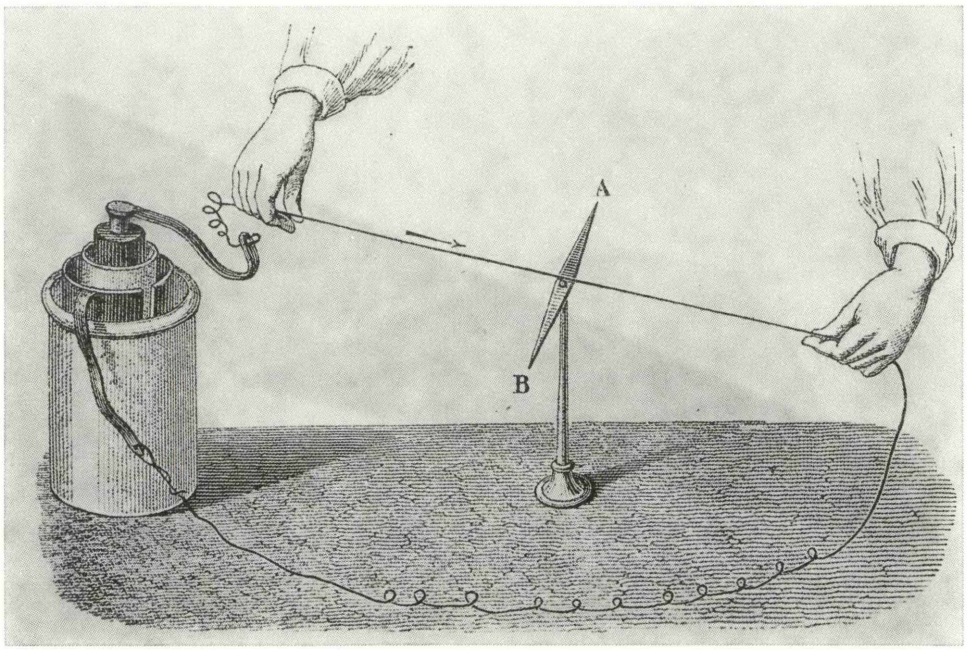
Hans Christian Örsted och elektromagnetismens födelse — ett 150-årsminne

Av STIG EKELÖF

Tekniska Museets Vänners årsstämma den 20 april 1970 ägnades åt 150-årsminnet av upptäckten av elektromagnetismen.
Stig Ekelöf — professor i elektricitetslära vid Chalmers Tekniska Högskola — höll vid detta tillfälle det här återgivna föredraget.

Det är i år 150 år sedan Örsted upptäckte elektromagnetismen. Troligen var det någon gång under våren 1820, som han först utförde sitt berömda experiment. Örsted fann, uttryckt på modernt språk, att den elektriska strömmen utövar krafter på en magnetnål — eller en smula mera vetenskapligt formulerat — han upptäckte den elektriska strömmens magnetiska fält. Men vid tiden för upptäckten fanns varken någon term elektrisk ström eller magnetiskt fält.

Med dagens resurser är det ytterligt enkelt att utföra Örsteds experiment, så enkelt, att det kostar en viss ansträngning att inse, att det i själva verket rör sig om en av fysikens stora omvälvande upptäckter — med säkerhet den största, som gjorts i de nordiska länderna.



Örsteds experiment. Magnetnålen befinner sig under ledaren, som för ström från vänster till höger; nålens nordpol A söker sig in i papperet. (Ur A. Ganot: Cours de physique. Paris 1858.)

Örsteds liv och verksamhet

Örsted var inte bara den store upptäckaren av elektromagnetismen — för många elektroingenjörer är han förresten i dag inte ens det utan på sin höjd en magnetisk enhet! Örsted var en rikt och mångsidigt begåvad man. Med rastlös verksamhetsiver åstadkom han ett imponerande livsverk, som grep in på många olika områden. Han tycks dessutom ha varit en sällsynt god människa.

