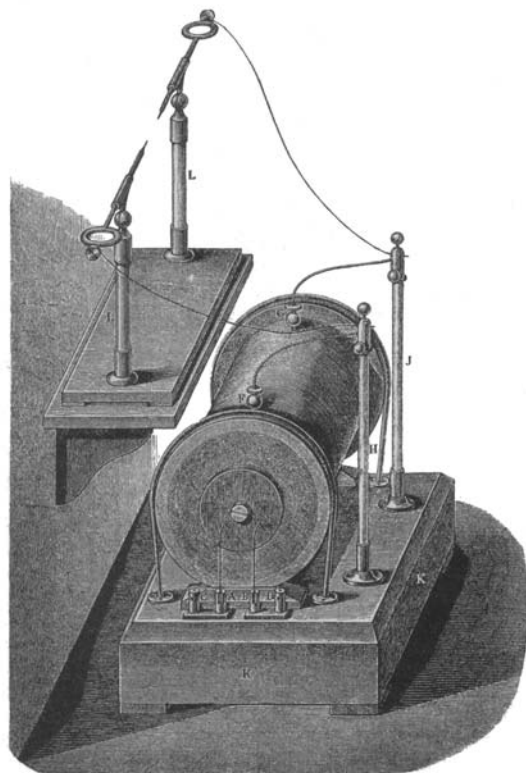


Fig. 165.

større Maskinen er, desto stærkere Virkninger; store Maskiner kaldes *Ruhmkorffere*, opkaldt efter en Mekaniker, der først byggede dem i meget store Dimensioner og fik kraftige Virkninger frem; i en Ruhmkorfter er den fine Tråd i

Fig. 165 viser en Ruhmkorffers ydre Skikkelse; Indmaden er af samme Art som den, der ovenfor er omtalt for de mindre Induktionsmaskiner. Inderst en Jernkerne i hele Cylinderens Længde; uden om den er viklet en tykkere isoleret Tråd i nogle få Lag af Vindinger, og denne Tråds Ender kommer frem på Forsiden og går ned til de to Klemskruer *A* og *B*, der står i Forbindelse med Skruerne *C* og *Z*), til hvilke sidste man fører Trådene fra et galvanisk Batteri på 3—8 Elementer, alt efter Maskinens Størrelse og Fordringerne til, hvad den skal præstere. På Vejen fra Batteriet til Skruerne *C* og *D* er der indskudt en selvvirkende Afbryder, hvori Strømmen fra Batteriet skiftevis sendes ind i Maskinen og afbrydes igen i hurtig Rækkefølge, men denne Afbryder er ikke medtaget i Figuren

for ikke at overlasse den med Ting, der væsentlig er af teknisk Natur; Principet er omtalt, og det er jo det samme, som findes i det elektriske Ringeapparat. Rummet udenom den nys omtalte Spiraltråd er fyldt med den af tynd Tråd bestående Induktionsspiral, hvis lo Ender kommer frem på Oversiden ved *F* og *G*, hvorfra to tykke Tråde går hen til to Messing-klemskruer, der er anbragte isoleret på de to Glassøjler *H* og *I*.

Fra de to Klemskruer på *H* og *I* føres Tråde hen til de Ting, man vil sende Induktions-Elektriciteten igennem; i Figuren er det to tilspidsede Messingstænger på Glassøjlerne *L*, der tager imod Elektriciteten, og den skal da springe over i Luften imellem Spidserne. Dette kan imidlertid som ovenfor nævnt kun den Induktions-Elektricitet gøre, som fremkommer ved, at den indre Strøm afbrydes, men ikke den, der opstår, når Strømmen slutes, og da alle Induktions-strømme, som fremkommer ved Strømafbrydelsen, går samme Vej, så kommer der i delte Tilfælde altid kun positiv Elektricitet ud af den ene og kun negativ ud af den anden Klemskrue.

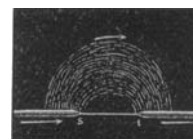


Fig. 166.

Når Spidserne er i mindre Afstand end en Tomme fra hinanden, så kan man tydelig skelne imellem to Dele af Udladningen, nemlig en Lysstribe, som er den egentlige Gnist, og en svagere Lysning udenom, som er lysende Luft, og denne bevirker, at det hele ser ud som en lysende Orm. Puster man stærkt imod Gnisten, viger den lyse Luft ud til Siden, men den egentlige Gnist ikke. Holder man en meget kraftig Magnetpol hen til Gnisten, så viger den lysende Luft ud til Siden, og det ganske, som en elektrisk Strøm vilde gøre (se Fig. 120 på Sp. 104), der gik fra den Spids *s* (Fig. 166), som modtager den positive Induktions-Elektricitet, til den Spids *t*, som får den negative.

Man har med sådanne Ruhmkorffere fået Gnister på over 1 Alens Længde; længst Gnister får man altid ved at lade den positive Elektricitet træde ud af en Metalspids, den negative ud af en Metalplade, således som det er antydnet på Fig. 167;

den positive kommer ud af Induktionsrullen ved *F*, den negative ved *G*. Vendte man det om, således at den positive kom frem ved *G* og altså måtte træde ud i Luften fra Messingpladen *t*, så kunde det godt være, at vi måtte nærme *t* og Spidsen *s* mere til hinanden, og Gnisten går da ikke fra Midlen af

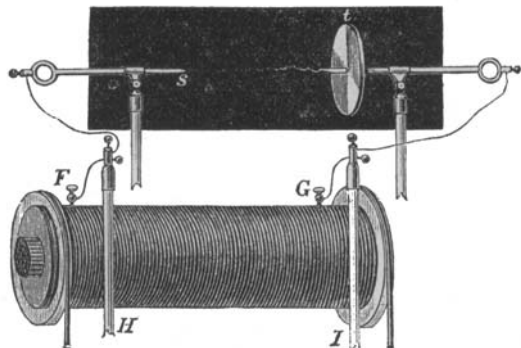


Fig. 167. Gnisten bliver længst imellem en Spids (+) og en Plade (-)

Pladen *t*, men fra et Sted på Kanten.

Induktions-Gnisterne er af samme Art som de Gnister, Leydnerflasken giver, men de frembyder den Fordel, at der kan dannes mange af dem i kort Tid, hvorimod en Leydnerflaske kun kan give et Par Gnister og så må lades påny. Glassprængning med et Apparat som det, der er afbildet i Fig. 92 på Sp. 75, foretages bedst med en kraftig Induktionsmaskine. Anbringes der lidt Krudt imellem de Spidses, hvor Gnisten dannes, antændes det.

Når man arbejder med store Induktionsapparater, må man være meget forsigtig, hvis man vil fingerere ved Maskinen eller Trådene fra den; får man de modsatte Induktions-Elektriciteter igennem sig, giver det et Slag, der kan virke bedøvende, ja dræbende. En god Regel er det at afbryde Maskinens Gang fuldstændig, før man rører ved den; men er en Berøring nødvendig under Gangen, bør man have vænnet sig til altid at holde den ene Hånd i Lommen eller ind til Kroppen et andet Sted, og så kun røre ved Maskinen med den anden Hånd.

En særlig Interesse frembyder en Induktions-maskines Udladninger igennem Glasbeholdere med stærkt fortyndet Luft, de såkaldte *Geisslerske Rør*, opkaldt efter en afdød tysk Glastekniker Geissler, der først gav sig af med Forfærdigelsen af den Slags Rør i meget forskellige Former. I Hovedsagen er det en Glasbeholder af en eller anden Form, hvor der på to Steder langt fra hinanden er indsmeltet en Platintråd; dette sker derved, at Glasset her omkring gøres blødt ved Ophedning, og to korte Platintråde stikkes da ind igennem Glasset og kommer til at sidde fast, når Glasset atter ved Afkøling bliver hårdt. Gennem en Åbning et Sted på Glasset pumpes Luften ud, så at der kun bliver omkring 1/500 Del tilbage, og så smeltes Røret til; eller man pumper den helt ud og slipper noget af en anden Luftart ind, dog ikke mere, end

at dens Tryk er ca. 1/500 af almindeligt Lufttryk. Når man da fører de to Tråde fra Induktionsapparatet hen til de to Platintråde og sætter Apparatet i Gang, viser det sig, at den egentlige Gnist ikke mere er der, men den fortyndede Luft lyser næsten over det hele.

Fig. 168 viser et sådant Geisslersk Rør med atmosfærisk Luft, hvor Platintrådene er smeltede ind ved de to Ender; fra den positive Tråd strækker der sig et rødt Lys igennem den største Del af Røret; lige omkring den negative Tråd er der et violet Lys, skilt fra det røde ved et mørkt Rum. Det røde Lys er særlig kraftigt i den snevre, midterste Del af Røret.

De Geisslerske Rør kan vise overordentlig smukke Farvefænomener. Forskellige Luftarter i Rørene giver forskellig farvede Lysninger, men tillige varierer Farven med Induktionsstrømmens Styrke. Lyset i de Geisslerske Rør har den Egenskab, at det frembringer Fluorescens, d. v. s. det bringer visse Stoffer til at udsende Lys med en eiendommelig Farve. De Fleste har vist set Petroleum fluorescere blå: når Solskin falder på en Glasbeholder med Petroleum, viser denne Vædske sig med blå Skær. En Flødekande af Uranglas er vandklar i almindeligt Dagslys, men er grøn, når den belyses af en elektrisk Buelampe, thi denne udsender Stråler, som let fremkalder Fluorescens, og som her ved at falde på Uranglas set bringer dette til at lyse med grønt Skær. Når derfor Dele

W
W
W
S

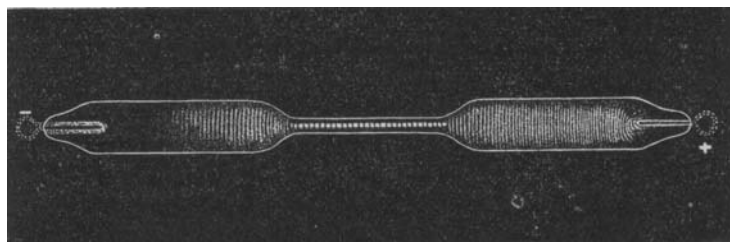


Fig. 168. Geisslersk Rør

af den Glasbeholder, som udgør det »geisslerske Rør«, er af Uranglas, så kommer, når Udladningen sendes igennem Røret, disse Dele til at lyse smukt grønt, hvad der meget forhøjer Effekten.

Ved tillige at blæse Glassene i smukke Former får man Lysfænomener frem, der er overordentlig kønne.