Hans Christian Örsted levde mellan åren 1777 och 1851. Han föddes i den lilla staden Rudköbing på Langeland. Rudköbing var och är ett mycket litet samhälle; det fick sina stadsprivilegier ungefär samtidigt med Stockholm, men har än i dag mindre än 5 000 invånare. Örsteds far var apotekare i den lilla staden. Hans Christian var den äldste i en stor syskonskara; av syskonen skall jag bara nämna hans ett år yngre bror Anders Sandöe, som växte upp till att bli Danmarks största namn på juridikens område. De båda bröderna var under uppväxt- och studentåren oskiljaktiga som tvillingar. Någon ordentlig skola tycks det inte ha funnits i Rudköbing, kunskaper fick inhämtas på annat sätt; det är intressant att se, hur bildningsgången den tiden kunde gestalta sig för två begåvade pojkar, som så småningom skulle nå kunskapsstegens topp.

I staden fanns en tysk perukmakare Oldenburg. Peruker började vid den tiden komma ur bruk och så var perukmakaren och hans hustru glada att mot ersättning få hjälpa Örsteds att ta hand om de bägge pojkarna. Perukmakaren lärde dem tyska ur en tysk bibel och madam Oldenburg lärde dem danska ur en dansk katekesförklaring. Så fick de språk och religion på en gång. Och det var en noggrann undervisning — stod det Sankt, förkortat St., framför ett apostlanamn, så skulle det också uttalas s-t! Men pojkarna hade ovanligt lätt för sig — resultatet blev gott — och perukmakaren fick ett egentligen alldeles oförskyllt anseende som utomordentlig pedagog! Addition och subtraktion stod perukmakaren också till tjänst med, men sedan var det slut med hans matematiska kunskaper. Multiplikation kunde i stället en äldre kamrat lära ut. Kunskaper i division tycks däremot inte ha varit så vanliga i Rudköbing — där fick bröderna lov att anlita prästen. Latin och grekiska lärde de av en f.d. teologie studerande, fortsatt matematik av lantmätaren och teckning av en bagarlärling. Och slutligen, stadens borgmästare hade fått intresse för pojkarna och lärde Hans Christian franska och Anders Sandöe engelska. Sedan lärde pojkarna varandra det

andra språket, de hjälptes alltid åt. Varför borgmästaren bara hade en elev åt gången förtäljer inte historien.

1794 for pojkarna till Köpenhamn och efter ett halvt års privatundervisning klarade bägge med glans inträdesexamen till universitetet. Hans Christian var då 17 år. Anders Sandöe ägnade sig åt juridiken, Hans Christian var intresserad av kemi och fysik. Men det var den gången inga självständiga ämnen vid Köpenhamns universitet — vägen gick över farmaci och medicin.

Bröderna höll troget ihop; de fick middag hos en faster och de hade hela tiden gemensam penningbörs utan att någonsin komma i tvist. Ekonomin klarades med privatundervisning. Då deras jämnårige vän, skalden Oehlenschläger, beskriver dem, får man en vision av Sten Selanders bondestudent:

"Den første Vinter, jeg kiendte dem, gick de i lange Kavaier, der naesten naaede dem till Hælene, som Slaaprokker; Arm i Arm klamrede de sig fast, og holdt sig til hinanden, saa at de næsten lignede et sammenvoxet Tvillingpar."
"Nu besøgte jeg dem ofte paa Ehlers Collegium. — — — Som i en dunkel Munkecelle sadde Ørstederne her alvorlige tause og *studerede!*"

Anders Sandöe gifte sig för övrigt senare med Oehlenschlägers syster.

Hans Christian hade vida intressen. Det var inte bara kemi och fysik, farmaci och medicin utan också humaniora, framför allt filosofi. 1796 fick han guldmedalj för svaret på en prisuppgift i estetik rörande prosans och poesiens språk. 1798 fick han medalj för en medicinsk prisuppgift om fostervattnet. 1797 avlade han sin apotekarexamen, länge ryktbar för examinandens lysande kunskaper. 1799, 22 år gammal, fick han så doktorsgraden på en avhandling om "Grundtraekkene av Naturmetafysiken". Örsteds filosofiska intressen gällde framför allt den tyska naturfilosofin. Han blev starkt gripen av idén om naturens enhet, om släktskapen mellan de olika naturfenomenen. Så är det följdriktigt, att han blev den som skulle lyckas förena elektricitet och magnetism. Men dit var det ännu tjugo år.