Fig. 169 og 170 viser os to sådanne Geisslerske Rør (Landbohøjskolens fysiske Samling), men om Farveprægten giver disse Afbildninger os ingen Forestilling. I begge »Rør«, der har en Højde på ca. 9 Tommer, har Udladningen en lang Vej at gennemløbe: i det første Rør skal den fra oven af gå igennem et spiralformet Rør, af hvilken Spiral den yderste Ring desuden for sig er viklet i en Spiral; i det andet Rør går Lysningen først ned igennem et Spirallør, smutter så ud af dets Munding for ned og går til Vejrs inden for en Vase af Uranglas, går ud over Kanten på denne og ind igennem et Hul for ned til det nederste Hulrum. Det røde Lys er smukt lagdelt.

Luften i de Geisslerske Rør er som sagt fortyndet omtrent til 1/500 men med Nutidens Kviksølv-Luft-pumper kan man drive Fortyndingen langt videre. I de såkaldte *Crookeske* eller

o
e
d
k

ELEKTRICITETEN.

Hittorfske Rør er den bragt ned til en Milliontedel, og da tager Fænomenerne sig ganske anderledes ud. Lysning i hele Rørets Indre er der ikke videre af, men selve Glas-massen, hvoraf Røret er lavet, fluorescerer med en af Glassorten afhængig Farve, ofte grønt. Det viser sig, at der fra den Tråd, hvortil vi fører den negative Elektricitet, hvilken Tråd kaldes *Katoden* (se Spalte 125), udgår Stråler, de såkaldte *Katodestråler*, som ved at træffe Glasset, bringer dette til at lyse. Følgende Forsøg gør os dette klart.

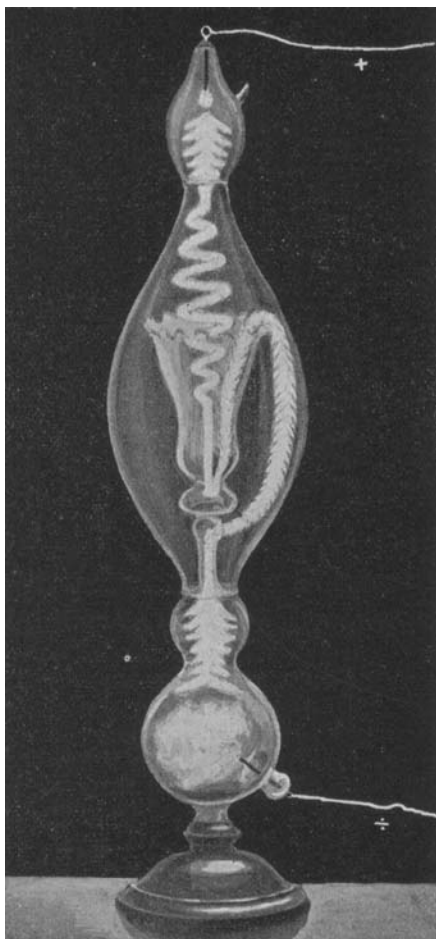


Fig. 169. Geisslersk Rør.

Fig. 171 viser en aflang Glasbeholder, hvor der i den ene Ende er indsmeltet en Platintråd, som ender i en lille, rund, lodret stillet Aluminiumplade (a), og hertil skal den negative Induktions-Elektricitet føres; et andet Sted er der indsmeltet en anden Platintråd, hvortil den positive Elektricitet føres. Luften i Røret er fortyndet til omtrent en Milliontedel. Under Maskinens Gang udgår der da Katode-stråler fra Aluminium-pladen, især tværs på denne, men tillige svagt i andre Retninger. Man ser, at Glasbeholderen fluorescerer stærkt i den Ende (til venstre), der ligger lige overfor Pladen, men svagt over den øvrige Del. Og det er her ganske ligegyldigt, hvor-

den positive Platintråd findes; denne har ingen Indflydelse på Katodestrålernes Retning. Men for nu klart at se, at vi har med *Stråler* fra Katodepladen at gøre, findes der inde i Røret

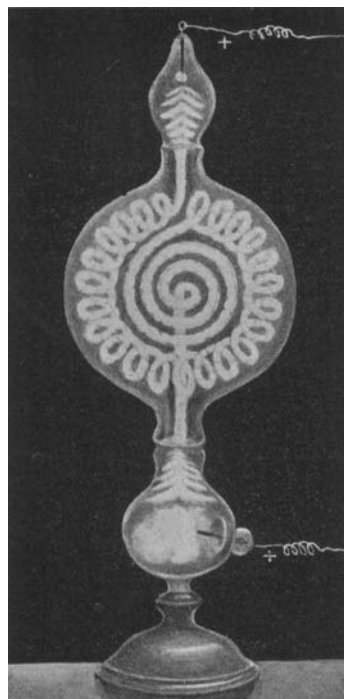


Fig. 170. Geisslersk Rør.

et Kors af Aluminium (*b*), og man har for Nemheds Skyld lavet det så, at Korset er befæstet til den positive Tråd; det er

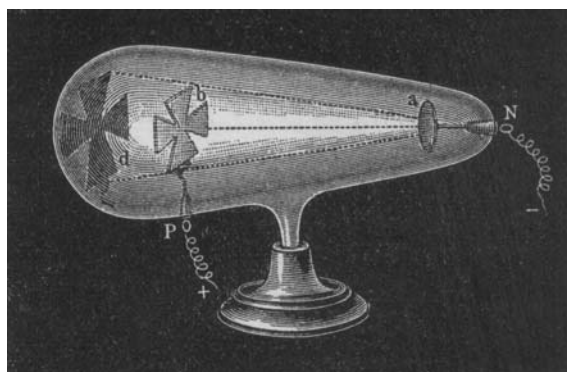


Fig. 171. Crookesk Rør med Aluminiumskors.

forøvrigt leddet dertil således, at man ved at helde Røret kan få det til at vælte. Står Korset nu lodret, så kommer der en Skygge (*d*) af det på den lyse Rørende; de Stråler, der rammer Korset, standses nemlig af det, og de Partier af Glassets Ende, som på denne måde ikke rammes af Stråler,

de kommer ikke til at fluorescere. Denne Skygge vilde jo ikke kunne komme frem, hvis ikke den negative Plade sendte Stråler frem igennem Røret. Når man nu under Maskinens Gang vælter Korset, får man ofte i kort Tid et særligt lyst Kors at se på lidt mindre lys Grund; det er, som om de Steder, der før ikke lyste, nu pludselig kommer til at lyse særlig kraftig, når Katodestrålerne falder på dem, altså som om de andre Steder var blevne lidt »trætte« ved den stadige Bestrålning; dette lyse Kors går dog hurtigt bort.

Katodestrålerne har et Par Egenskaber til, som vi ikke vil forbigå: de påvirkes af Magneter, de frembringer Opvarmning, og de udøver et mekanisk Tryk.

Det første vises let, når man, mens Korset er stillet lodret, nærmer en Magnet udefra hen til Siden af Glasset, thi da flytter Skyggen af Korset sig lidt, hvad der kun kan hidrøre fra, at Strålerne er blevne krummede noget, og ved at føre Magneten rundt omkring Røret, får man Skyggen til at vandre lidt rundt på Glassets lyse Endeflade.

Katodestrålernes opvarmende Egenskab påviser man ved at ombytte den negative Plade med en lille Skål af Aluminium (Fig. 172), og anbringe en lille Platinplade (b)



Fig. 172. Katodestråler frembringer Ophedning.

inde i Glas set der, hvor denne Skål har sit Kuglecentrum; Katodestrålerne udgår tværs på Skålen, d. v. s. de stiler ind imod Centrum, og det viser sig, at det lille Stykke Platin kommer til at gløde ved den stærke Koncentration af Strålerne til et bestemt Punkt.

Et mekanisk Tryk fra Katodestrålernes Side påviser man med et Rør (Fig. 173), i hvis Indre der ligger to parallelle Glasstænger, der gør Tjeneste som Skinner, og på dem kan en let Akse med Glimmervinger på rulle frem og tilbage. I den øverste Del af Glasset er der i de to ender indsmeltet Tråde med små lodrette Plader, således, at når Røret forbindes med Induktionsapparatet ved Hjælp af disse Tråde, da Katodestrålerne fra den negative af dem kun falder på de øverste Vinger på Hjulet; dette giver sig da til at rulle hen imod den positive Tråd.

Ved at arbejde med sådanne Rør, som her er omtalt i det foregående, Rør altså, i hvilke vi har Katodestråler, fandt den tyske Fysiker Røntgen nye og højst overraskende Fænomener, som nu skal blive omtalt, idet det dog skal nævnes, at en af hans Landsmænd, *Lenard*, allerede et Par År i Forvejen var på Vej dertil.

Når i et fuldstændig mørkt Værelse et CrookesRør

lægges ned i en Papæske med Låg på, og der så ved Hjælp af Tråde, der går ind igennem små Huller på Æsken, føres Elektricitet til det fra et Induktionsapparat, er der jo intet at se; Røret oplyses vel ved Fluorescens, men vi ser ikke noget til det, da vi ikke kan se igennem Pap. Men Røntgen fandt da, at når visse Stoffer, der har den Egenskab at fluorescere, bringes hen i Æskens Nærhed på det Sted, indenfor hvilken den stærkt lysende Del af Røret ligger, at sådanne Stoffer da kom til at lyse svagt. Især var Lysningen god af et Stof, der hedder Baryum-Platin-Cyanur; dette Stof kan laves ad kemisk Vej som små Krystaller; disse pulveriseres og indgnides som en ensartet Masse over et Stykke Pap. Vi kalder dette en Fluorescens-Skærm. Lysningen af en sådan Skærm varer kun så længe, Røret inde i Æsken lyser.

Lysningen kan kun opstå derved, at der udgår noget, en Virksomhed, inde fra Røret, ud igennem Æsken, igennem Luften hen til Skærmen og igennem denne frem til Krystalkornene på Forsiden, så at disse derved kommer til at fluorescere; da Fluorescens ellers fremkaldes ved Bestrålning, må vi også her have med Stråler at gøre: fra det

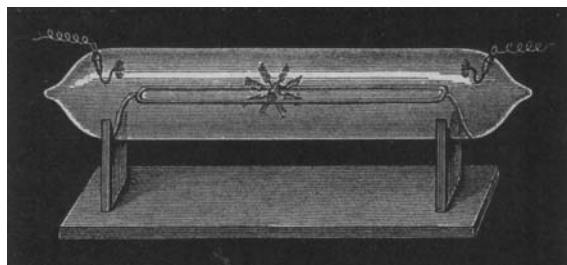


Fig. 173. Katodestråler frembringer mekanisk Tryk.

Crookeske Rørs lysende, fluorescerende Del udgår der de Røntgenske X Stråler, som formår at trænge igennem Luft, hvad der nu ikke er nogen særlig Mærkelighed ved, og Pap, hvad der er mere interessant. Men på Øjet virker disse Stråler ikke; det er, som man siger, »usynlige Stråler« ; de fremkalder imidlertid som sagt Fluorescens, og Fluorescenslyset virker på Øjet.