Under studietiden tjänstgjorde Örsted ofta på sin fars apotek i Rudköbing. Apoteket och inredningen finns kvar än i dag. Åren 1800—1801 vikarierade han som föreståndare för apoteket Lejonet i Köpenhamn. Löve-apoteket är Köpenhamns äldsta. Det finns kvar — gå Ströget fram från Rådhusplatsen — det ligger i början, på höger sida.

Åren 1801—1804 gjorde Örsted sin första stora utländska resa, till Tyskland och Frankrike. Den blev av stor betydelse för honom, icke minst fick han tillfälle att ta del av och diskutera de nyaste elektriska rönen. Hemkommen gick han tillbaka till universitetet; 1806 blev han extra ordinarie professor i fysik, Danmarks första fysikprofessor sedan man på 1730—40-talet ersatt landets enda fysikprofessur med en i teologi!

Ordinarie professor med säte i konsistorium blev Örsted först 1817. Så kom 1820 hans stora elektromagnetiska upptäckt — och med ens var han världsberömd — utmärkelserna strömmade in från alla håll. Men för denna upptäckts skull får man inte förbise alla hans andra stora insatser; Örsted var en mycket verksam man.

Hans vetenskapliga arbeten är många och varierande: elektricitet och magnetism sysselsatte honom hela livet igenom; men han studerade också Chladnis klangfigurer och kom därvid på att ersätta sanden med lycopodiumpulver (nikt); han var den förste, som lyckades mäta vattens kompressibilitet; han framställde 1825 aluminiumklorid ur lera och angav också hur man därur skulle få fram rent aluminium; Wöhler gjorde det 1827.

Örsted hade en klar uppfattning om naturvetenskapernas stora betydelse för människan. Det var en uppfattning, som inte delades av alla i en tid, då den klassiska bildningen ännu hade ett kraftigt övertag. Han ville sprida naturvetenskapliga kunskaper till folkets breda lager och startade 1824, efter engelsk förebild, "Selskabet for Naturlaerens Utbredelse". Sällskapet är i full verksamhet än i dag; i samband med årets Örstedjubileum har det gett sin berömda Örstedmedalj till två framstående danska fysiker, Aage Bohr och Christian Möller. Örsted förstod också tidigt naturvetenskapernas grundläggande betydelse för tekniken. Redan 1804, då han kom hem från sin första utländska resa, ivrade han för en teknisk skola. Han hade då i Paris kunnat studera den tio år gamla École polytechnique. Örsted blev också den drivande kraften då Danmarks tekniska högskola — Polyteknisk Laereanstalt — tillkom 25 år senare. Han blev dess förste rektor och dess förste lärare i fysik.

Polyteknisk Laereanstalt invigdes den 5 november 1829, märkligt nog samma år, månad och dag som Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Och liksom Chalmers förste rektor, Carl Palmstedt, såg Örsted till, att hans högskola från första början kom på en hög



Hans Christian Örsted vid 45 års ålder, efter porträtt av C. V. Eckersberg. Ö. är omgiven av föremål, som syftar på hans vetenskapliga upptäckter. På bordet en magnetnål; i bakgrunden apparat för mätning av vattens kompressibilitet; i handen en kvadratisk metallskiva, beströdd med lycopodiumpulver (nikt); då skivans kant strykes med stråken på bordet, ordnar sig pulvret till en Chladnis klangfigur.

vetenskaplig nivå med en solid naturvetenskaplig undervisning som grund.

Jag har redan sagt, att Örsted var mångsidigt intresserad. Han skrev poesi. Han intresserade sig mycket för det danska språket. Det var Örsted som, redan 1814, fördanskade benämningarna på syre och väte från Surstof och Vandstof till Ilt och Brint.

Örsted blev efter hand en av Danmarks stora män. Hans hand skönjdes på så gott som alla områden av danskt offentligt liv. En annan stor dansk, bryggaren Jacobsen, betygade vad Örsted betytt för honom genom att instifta sin berömda Carlsbergsfond samma dag, den 25 september 1876, som Örstedmonumentet avtäcktes i Örstedparken i Köpenhamn.

Den unge Hans Christian Andersen, fattig, känslig, sårbar, hade kanske aldrig blivit vad han blev utan Örsted. Han kallade sig själv "lille Hans Christian" till skillnad från "store Hans Christian", den 34 år äldre Örsted. I "Mit Livs Æventyr" säger "lille Hans Christian" om den store: "Paa min Aandsudvikling havde han en stor Indvirkning og var den av alle, som under min Digterudvikling aandelig holdt mig oppe, gav mig og forudsagde mig en Erkendelsens Fremtid ogsaa i mit Fædreland".

Även utomlands hade Örsted ett utomordentligt anseende. När han 1846 deltog i ett naturforskarmöte i England, hälsade astronomen John Herschel honom offentligt. Han sade: "I vetenskapen kan magnetnålen blott inta en riktning, då den pekar mot Europas fastland, och det är mot min högt skattade vän professor Örsted".

1851, 73 år gammal, dog Örsted. Det kom helt oväntat; han förkylde sig och fick en lunginflammation. Danmark fick landssorg. I begravningståget gick över tvåtusen sörjande med kronprinsen i täten.

Det vetenskapliga förspelet

Om man vill söka förstå en upptäckare och hans upptäckt, måste man först och främst veta något om de förutsättningar och yttre omständigheter, som upptäckaren arbetat under. Innan jag återvänder till Örsteds upptäckt, vill jag därför söka att helt kort skissera elektricitetens och magnetismens utveckling före Örsted.

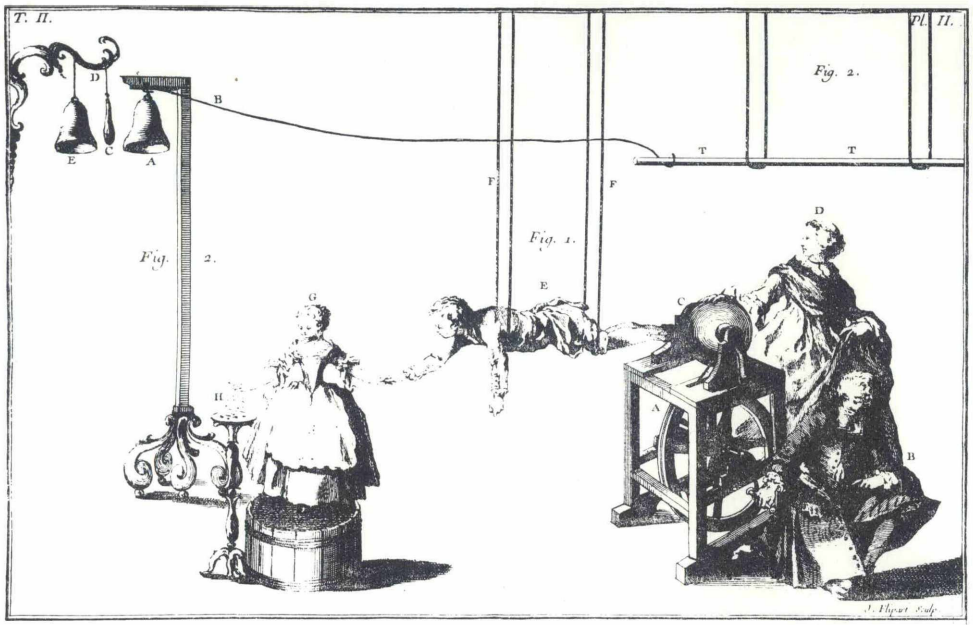
Redan i antiken hade man gjort två iakttagelser:
en magnetsten, magnetisk järnmalm, drar till sig små järnbitar;
ett stycke bärnsten, som man gnidit, drar till sig lätta fjun av olika slag.