Hvis man lægger f. Eks. en Portemonnæ på vor fluorescerende Skærms Bagside, så opdages det, når Eksperimentet anstilles, at de Røntgenske Stråler ret let kan trænge igennem Portemonnæens Læder, men ikke igennem Metalmonterne, Urnøgler o. s. v., som ligger i den. Strålerne skal jo nemlig da for at kunne komme frem til det fluorescerende Lag på Skærmens Forside trænge igennem Portemonnæen; at de standses af Monterne, men for en stor Del går igennem Læderet, viser sig ved, at der på Skærmen tegner sig et svagt Skygebillede af Portemonnæen og indenfor dette mørke Skygger af Monterne.

Når Rørene skal være vel skikkede til at frembringe Røntgen-Strålerne, så indrettes de således, at Katodestrålerne koncentrerer hen på en lille Platinplade; Indretningen er altså, som Fig. 172 viser, men Katode-Skålen gøres ikke så stor for at undgåfor stærk Ophedning af Platinet. Det viser sig da, at

undgå for stærk Ophedning af Platinet. Det viser sig da, at Platinpladen kaster Strålerne tilbage ud til alle Sider fra Forsiden, og alle de Steder på Røret, som træffes af disse Katodestråler, udsender Røntgen-Stråler.

Fig. 174 viser et sådant Rør, og Fig. 175 viser det skema-

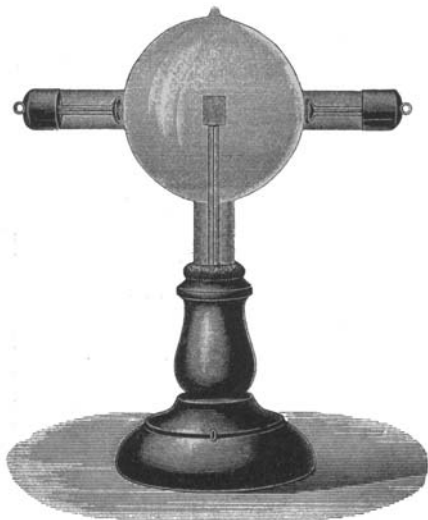


Fig. 174. "Rør" til Frembringelse af Røntgen-Stråler.

tisk set fra oven. En Glaskugle har to Rør ud til modsatte Sider og ét, der går nedad og stikkes fast i en Fod. I Siderørene er der indsmeltet Platintråde, som i Enderne bærer små Aluminiumsskåle, og disse Skåle er så lidt krummede, at de har deres Centrer i den kugleformede Beholders Centrum;

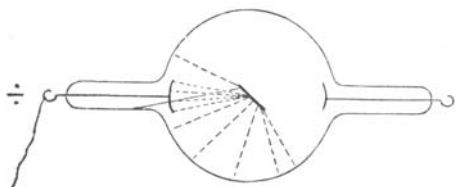


Fig. 175.

man kan altså sige, at de udgør små udskårne Kalotter af en stor Kugle. I det lodrette Rør er der ligeledes indsmeltet en Platintråd, og denne bærer foroven en lille firkantet Platinplade, som står skråt imod Retningen fra Skål til Skål. Man fører nu den negative Elektricitet til den ene af Trådene med Skål og den positive enten til den anden tilsvarende Tråd eller til den lodrette Tråd med Platinblikket; hvilken af disse to sidste Ting man gør, er ligegyldigt. Da går det altså som ovenfor sagt og som antydnet på Fig. 175: fra den negative lille Skål går Strålerne ind imod Platinblikket; dette sender dem tilbage i alle Retninger fra Forsiden, og Glaskuglens ene Halvdel fluorescerer stærkt; fra denne Halvdel går Røntgenstrålerne ud i Rummet, ganske som om Platinet udsendte dem fra sin Forside, og de kunde trænge igennem Glasset. Uden

dette lille Stykke Platin, der virker som en Slags Strålecentrum, bliver Fænomenet forholdsvis svagt. Hvor man end ude i Rummet omkring Kuglens lysende Halvdel holder Skærmen, bliver denne lysende.

Hvis man i et Rum, hvor der findes Røntgenstråler, holder en fotografisk Plade, helst med den lysfølsomme Hinde vendt imod »Røret«, så påvirkes den, og det er her så temmelig ligegyldigt, om Pladen er blottet, eller den er svøbt ind i flere Lag tæt, sort Papir; dette sidste er imidlertid jo en Nødvendighed, hvis Forsøget ikke gøres i et absolut mørkt Værelse. Lyset formår ikke at trænge igennem dette Papir, men Røntgenstrålerne går temmelig uhindrede igennem det.

Hvis man lægger en Portemonnæ med Metallmønter i

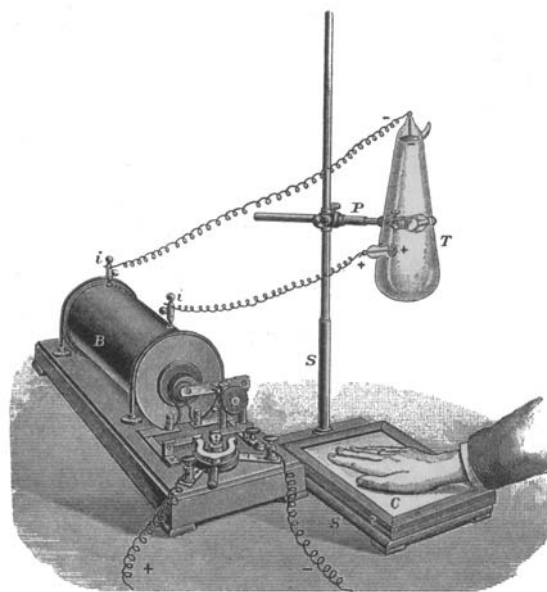


Fig. 176. Fotografering ved de Røntgenske Stråler.

ovenpå den indsvøbte fotografiske Plade, og så lader Røntgenstrålerne i et Minut eller så falde fra vort Rør hen derpå, så får man en »negativ« Plade, af hvilken man på sædvanlig Måde kan tage positive Aftryk, og disse viser os da et Billede som det, vi før så i et mørkt Værelse på Fluorescens-Skærmen, når vi holdt Portemonnæen tæt op til dens Bagside. Kun bliver Fotografiet altid langt skarpere.

Hvis man i Stedet for en Portemonnæ i de foregående Forsøg bruger en Hånd f. Eks., så træder de bløde Dele i Læderets Sted og Knoklerne i Metallens Sted; dog går Strålerne en Del lettere igennem Knoklerne end igennem Metal, og en Fingerring træder derfor meget tydelig frem på Skærmen eller i Fotografiet, og dette er også Tilfældet med f. Eks. små Nåle. I det omstående Billede af en Hånd (Fig. 177) og Begyndelsen af Underarmen ser man en lille Nålespids imellem Håndrodens Ben.



Fig. 177. Røntgen-Fotografi af en Hånd med en lille Nål i Håndrodsknoklerne.

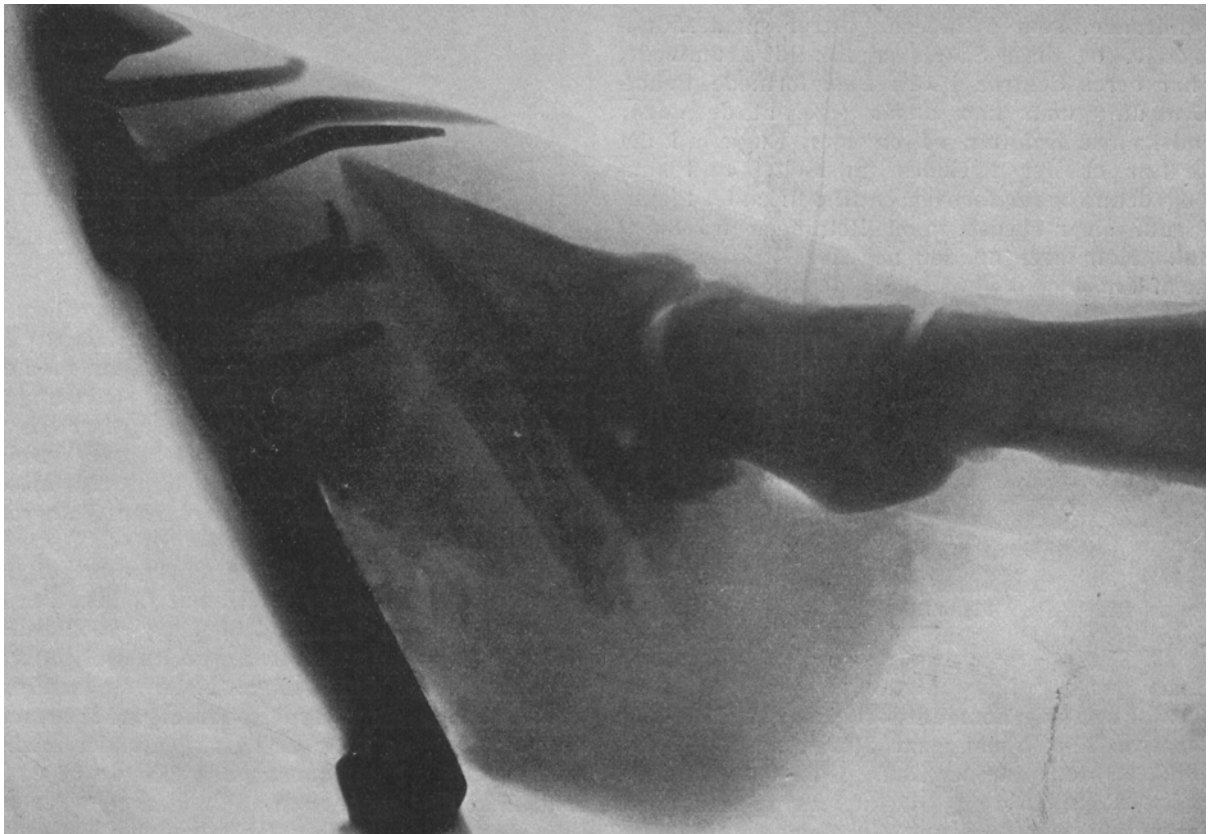


Fig. 178. Røntgen-Fotografi af en Hestehov

ELEKTRICITETEN.

Fotografering ved Hjælp af de Røntgenske Stråler foregår altså uden Anvendelse af det almindelige Camera med Lin-

ser; det går ganske simpelt for sig på den Måde, som er antydet på Fig. 176: en i tæt, sort Papir indsvøbt eller i en Kasette indlagt fotografisk Plade ligger på Bordet med den lysfølsomme Hinde vendt opad; på den lægges Hånden, man vil fotografere; noget ovenover anbringes Røret med den lysende

Halvdel vendt nedad, og Induktionsapparatet sættes i Virksomhed i Løbet af et Minut eller noget kortere eller længere, alt efter Forholdene. Fotografen får så Pladen til Behandling og tager Aftryk af den.