Magnetism år 1687. På vattnet i förgrunden en kompass i form av en flytande magnetsten. Bredvid skeppet en magnet, som genom influens håller fast en kedja av nycklar m.m. Över skeppet Ursa minor, Lilla Björnen, med polstjärnan i svansen! (Titelplansch till Mr. D^{xxx} [J. d'Alencé]: Traitté de l'aiman. Amsterdam 1687.)

Som en motvikt mot dagens tvivel på människan kan det vara nyttigt att betänka, att det är ur dessa båda iakttagelser, som den mänskliga anden genom experiment och tänkande utvecklat den lydige och i dag oumbärlige tjänare, som vi kallar elektricitet!

En klar boskillnad mellan de elektriska och de magnetiska fenomenen gjordes först år 1600, i Englands första stora naturvetenskapliga verk, *William Gilberts* "De Magnete". Efter Gilbert hade man att räkna med två helt skilda vetenskaper: den statiska elektriciteten och magnetismen.

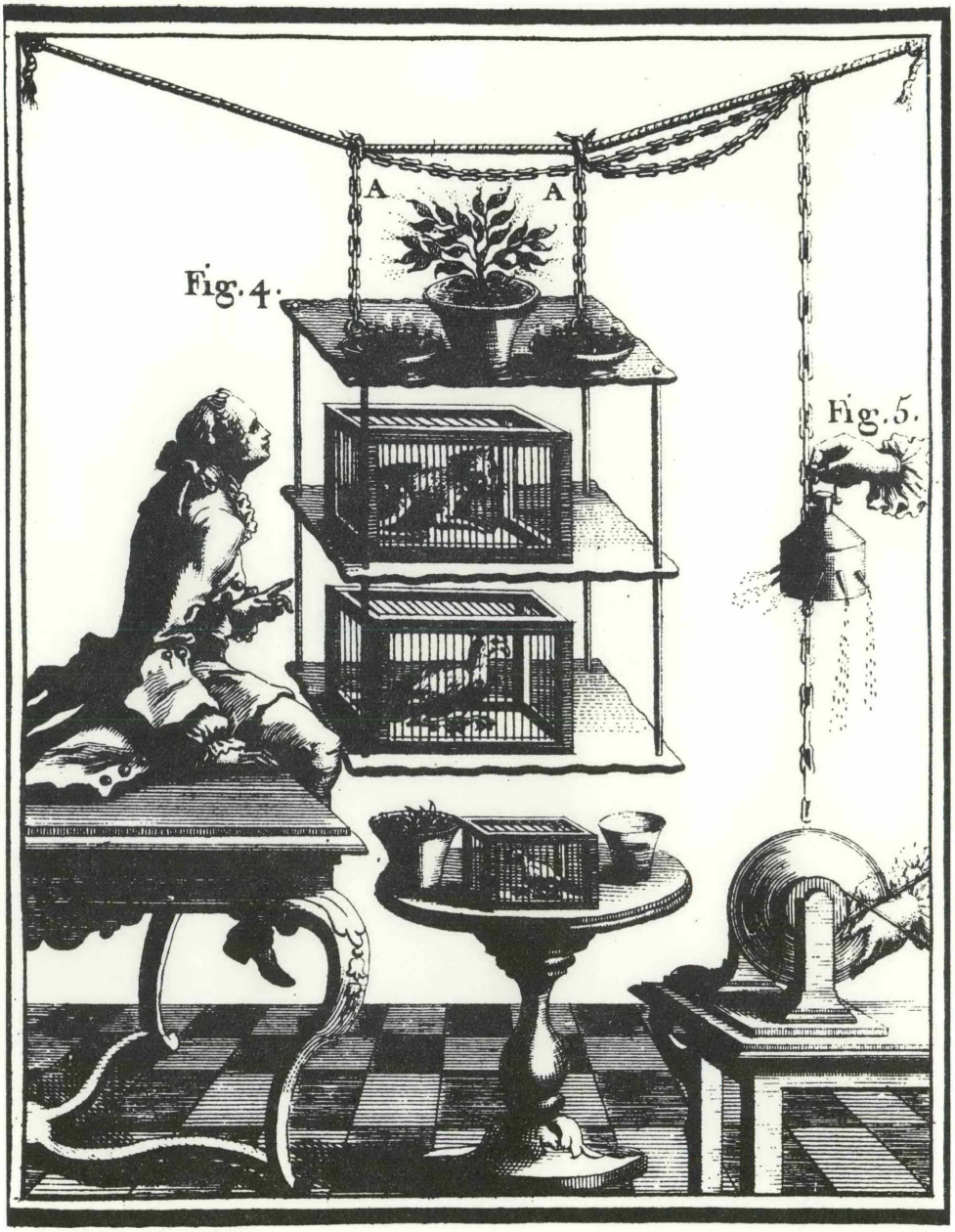


Elektricitet år 1748. Planschen förklaras i texten på följande sätt.