På denne Måde er altså det Fotografi af en Hånd taget, som er gengivet i Fig. 177; endvidere de Fotografier, som er afbildede i Fig. 178, 179 og 180. Det første af disse er et Røntgen-Fotografi af en Hestehov med Hestesko på. Man ser Knoklerne og endnu langt tydeligere Skoen med Sømmene, der er slåede op i Hoven; selve Hovens Hornmasse træder meget svagt frem, så at altså Strålerne med Lethed er trængte igennem den.

Det andet er en Fisk. Fig. 180 endelig er et Stykke af Underarmen på en Cyklist, der var falden og havde brækket begge Underarmens Knokler; Armen blev lagt i Gibsbandage, og Knoklerne groede sammen, men da Armen blev fotograferet ved Røntgen-Stråler, viste det sig, at den ene Knokkel var vokset helt skævt sammen, så at Armen måtte opereres, for at en rigtig Sammenvoksning kunde foregå; Fotograferingen foregik, medens Gibsbanda-

gen lå på, og det ses, at dette ikke i nogen Grad har forhindret Fotograferingen.

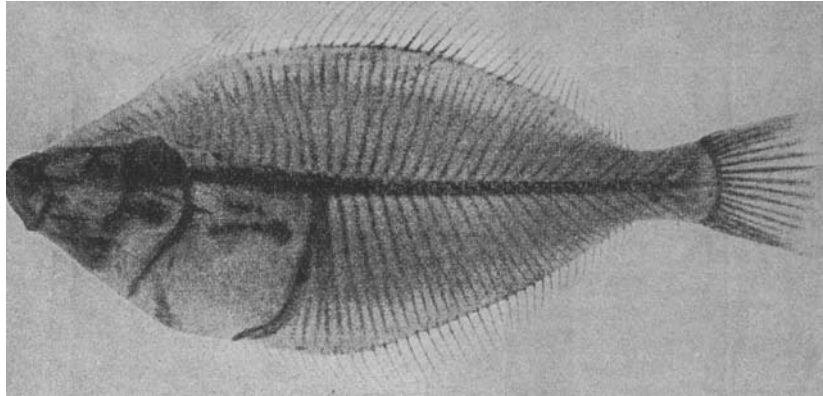


Fig. 179. Røntgen-Fotografi af en Fisk.



Rum, kan man bære sig således ad, som det er antydet på Fig. 181 og 182: Skærmen indlægges med den fluorescerende Side vendt indad som Bund i en Slags Kasse, som man kan bære i Hænderne, og som er lukket tæt til overalt; kun på den Side, der er lige overfor Skærmen, er der et Par små Huller, til hvilke man holder Øjnene. Kassens Indre er da mørkt, og Skærmens Lysning samt Skygebillederne af det, der holdes tæt bag Skærmen, ses ligeså godt som i et helt mørkt Værelse. Fig. 181 viser os en Brystundersøgelse; Røntgen-Røret er opstillet på Bordet bag Ryggen. Fig. 182 viser en Undersøgelse af et Menneskes Ben; han ligger på et Stel med store Åbninger i, og Strålerne kommer op igennem en af disse Åbninger fra Røret, der tilligemed Induktionsapparatet og et lille Akkumulatorbatteri er anbragt under Stellet.

DYNAMOMASKINER.

Nutidens *Dynamomaskiner* eller *Dynamoer*, der har bragt Elektriciteten i så høj Grad til Anvendelse i det daglige Liv, er konstruerede på Grundlag af

de Fænomener, som er omtalt i Begyndelsen af det foregående Afsnit, i Særdeleshed på Sp. 151—152.



Fig. 181. Gennemlysning med Røntgen-Stråler.

Her skal nu ganske kort forklares, hvorledes en sådan Maskine er indrettet, og hvorledes den virker; i

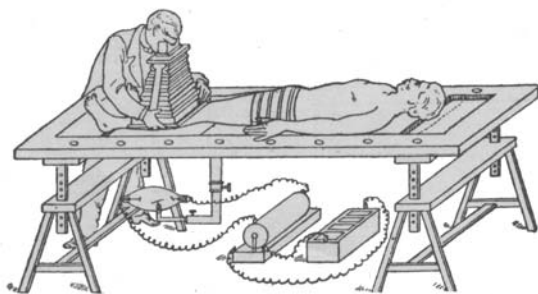


Fig. 182. Gennemlysning med Røntgen-Stråler.

Enkelthederne kan der være Forskel i Konstruktionen, men Hovedsagen er og bliver dog den samme.

En svær Jernring kan drejes omkring sin Akse — ved Hjælp af et Håndsving, hvis det er en mindre Dynamo, og er den større, drives den af en Damp-, Gas-, Petroleumsmaskine eller lign. En Pil inde i Ringen på Fig. 183 angiver, i hvilken Retning vi tænker os Omdrejningen.



Fig. 183.

Denne Jernring er tæt omviklet med en Kobbertråd uden Ende, d. v. s. den Spiral, som Tråden danner omkring Ringen, løber tilbage i sig selv. Tråden er godt isoleret fra Ringen, men den er blank på den ydre Side; man kan f. Eks. bruge tyk, blank Kobbertråd, men de enkelte Vindinger af den ligger ikke tæt op til hinanden; de er skilte fra hinanden indbyrdes såvelsom også fra Ringens Jern ved et eller andet Isolationsmateriale. På modsatte Sider af denne beviklede Ring anbringes en stærk magnetisk Nordpol *N* og en stærk magnetisk Sydpol *S* (Elektromagnet).

Køres Ringen nu rundt imellem de to kraftige Magnetpoler, kommer der elektriske Strømme i Trådspiralen. Og passer vi nu godt på, kan vi gøre os Rede for, i hvilke Retninger disse Strømme går. Vi erindrer, at Induktionsstrømme altid går i sådanne Retninger, at der ved deres Hjælp skabes en Modstand imod den Bevægelse, vi må foretage for at frembringe dem. Hvorledes er det da muligt i dette Tilfælde? Det er kun muligt derved, at Strømmene har sådanne Retninger, at de er i Stand til at frembringe Magnetpoler i Jernringen dér, hvor man er længst fra de to faste Poler, altså ved *A* og *B*. Med den Omdrejningsretning for Ringen, som vi har antaget, må Strømmene, der kaldes til Live ved Ringens Omdrejning, skabe en Nordpol ved *A* og en Sydpol ved *B*. Thi sådanne Poler frembringer netop en Modstand imod Bevægelsen. *A* bliver jo nemlig under Omdrejningen nærmet op til *N* og fjernet fra *S*, og har *A* Nordmagnetisme, så bliver den stødt tilbage fra *N*, medens *S* haler i den for at holde den tilbage; der hører således Kraft til at få *A* ført frem, d. v. s. der må arbejdes! På samme Måde vil Syd magnetismen ved *B* blive stødt tilbage, når *B* under Omdrejningen nærmes ned til *S*, og *N* vil ved sin Tiltrækning på *B*'s Syd magnetisme også bidrage til, at der må arbejdes for at holde Ringens Drejning i Gang.

Nu har vi det! I Trådens øvre og nedre Halvdele må de under Omdrejningen fremkaldte Strømme gå således, at de kan frembringe en Nordpol ved *A* og en Sydpol ved *B*. Dermed er deres Retninger givne, thi det skal jo da være således, at når vi omslutter vedkommende to Dele af Ringen med vor højre Hånd på

den Måde, at Tommelfingeren vender hen imod Nord magnetismen ved *A*, så løber Strømmen således rundt i Vindingerne, som Fingrene viser (Pilene på Tråden i Fig. 184 angiver denne Retning). Men følger vi så rundt med Strømmen i den omviklede Tråd, så ser vi klart, at i Ringens øverste Halvdel løber Strømmen således rundt, at man stadig kommer længere bort fra *B* og nærmer sig til *A*; og ligeledes kommer man ved at følge med Strømmen om Ringens nederste Halvdel fjernere fra *B* og nærmere hen til *A*. Nu går jo hele Tråden ud i et; Strømmen, der kaldes til Live i Trådens ene Halvdel, vil også gennemløbe den anden, og omvendt, og vor Tråd bliver altså gennemløbet af to lige stærke Strømme i modsatte Retninger. Det har vi ikke megen Glæde af, thi Tråden forholder sig da ganske, som om der slet ingen Strøm blev fremkaldt i den. Men det kan vi komme ud over!

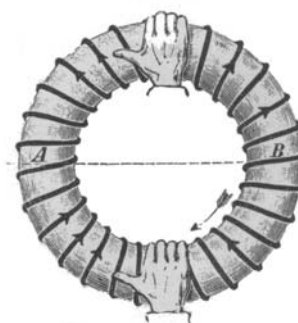


Fig. 184.

For det første: når der fra et Sted (*B*) går to Strømme hen til et andet Sted (*A*), hver i sin Ledning (Fig. 185), så kan man få dem ført samlede videre ved at forbinde *A* og *B* ved en tredje Ledningstråd (*A C B* i Figuren). Det må vi altså gøre i vor Maskine.

Men *A* og *B* i vor Maskine er bestandig nye Steder på

www.sos.no

Ringens; *A* og *B* var jo de Steder, som lå længst fra de to kraftige Magnetpoler *N* og *S*. Drejes nu Ringen rundt, så bliver det stadig nye Punkter på Ringen, der kommer hen i disse Stillinger; det bliver altså stadig nye Steder af Ringens Spiraltråd, som skal forenes med denne tredje Ledning, som nylig blev omtalt.

Dette lader sig gøre på følgende simple Måde Fig. 186). På Ringens to Sider, ved *A* og *B*, trykker to fastsiddende,

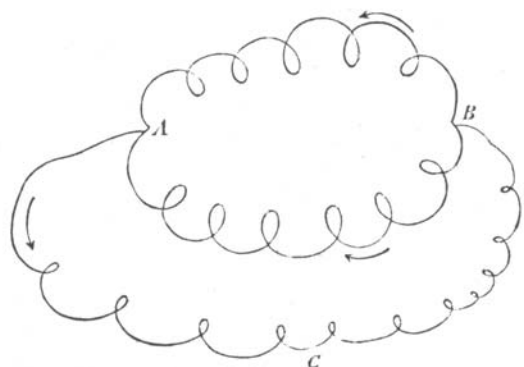


Fig. 185.

stive Metal fjedre sig ind imod den udefter blanke Tråd om Ringen, og disse Fjedre, forenede med en ydre Ledningstråd, udgør da den nævnte tredje Ledning *A C B* i Fig. 185. Under Ringens Omdrejning i den ved Pilen angivne Retning træder der da stadig en jævnt flydende, elektrisk Strøm ud ved *A* og løber hen til *B*.