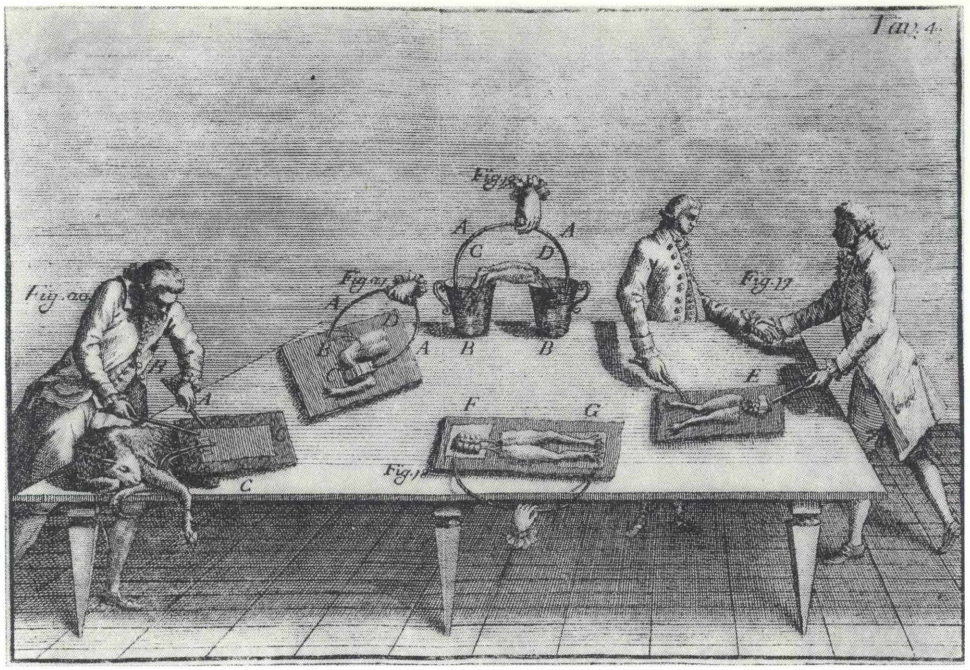
"Plansch II. Fig. 1. En annan elektricitetsmaskin enligt Herr Hauksbee i London och Herr Hausen i Leipzig. Personen B vrider hjulet och klotet C gnides med händerna av personen D; personen E, upphängd i silkessnören FF, berör klotet med sina fötter och ger handen åt personen G, placerad på en kagge av beck eller harts, som med sin andra hand drar till sig guldblad, som lagts på det lilla bordet H.

Fig. 2. A är en klocka, upphängd i en slags galge och förbunden genom mässingstråden B med det elektrifierade järnröret TT. Kläppen C, upphängd i ett silkessnöre D, attraheras av den elektrifierade klockan A, repelleras genast mot klockan E, som står i förbindelse med väggen; då den urladdar sin elektricitet till sistnämnda klocka, attraheras den på nytt av den första klockan och repelleras åter av den. Man får på detta sätt ett ihållande slagverk, så länge man fortsätter att elektrifiera röret."