Sådanne Maskiner kan give overordentlig kraftige Strømme med alle de Egenskaber, som Strømme fra

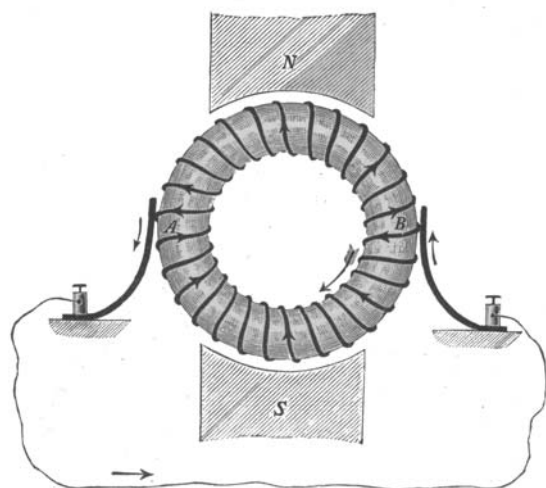


Fig. 186. En Dynamomaskine frembringer en elektrisk Strøm.

galvaniske Apparater er i Besiddelse af. Sådanne Maskiner leverer Elektriciteten, som nu i mange Byer bruges til elektrisk Belysning, til Motor drift, deriblandt elektriske Sporvogne med over- eller underjordisk Ledning; også i Galvanoplastikens Tjeneste er disse Maskiner tagne o. s. fr.

Frembringelsen af Elektricitet med disse Dynamoer er nemlig meget billigere end den, man får ved Hjælp af galvaniske Elementer.

Og så har Maskinen den store Fordel, at den hele Virksomhed kan vendes om. Vi drejede Ringen rundt og fik Strøm. Men man kan også udefra sende Strøm ind i den først stillestående Maskine, og se: den giver sig til at løbe rundt.

I Fig. 187 er Maskinen tegnet igen, men der er i den Ledningstråd, som forener de to Fjedre med hinanden, indskudt et galvanisk Apparat. Vi tænker os, at dette Apparat sender en Strøm afsted hen imod *B* — altså i samme Retning som den, hvori vi før fik Strøm, da vi drejede Ringen rundt med Urviserens Retning. Denne Strøm vil, når den kommer til *B*, dele sig i to Dele, af hvilke den ene løber til Fjederen ved *A* igennem Tråden omkring Ringens ene Halvdel, og den anden ligeledes til *A*, men igennem Tråden om Ringens anden Halvdel; begge Halvdele byder sig jo til som Ledning for Elektriciteten. I *A* forenes Strømmene altså igen og løber samlede ud i den ydre Ledning hen til det galvaniske Apparat.

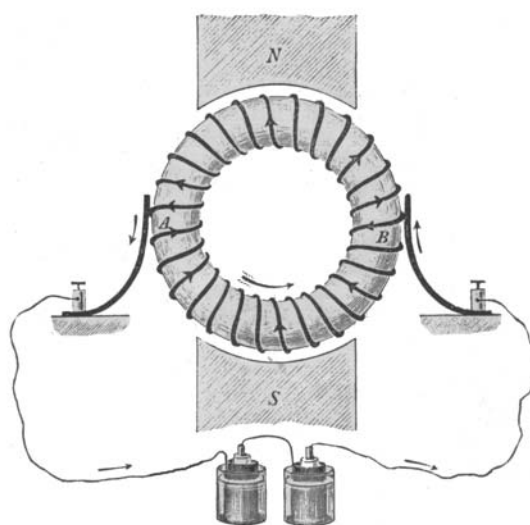


Fig. 187. En elektrisk Strøm sætter en Dynamo i Omdrejning.

Nu vil jo Strømmene om Jernringens to Halvdele magnetisere Ringen; ved at bruge sin højre Hånd på den vel bekendte Måde (se forøvrigt Fig. 184), opdages det straks, at begge disse Strømme giver Ringen en Nordpol ved *A* og en Sydpol ved *B*. Og så må den dreje sig! Thi Nordmagnetismen ved *A* stødes bort af *N* og drages hen til *S*; Sydmagnetismen ved *B* stødes bort af *S* og drages hen imod *N*. Disse Virkninger fører da til, at Ringen giver sig til at løbe rundt imod Urviserens Gang, altså i en Retning, der er modsat den, i hvilken vi måtte dreje Ringen for at få en Strøm i den ydre Ledning den Vej, som Batteriet nu leverer.

Vi tænkte os her, at der i Maskinens ydre Ledning var indskudt et galvanisk Apparat, som udviklede Strøm i Ledningen og derved foranledigede, at Dynamoens Ring kørte rundt. Man kunde jo imidlertid bytte det galvaniske Apparat med en anden Dynamomaskine og ved at dreje dennes Ring rundt skaffe den Strøm til Veje, som skal bringe den første Dynamos Ring til at løbe rundt. Forholdene er

www.sos.no

mos Ring til at løbe rundt. Forholdene er vist i Fig. 188. Man har altså to Dynamomaskiner, I og II, hvis Metalfjedre er

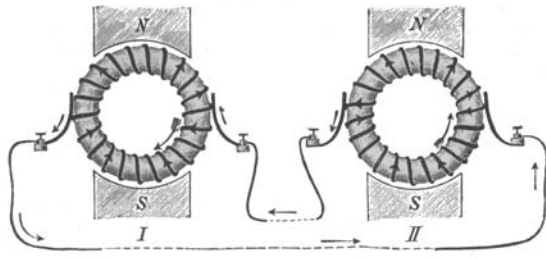


Fig. 188. To forbundne Dynamoer.

forbundne ved Ledningstråde med hinanden. Drejer man den enes Ring rundt (I), kommer også den andens Ring (II) til at løbe rundt!

Det her omtalte Forhold er af meget stor praktisk Betydning og vil sikkert i Fremtiden blive det i mange Gange større Grad. Thi her har vi Midlet til at flytte Arbejdskræfter i et Nu mange Mile fra et Sted til et andet.

Hvor der findes et stærkt Vandløb, kan man anbringe et Vandhjul eller en Turbine, og denne driver så en på Stedet anbragt Dynamo, d. v. s. den drejer dens Ring rundt. Sådanne Vandmotorer som de nævnte er meget billige Kraftmaskiner. Ved Ringens Omdrejning frembringes der Elektricitet, og denne kan nu ledes igennem lange Tråde (f. Eks. på Telegrafpæle) hen til et Sted, hvor man skal bruge Drivkraft, f. Eks. i en Fabrik. Her ledes Strømmen fra de lange Ledningstråde ind i en Dynamo, og dennes Ring løber så rundt og kan derved drive Arbejdsmaskiner som Drejebænke o. s. v. Dette kommer jo til Nytte, når der er Vandkraft tilstede et Sted, men Fabrikken må anlægges et andet Sted i større eller mindre Afstand derfra.

På denne Måde har man i de sidste År taget fat på at udnytte Niagaravandfaldet i Nordamerika; i dette Jordens mægtigste Vandfald styrter Vandet ned i en Højde af 190 Fod (60 Meter) i tre forskellige Løb, og her har man nu ledet noget af Vandet ovenfor Faldet af i Sidekanaler, hvor der er opstillet mægtige Turbiner, som driver Dynamomaskiner. Også de store Vandmasser i Faldet ved Trolldhätten agtes nu udnyttede på tilsvarende Måde. — Man har endog tænkt på at udnytte Tidevandet — Flod og Ebbe — på denne Måde: ved Flodtid (Højvande) ledes Vandet igennem Sluser ind i et Bassin, og dette Bassin tømmes igen, når det bliver Ebbe (Lavvande); under denne Udtømning passerer Vandet Turbiner, der så driver Dynamoer.

I Stedet for Vandkraften kan man også udnytte Vindkraften; Vinden driver en Motor — en Vindmølle som en af de gamle eller en Vindmotor som dem, man nu ser så ofte ude på Landet, ved Jernbanestationer o. s. v. — og denne Vindmotsors Aksel er sat i Forbindelse med en Dynamos Ring, så at Ringen kommer til at løbe rundt, når Vindmotoren er i Gang; man får derved Dynamoen til at producere elektrisk Strøm. Vinden er imidlertid uregelmæssig, medens Dynamo- en fordrer en jævn Gang; man må derfor have en

Regulator, som gør Dynamos Gang så temmelig uafhængig af Foranderligheden i Vindens Styrke, og på denne Sag har især Paul la Cour i Askov arbejdet.

Med Hensyn til Dynamomaskinernes Indretning skal det tilføjes, at man i Stedet for to kraftige Magnetpoler ud for Ringen, således som vi har talt om, også kan anbringe flere, men så må der også flere stive Kobberfjedre til at lede de i Ringtrådens Stykker inducerede elektriske Strømme ud til den ydre Ledning; Magnetpolerne må da skifte i Orden — efter en Nordpol følger en Sydpol, så en Nordpol, så Sydpol o. s. fr. — og midt imellem to Magnetpoler er der en Fjeder, som klemmer sig ind imod Ringens Tråd, og som er i Forbindelse med den ydre Ledning. — Magnetpolerne kan endelig også være anbragte indenfor Ringen i Stedet for udenfor Ringen. Således er f. Eks. de store Dynamomaskiner indrettede, som findes på den elektriske Centralstation i København; indenfor den med tyk Kobbertråd omviklede Jernring sidder der 6 Magnetpoler, og midt imellem dem 6 Kobberfjedre, der ligger an imod den på Ydersiden blot liggende, blanke Kobbertråd.

Det blev ovenfor sagt, at de kraftige Magnetpoler, der skal befinde sig enten udenfor Ringens Omkreds eller, som nylig nævnt, indenfor Omkredsen, var Enderne af Elektromagneter, fordi man i sådanne kan frembringe Magnetpoler, som er langt kraftigere end dem, man kan fremkalde ved at magnetisere Stål; det erindres, at en Elektromagnet er Jern, som er omviklet med en isoleret Ledningstråd, og i samme Øjeblik der sendes en Strøm ind igennem denne Tråd, bliver Jernet, som den omslutter, magnetisk. Det nærmere herom findes på Sp. 107 o. flg.

Man vil nu spørge: hvor skal denne Strøm komme fra, som i Dynamoerne skal kalde de mægtige Magnetismer tillive? Man kunde her tænke på at bruge et galvanisk Apparat eller en mindre Dynamo, men man bærer sig ad på den simple Måde, at man lader Maskinen selv besørge det. Hvorledes er dette muligt? Jo derved, at en Del af den Strøm, som Maskinen frembringer, ledes igennem Vindingerne omkring Elektromagneterne. Fig. 189 antyder dette for os. Når Jern nemlig én Gang er bleven kraftig magnetiseret, så er det

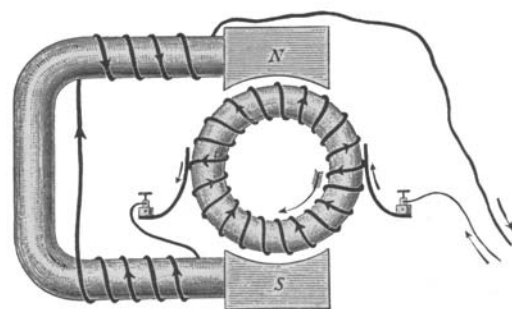


Fig. 189. En Dynamomaskine, der selv magnetisere sin Elektromagnet.

aldrig fuldstændig blottet for Magnetisme; der er et ringe Spor af Magnetisme i det. Når det nu er Tilfældet med

www.177.dk

ELEKTRICITETEN.