(Ur W. Watson: Expériences et observations pour servir à l'explication de la nature et des proprietés de l'électricité. Paris 1748. (Recueil de traités sur l'électricité, traduits de l'Allemand et de l'Anglais, Seconde partie.))



En elektrisk vetenskapsman år 1749. Studium av det elektriska fältets inverkan på växter och djur. (Ur Nollet: Recherches sur les causes particulières des phénomènes électriques. Paris 1749.)



En av de fyra planscherna i Galvanis avhandling av år 1791. Fig. 18: försök med grodpreparat. Fig. 20: försök med ett får. (Ur Aloysii Galvani De viribus electricitatis in motu musculari commentarius. Bologna 1791.)

Elektriciteten och magnetismen vid mitten av 1700-talet

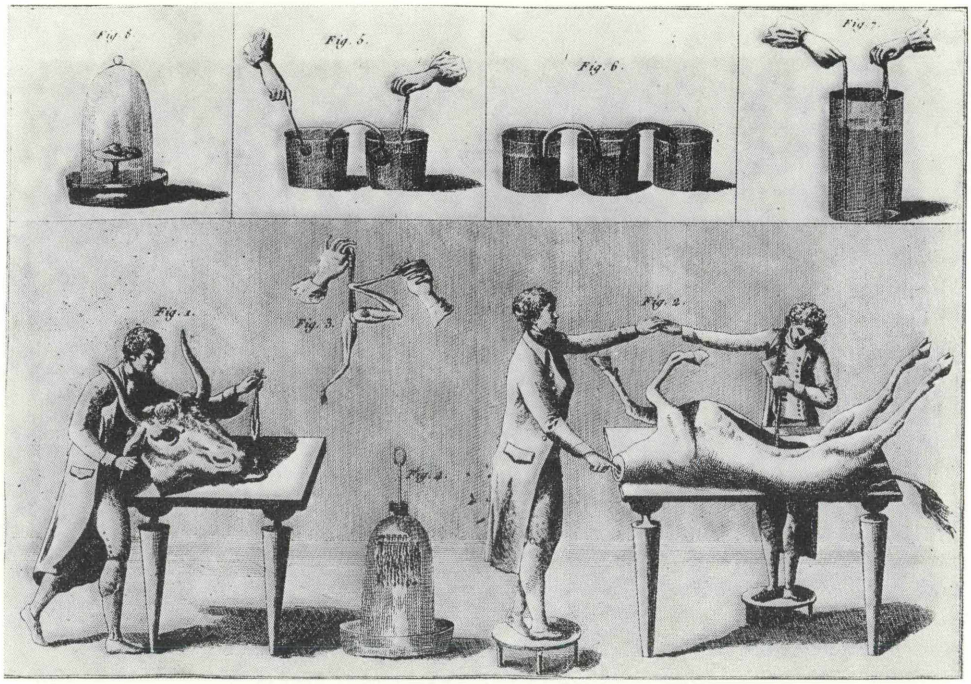
I magnetismen kände man vid mitten av 1700-talet till de elementära magnetiska begreppen: nordpol och sydpol, järnets magnetisering genom influens, kompassens och det jordmagnetiska fältets egenskaper.

I elektrostatiken hade man vid samma tid lärt sig att bygga elektricitetsmaskiner och leydnerflaskor, att skilja mellan positiv och negativ elektricitet, mellan ledare och isolatorer.

År 1785 och åren närmast efter lade *Coulomb* grunden till en kvantitativ behandling genom sina på mätningar stödda lagar för krafterna mellan två elektriska punktladdningar och mellan två magnetiska poler.

Galvani och Volta

Så kom 1791 fysiologen *Galvanis* upptäckt av den galvaniska kretsen — likströmskretsen. En strömkälla: två metaller, koppar och järn, plus en elektrolyt, grodans kroppssafter. En galvanometer: grodan själv, som gav utslag genom sina nervryckningar.