Jernkærnen, Maskinens Elektromagneter, og man så sætter Maskinen i Gang, da sker der følgende: de svage Elektromagneter giver en svag Strøm, men da en Del af den ledes omkring Elektromagneterne, bliver disse kraftigere og giver derfor en stærkere Strøm; denne stærkere Strøm gør igen Elektromagneterne kraftigere, disse giver en endnu stærkere Strøm o. s. v.; Magnetismen og Strømmen arbejder altså hinanden hurtig op, og ikke længe efter, at Maskinen er sat i Gang, er der en af Omdrejningshastigheden afhængig Styrke i Magnetpolerne og en dertil svarende Styrke af Maskinens Strøm.

Dynamomaskiners Anvendelse. Elektriske Sporvogne og Både m. m.

Vi har allerede i det Foregående berørt nogle Anvendelser af Dynamoer; vi vil dog dvæle noget endnu ved dem.

Først og fremmest bruges Dynamoer til at frembringe elektriske Strømme, og for at dette skal ske, må Dynamoens Ring med den omviklede Tråd drejes rundt. Dette kan som nævnt ske f. Eks. ved Hjælp af en Dampmaskine eller af en anden Kraftmotor. På en stor Bys elektriske Centralstation er der flere sådanne Dampmaskiner, hver drivende sin Dynamo. De elektriske Strømme, som herved frembringes, ledes igennem underjordiske Kabler ud i Byen i forskellige Retninger, og ved Stikledninger ind i Husene tilvejebringer man en Masse små Afløb for Elektriciteten. Denne føres ind i elektriske Buelamper eller Glødelamper, når Elektriciteten skal benyttes til at give Lys, eller i små Dynamoer i Fabrikker eller på Værksteder, hvilke Dynamoer derved kan sættes i Gang (se ovenfor), eller i elektriske Opvarmningsapparater, som er omtalte på Spalte 149.

I Ledningerne »står« der altid Elektricitet, ligesom der i Gasledninger altid står Gas, i Vandledninger Vand. Ligesom man ved at dreje på Haner kan få Gas og Vand ud af de respektive Ledninger, når man ønsker det, således kan man også ved en Art Hane få Elektriciteten fra Ledningen til at strømme ind i en Lampe, en elektrisk Motor o. s. v. Ofte står Elektriciteten i Ledningen med en Spænding på 110 á 112 Volt; de almindelige Glødelamper er indrettede således, at der skal en Spænding af denne Størrelse til, for at Elektriciteten, når den flyder ind i Glødelampens Kultråd, opheder denne så stærkt, at den lyser med den rette Styrke.

Nu er der jo nogle Timer på Døgnet, hvor der fordres meget Lys omkring i Byen, medens Forbruget til andre Tider er mindre, ja næsten Nul. Alt efter det forskellige Forbrug sættes der på Centralstationen flere eller færre Dynamoer i Virksomhed; men da det jo let hænder, at f. Eks. to Maskiner er for lidt, men tre for meget, så bruges der i dette Tilfælde tre Maskiner, men den Elektricitet, som der så er tilovers, den fører man ind i et Akkumulator-batteri, som findes på selve Stationen, og der benyttes den så til at »lade« dette Batteri, d. v. s. den sætter Batteriet i Stand til at give strømmende Elektricitet fra sig (se Sp. 139); den kommer derved til at gøre Nytte, thi på Tider af Døgnet, hvor Elektricitetsforbruget

er meget lille, lader man Dynamoerne stå ganske stille, og dette Akkumulatorbatteri besørger hele Leverancen af Elektricitet.

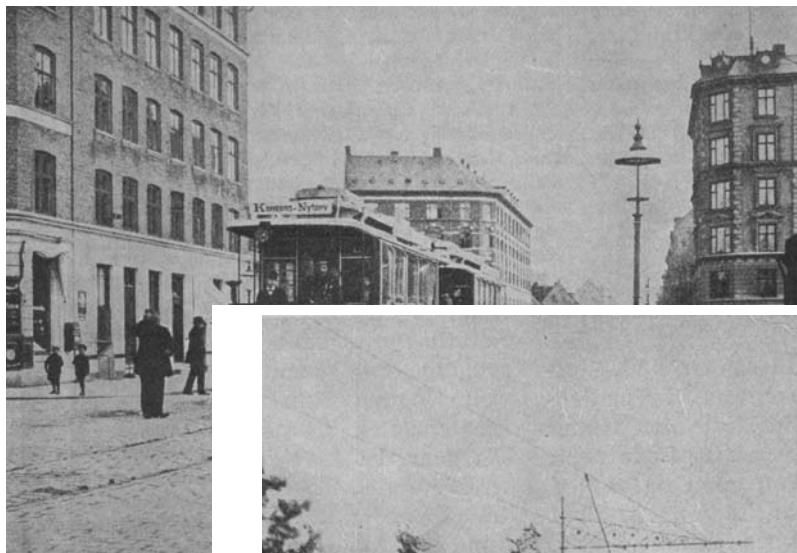
I Jernbanetog har man ofte elektrisk Belysning. Der er da en Dynamo og et Akkumulatorbatteri med Toget; Lokomotivet bruger lidt af sin Kraft til at drive Dynamoer, og Strømmen fra denne føres så dels ud til Lamperne i Toget, dels ned i Akkumulator-batteriet, hvorved dette bliver »ladet«, d. v. s. bliver sat i Stand til at give Strøm fra sig. Når så Toget standser, og Dynamoer derved kommer til at stå stille, bliver ved en selvvirkende Mekanisme Strømmen fra Batteriet sendt ud til Lamperne, så at disse kan brænde videre, og det sker på en sådan Måde, at Forandringen på Lyset slet ikke mærkes. Når Toget atter sættes i Gang, tager Dynamoer fat igen og leverer Elektricitet såvel til Lamperne som til Batteriet, så at dette kan få den Kraft tilbage, som det tabte ved at tages i Brug under Togets Standning.

Elektriske Sporvogne kan drives frem på forskellige Måder.

Der kan f. Eks. i Vognens Bund stå såvel et Akkumulatorbatteri som en Dynamo. På Endestationen »lader« man Batteriet, og Strømmen, som er fornøden hertil, får man fra en i Maskinhuset fast opstillet Dynamomaskine. Når Vognens Batteri er ladet færdig, og Vognen nu skal sættes i Gang, slipper man ved en simpel Mekanisme, der drejes med et Håndtag, Strømmen fra Batteriet ind i Vognens Dynamo; dennes Ring giver sig da til at løbe rundt, og da Ringens Aksel er sat i Forbindelse med Vognens Hjul, så giver disse sig også til at løbe rundt, og Vognen kører frem ad Skinnerne. Vil man sagte Vognens Gang, skyder man ved Drejning på Håndtaget mere Tråd ind i Ledningen fra Batteriet til Dynamoer, så at Strømmen bliver meget svagere, og Dynamoer får en langsommere Gang; skal Vognen standses, drejer man af, således at Elektriciteten ikke kan komme ind i Dynamoer, og så går det hele straks i Stå.

Et andet Princip for elektrisk Sporvejsdrift er dette alene at have en Dynamo stående på Vognens Bund og så under Gangen lede Elektricitet udefra til Vognen og ind i dens Dynamo, så at denne derved kan komme i Gang og drive Vognen frem. Elektriciteten skal da komme fra Endestationen, hvor der er opstillet en stor Dynamo, som drejes rundt af en Dampmaskine; Strømmen føres til Vognen igennem en Ledning, der enten ligger oppe i Luften hen over hele Sporvejslinjen eller ligger i et Rør, der er gravet ned i Jorden under hele Linjen, og Strømmen går tilbage til Stationen igennem Skinnerne. Underjordisk Ledning bruges dog ikke meget, så at vi alene vil holde os til det første Arrangement. Vognen kører altså hen under en blank, tyk Kobbertråd, og fra den føres Strømmen ned i Vognen således: en Stang, der kan fjedre, går skråt op fra Vognens Overdel og trykker ved sin Spændighed et lille Metalhjul op imod Luftledningen, og fra dette Hjul kan den elektriske Strøm slippe ned i Vognen igennem en Tråd, som støtter sig til den nævnte Stang.

Luftledningen, der går hen over hele Sporvejslinjen, kan



Fig

enten bæres af Master, hvorfra der går Arme ud til Siden, således som på Fig. 191; eller endvidere altid et Krafttab Sted, når Endestationens den bæres af svære Tvertove, der er spændte ud imellem to Rækker Master, der går langs begge Sider af Sporvognslinien, eller spændt imellem Husene på Gadens to Sider.

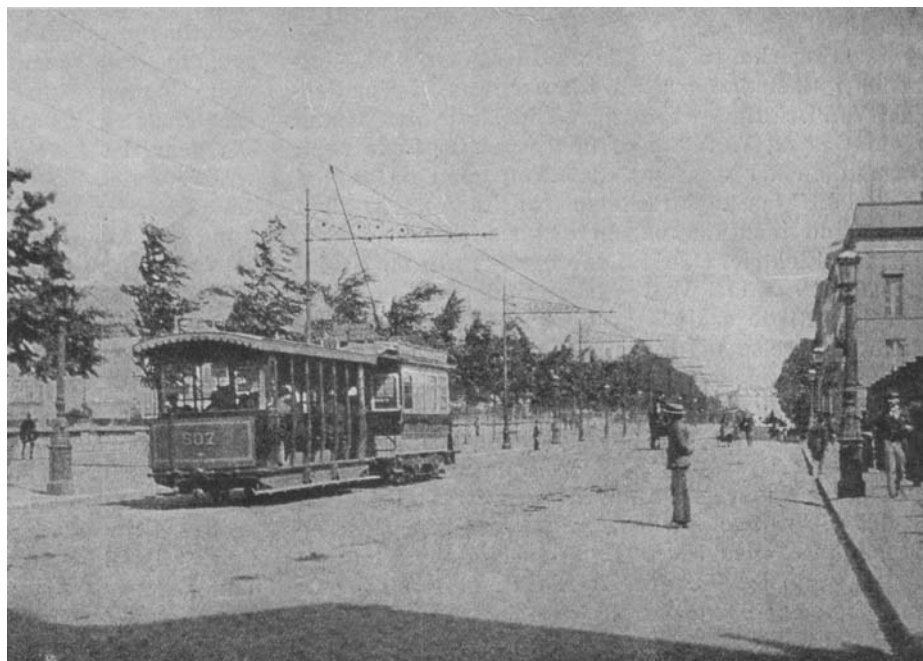


Fig. 191. En elektrisk Sporvogn med Luftledning.

Af disse to Principer er det førstnævnte det mest ideelle: Vognen kører hen ad Skinnerne ganske fri for elektrisk Forbindelse med Endestationen. Man er endvidere fri for dette System af Ledninger, Sidearme og Tove oppe i Luften, som hindrer det frie Syn ned ad en Gade eller hen over en Plads, og som jo aldrig kan virke forskønnende, selv om man ved smukke Jernmaster og med Kunst udførte Sidearme samt på andre Måder kan gøre det hele så tiltalende som vel muligt.

Men Akkumulator-Systemet har sine Ulæmpere, der indtil videre i alt Fald har sat det langt tilbage i Udbredelse for Luftlednings-Systemet (som 1 til 10). Akkumulatorerne er nemlig meget tunge, da Hovedmassen i dem jo er Bly, og Vognens Vægt bliver ved dem forøget med 20—50 pCt; der bliver altså en større Vægt at drive frem, og der sker et stærkere Slid på Skinnerne; dernæst vil den ständige Rystelse under Kørslen bidrage til, at

indskrænkede.

Begge Systemer kan iøvrigt anvendes samtidig. Man bruger da Akkumulator-Vogne, som desuden er forsynede med den skrå Stang med Metalhjul, der tjener til at lede Strøm ned i Vognen fra en Luftledning. Vognen føres frem ved Hjælp af Akkumulatorerne på de Strækninger, hvor man af forskellige Grunde ønsker at være fri for Luftledningen, og på de andre Strækninger, hvor Luftledningen findes, lægges Kontaktjulet an imod den, og den Strøm, der nu føres ned i Vognen, benyttes da dels til at drive i Vognen frem og dels til at lade Akkumulatorerne igen, så at de får deres gamle Styrke tilbage og derved påny kan afgive Drivkraften, når Luftledningen forlades.

Elektriske Sporvogne kan magte større Stigninger i Terrænet end Heste-Sporvogne vel kan gøre det, og man kan hefte andre Vogne bagpå, der ikke har nogen selvstændig

ELEKTRICITETEN.

Drivkraft i sig. Man kan opnå langt større Kørselshastighed. Da man har Elektricitet i Vognen, kan denne oplyses elektrisk. Og de giver større økonomisk Udbytte. Men også Heste-Sporvogne har jo deres gode Sider.

Fra Sporvejsdrift er man også gået over til at indføre elektrisk Jernbanedrift efter ganske de samme Systemer.

Elektriske Både drives frem på ganske samme Måde som elektriske Akkumulator-Vogne. Her er Akkumulatorernes store Vægt ikke nogen Ulempe, da Båden alligevel skal have Ballast, og denne kan Akkumulatoren altså afgive; heller ikke har man de stærke Rystelser, som i Sporvognene kan afstedkomme Ødelæggelse af Akkumulatorpladerne. Der er imidlertid Grænser for, hvor længe Båden kan være tilsøs, thi efter en vis Tids Forløb må den til Land, for at Akkumulatorene kan blive ladede påny.

Elektriske Motorvogne, som kører på almindelige Veje og Gader, kommer efterhånden i Brug; i London o. a. Steder kan man køre med elektriske Droscher; de bageste Hjul er Drivhjul, med de forreste styres der.

Elektriske Luftskebe har man også forsøgt på at indrette: En »Ballon« af Form som en vældig Cigar drives frem i Luften af en Art Skibsskrue, der sættes i Bevægelse af en lille Dynamo, som får Strøm fra et ladet Akkumulatorbatteri, som Luftskebet fører med sig.

TELEFON OG MIKROFON.

Vi har set (Sp. 114 og flg.), hvorledes den elektriske Strøm kan bruges til hurtig at føre Meddelelser fra ét Sted til et andet; Modtageren får ved Telegraferingen Meddelelsen i skriftlig Form. Ved Telefoneringen kan Tale og Musik føres fra et Sted til et andet ved Hjælp af den elektriske Strøm, og utvivlsomt har den fysiske Videnskab her fejret en af sine største Triumfer, og det i så meget højere Grad, som Apparaterne, hvormed dette kan ske, er overmåde simple i deres Indretning.

For ret at forstå, hvad der her er Tale om, vil vi begynde med at gøre opmærksom på, at en Tone opstår ved meget hurtige Svingninger af det tonende Legeme; disse Svingninger overføres til den omgivende Luft, og i denne breder de sig med en Fart af noget over 1000 Fod i Sekundet. Når Lydsvingningerne i Luften støder på en tynd Hinde, optager denne så at sige Svingningerne i sig; vor Trommehinde optager således de Svingninger, der trænger ind i vort Øre og forplanter dem videre indefter, hvad der er Årsagen til, at vi kommer til at høre. Talen er en Række Toner med forskellig Klangfarve; Talen beror altså også på hurtige Svingninger.

Og for nu let at forstå den Måde, hvorpå Elektriciteten kan forplante Toner fra ét Sted til et andet langt borte, betragter vi Fig. 192. På hvert af de to Steder er der en Stålmagnet (*NS* og *NSI*), omviklet ved sin ene Ende med en overspunden Kobbertråd, og disse to Trådspiraler danner et sluttet Kredsløb med hinanden. For den ene Ende af hver Magnet er der i ringe Afstand derfra en meget tynd Plade af blødt Jern, hvilken er gjort fast ved sin Rand; Tykkelsen er omtrent en Hundrededel af 1 Tomme. Denne Jernhendes Midte drages lidt ind imod Magneten, thi hvis den som i

Figuren er ud for Magnetens Nordende, så magnetiseres den således heraf, at den får Syd magnetisme (*s* og *s'*) i Midten.



Fig. 192. Principet for Telefonen.

Bøjer vi nu den ene Jernhendes Midte rask lidt mere ind imod dens Magnet, så går i samme Øjeblik den anden Hendes Midte også nærmere hen imod sin Magnet; Forklaringen herpå er følgende: Når *PP*'s Midte *s* går ind mod *N*, så bliver denne *N* derved lidt stærkere magnetisk; men det, at den bliver stærkere, fremkalder — således som vi har lært det under Afsnittet om Induktionen — en Induktionsstrøm i Trådrollen udenom, og denne Strøm må, efter hvad vi har set om Induktionsstrømmenes Natur (Sp. 151), have en sådan Retning, at den søger at forhindre dette; det må altså være en Strøm, som søger at skabe en Sydpol ved *N*, og da er Retningen given; den ses af Piletretningen midt på *SN* (brug højre Hånd!) Denne Strøm, der kun varer et Øjeblik, løber jo igennem den hele Ledning og bl. a. altså også igennem Rullen om *NSI*; her løber Strømmen således, at den (brug højre Hånd!) gør *NI* stærkere nordmagnetisk, end den var i Forvejen, og da må den trække Midten af *PP* stærkere ind til sig.

Fjernes Midten af *PP* fra *N*, så kommer der en kortvarig Strøm i den modsatte Retning af før; *NI* vil da blive lidt svagere nordmagnetisk et Øjeblik og kan da ikke trække Midten af *PP* så meget til sig; denne svinger altså et Øjeblik væk fra *NI*.

Når altså den ene af de to tynde Plader sættes i Svingninger frem og tilbage, så udfører den anden Plade ganske de samme Svingninger.

Efter det her omtalte Princip er den engelsk fødte Amerikaner *Graham Bell*'s Telefon (1876) indrettet; dens Indre ses i Fig. 193, dens Ydre i Fig. 194.

Telefonen består af et Hylster af Træ eller Ebonit af den i Figuren angivne Form; *A* (Fig. 193) er Magneten med

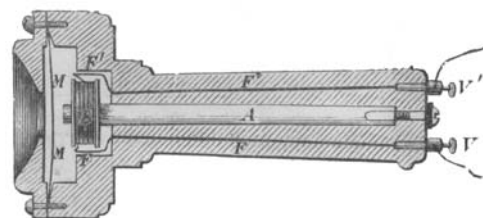


Fig. 193. Telefonens Indre.

Trådrollen *B* om sin ene Ende; denne Rulles to Ender *F* og *F'* fører hen til Klemeskruerne *V* og *V'* hvorfra Trådene hen til den anden Telefon udgår. *M* er den tynde Jernplade, der er spændt fast i Hylsteret ved sin Rand, og lige ud for *M* har

Hylsteret et Mundstykke, imod hvilket man holder Munden, når man skal tale i Telefonen, og Øret, når man skal høre i den.

Taler man nu imod den ene Telefon, så sættes dennes Jernplade i en Række af ganske bestemte, på Talen beroende Svingninger, og, som det er forklaret nylig, kommer derved den anden Telefons Plade til at udføre ganske de samme Svingninger; disse Svingninger meddeler sig til Luften og fra denne atter til et i Nærheden værende Øre. Når de to Telefoner er i stor Afstand fra hinanden, er det mest økonomisk kun at have én Forbindelsesledning imellem dem og så fra den anden, frie Klemkrue på begge Telefoner føre Tråde ned til Plader i Jorden, ligesom det gøres ved den elektriske Telegrafering (se Sp. 115—116).

Dersom man i Ledningen, der forbinder to Telefoner, indskyder et galvanisk Element, går Telefoneringen ligeså let for sig. Der er da en Strøm til Stede i Ledningen i Forvejen, og de Induktionsstrømme, som opstår ved Telefoneringen — man kunde sige de hurtig på hinanden følgende Strømsløb, der i skiftende Retninger sendes ud i Ledningen, — vil da henholdsvis forøge eller formindske lidt den alt tilstedeværende Strøms Styrke, men dette fremkalder så i Høre-Telefonen ganske de samme Svingninger som før.

Imidlertid bliver Talen, når man bærer sig ad på den her omtalte Måde, d. v. s. bruger samme Slags Apparat både til at tale i og høre med, utydelig på større Afstande og uhørlig allerede ved en Afstand på nogle få Hundrede Fod. Talen på

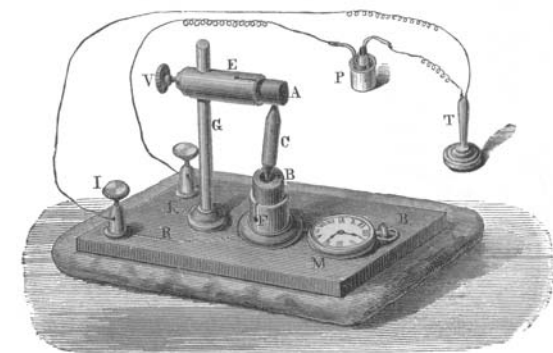


Fig. 195. En Mikrofon forbunden med en Telefon.

mange Mils Afstand er bleven mulig ved at benytte et andet Apparat til at tale i end Bells Telefon og så alene bruge denne til at høre med; denne nye Tale-Telefon hviler på samme Grundlag som Mikrofonen, og det vil da være lettest at høre lidt om den først.

Mikrofonen tjener til at opfatte meget svage Lyd, ja selv

Lyd, der er så svage, at de ikke kan opfattes direkte af Øret; og så kan denne svage Lyd endog føres langt bort. Fig. 195 viser en af Formerne for en sådan Mikrofon.

På en Plade eller Kasse af tyndt Træ står en Metalstang *G*, forbunden med Klemkrue *K*, og et Metalrør *F*, som bærer et lille rundt Stykke Kul *B* med en lille Fordybning foroven, forbunden med Klemkrue *JT*. Fra *G* går ud til Siden en Messing-holder *L*, der bærer Kulstykket *A*, som har en lille Fordybning på Undersiden. Imellem *B* og *A* står der en Kulstang *C*, hvis to noget tilspidsede Ender hviler løst i Fordybningerne. En Ledning udgår fra *I* og *K*, og i den er indskudt et galvanisk Element *P* og en Bells Telefon *T*. Følger vi Ledningen rundt, ser vi, at der er et sluttet Kredsløb til Stede, og Elementet *P* sender Strøm igennem det.

Lægger man nu et Ur på Mikrofonpladen, så vil Urets Dikken høres overmåde tydelig i Telefonen. Urets Slag sætter nemlig Pladen i fine Svingninger, og derved kommer Kulstangen *C* ligesom til at ryste lidt; men under disse ganske usynlige Rystelser bliver Berøringen imellem dens Ender og de to Kulstykker, som den hviler ind imod, skiftevis mere og mindre inderlig; en stærkere Berøring bevirker, at der her bliver lidt mindre Modstand for Strømmen at overvinde, så at Strømmen det Øjeblik bliver lidt kraftigere, medens en svagere Berøring giver større Modstand og altså svagere Strøm. Disse hurtige Vekslinger i Strømmens Styrke indvirker på den ovenfor beskrevne Måde på Telefonen *T*; dennes Jernplade kommer i Svingninger, og Urets Dikken bliver således hørlig. Går et Insekt hen over Pladen, kan også dette høres.

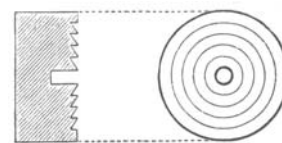


Fig. 196.

Mikrofonen stilles på et blødt Underlag, som forhindrer fremmede Lydsvingninger fra at nå Pladen og påvirke den.

På samme Princip beror som sagt den Tale-Telefon, som

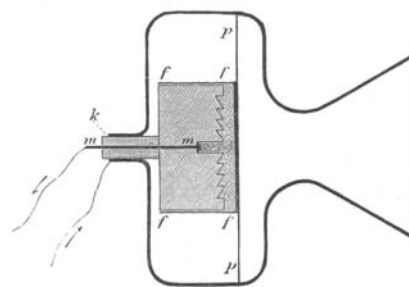


Fig. 197.

nu almindelig anvendes. Jo flere bevægelige Berøringssteder der er imellem Kullene, desto større bliver også de Variationer i Strømmens Styrke, som man kan fremkalde ved Pladens Svingninger, og desto kraftigere høres Lyden i Telefonen; derfor bruges mange små Kulkorn.

ELEKTRICITETEN.

I *Tale-Telefonen* er der et cylindrisk Stykke Kul, hvis ene Ende flade har ringformige Furer foruden et dybere Hul i Midten; denne lille Kulkreds ses i Fig. 196 : til venstre i Gennemsnit og til højre den furede Overflade.

Udvendig at se til er *Tale-Telefonen* et rundt Metalhylster med Taletragt, således som det ses i Fig. 197. Lige indenfor Talerøret er der udspændt en ganske tynd Jern plade *pp*, og bag ved den i lille Afstand derfra findes den nys nævnte

galvanisk Element og til en Telefon, således at det hele danner et sluttet Kredsløb ; kommer Strømmen ind i *Tale-Telefonen* i Hylsteret, så går den herfra til Pladen *pp*, fra denne igennem Kulpulveret og Kulstykket til Messingstangen *mm* og så derfra videre.

Tales der så imod Pladen *pp*, sættes denne i Svingninger, og Talen høres i Telefonen.

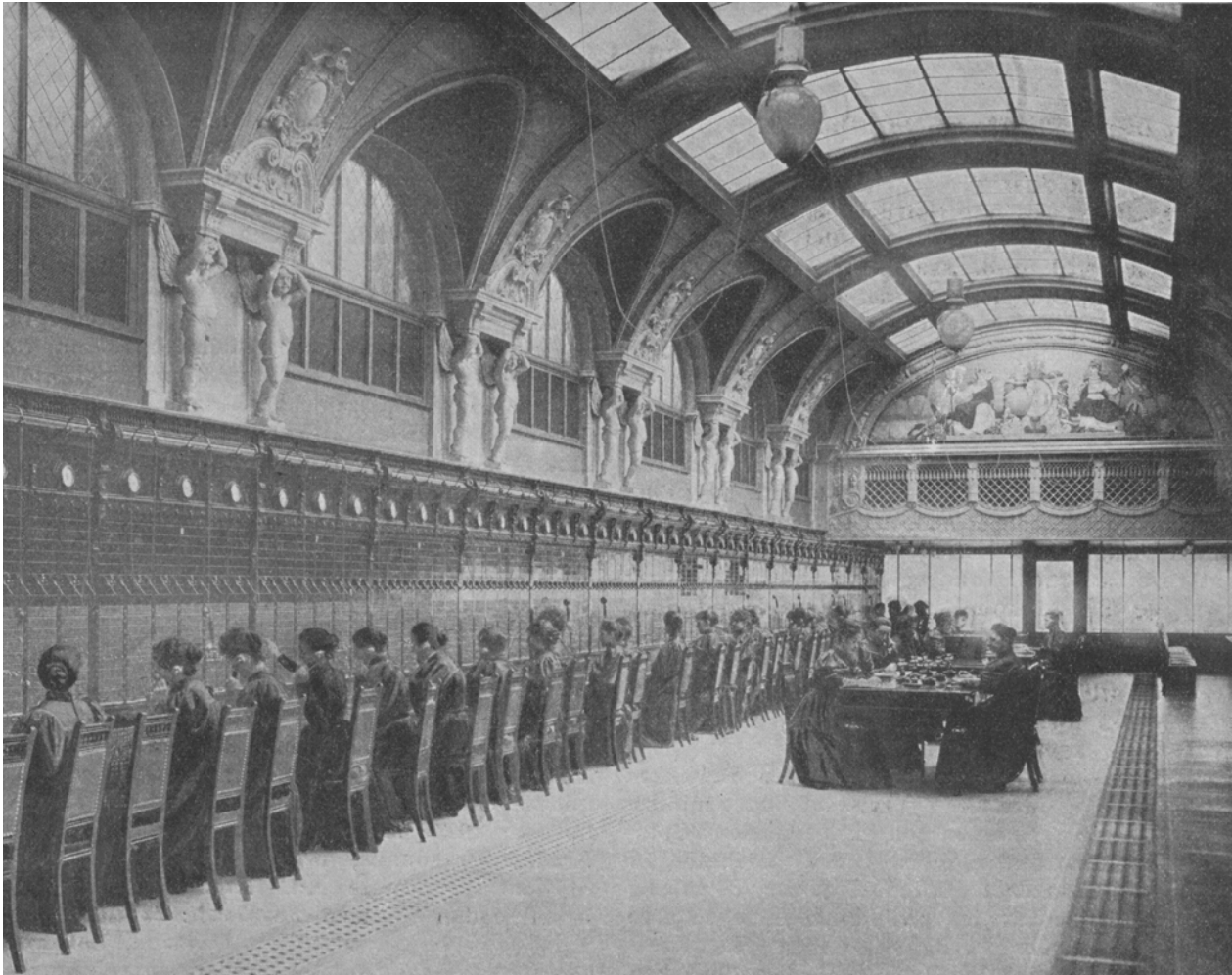


Fig. 198. Telefonsalen i det københavnske Telefonselskabs Centralstation.

Kulkreds, omgivet af et tyndt Flonelhylster *ff*, som når ud til Pladen *pp*. Der bliver altså et lille Rum imellem *pp*, Flonellet og den furede Forside af Kullet; dette Rum er fyldt med Kulpulver; *pp* bærer på Midten af sin Bagside — der hvor den har Kulpulveret bag sig — en tynd, forgyldt Messingplade. Igennem Kullet går en Messingstang *mm*, og i Hullet i Midten er der lagt Vat eller et andet blødt Stof, som når helt ud til Pladen *pp* og tjener til at dæmpe dets Svingninger noget. Der hvor *mm* går ud af Metalhylsterets Bagside er der et isolerende Ebonitrør *k* om den.

Ledningstråde udgår fra Stangen *mm* og fra Metalhylsteret, der er omkring det hele, og disse Tråde fører hen til et-

Det vil føre for vidt her at gå dybere ind på de Indretninger, der må til for at gøre Telefonen praktisk anvendelig. Der er en Centralstation, hvorfra der går Ledninger ud, enten oppe i Luften anbragt på Telefonstænger som Telegraftråde på Telegrafstænger, eller nedlagte i Rør i Jorden; til hvert af de Steder, hvor der er en Telefon, fører der en Ledning. Hver Telefon har sit Nummer; når en vil føre en Telefonsamtale med en anden, ringer han først Centralstationen op; han meddeler Stationen, hvilket Nummer han vil tale med, og Stationen forbinder da hans Ledning med Ledningen til den, der skal tales med, og kalder samtidig ved Ringning på denne anden. Da der jo som Regel vil være flere, der samtidig vil føre Telefonsamtale, så er der på store Stationer en Mængde

NATUREN OG DENS KRÆFTER.

Mennesker beskæftigede med at sætte Telefon-Indehaverne i Forbindelse med hinanden efter deres Ønsker (Fig. 198).

I en Telefon kan man ofte høre svage Samtaler, der ikke kommer en ved: dette hidrører fra Induktion, idet de Strømsvingninger, som Tale frembringer i én Ledning, virker inducerende på nærliggende Ledninger, der er sluttede.

Telefonledningssystemet er ligesom Telegrafledningssystemet forsynet med Indretninger, der uskadeliggør eventuelle Lynnedslag, og Telefonnettet, der er spændt ud over Husene i en By, virker i betydelig Grad beskyttende imod Lynets ødelæggende Virkninger.