Galvani stöddes i sina av Volta bekämpade teorier av systersonen Aldini. Aldini fann (fig. 3) ryckningar i grodlåret utan att någon metall ingick i kretsen. (Ur Jean Aldini: Essai . . . . sur le Galvanisme. Paris 1804.)

Galvani trodde sig ha spårat lösningen till livsgåtan, men *Volta*, som var fysiker, visade att det var fråga om ett rent fysikaliskt fenomen. År 1800 konstruerade han sin stapel, det första elektriska batteriet: två metaller, koppar och zink, med en tyglapp emellan, fuktad med en saltlösning.

Man talade nu om en tredje vetenskap, galvanismen. Den utvecklade sig raskt. Redan år 1800, få veckor efter det Voltas budskap kommit till London, lyckades Nicholson och Carlisle elektrolysera vatten. En annan stor händelse var när Davy år 1807 elektrolyserade smält soda och pottaska och fick fram de kuriösa metallerna natrium och kalium, "sodium" och "potassium". Örsted blev under sin första utlandsresa grundligt insatt i galvanismens landvinningar.

Entusiasmen över framstegen var stor. Ett dråpligt exempel har vi i engelsmannens Bostock's bok om galvanismen, utgiven 1818. Han avslutar 100 sidors historik med följande ord om galvanismen, "the instrument":

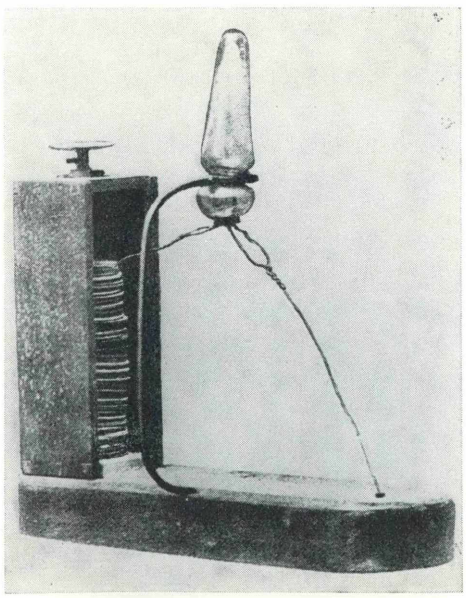
"It may be conjectured that we have carried the power of the instrument to the utmost extent of which it admits; and it does not appear that we are at present in the way of making any important additions to our knowledge of its effects, or of obtaining any new light upon the theory of its action."

Detta var två år före Örsteds upptäckt! Le kan man väl, men man skall akta sig för att skratta för mycket; våra efterkommande år 2150 kommer att vilja skratta lika mycket åt vad *vi* skriver i dag — om de ännu kan konsten att skratta.

Örsteds upptäckt

Så kommer vi till Örsteds upptäckt. Det har sagts, att den tillkom av en slump. Men man skall komma ihåg, att en stor upptäckt "av en slump" nästan alltid tillfaller den som genom många års förberedelse gjort sig förtjänt därav. Och Örsted var väl förberedd. Han hade länge haft problemet i tankarna. Liksom många andra anade han ett samband mellan elektricitet och magnetism. Det var ju t.ex. bekant sedan länge, att blixtnedslag kunde magnetisera järn och kasta om polariteten på kompasser.

Örsted diskuterar problemet i en bok, som han gav ut på tyska år 1812 och, i omarbetat skick, på franska år 1813. Den franska titeln lyder "Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques". I ett kapitel om magnetismen talar han om likheter och olik-



Volta-stapel och glaskärl, använda av Volta för upprepande av Nicholsons och Carlisles försök med sönderdelning av vatten. (Ur Le opere di Alessandro Volta, Edizione nazionale, Vol. 2. Milano 1923.)



Örsteds experiment säges vara den enda stora upptäckt, som gjorts som föreläsningsförsök. (Efter en medalj, som utdelas av The American Association of Physics Teachers.)

heter mellan elektricitet och magnetism och ger uttryck åt en stark förhoppning, att de elektriska och de magnetiska krafterna skall visa sig vara identiska.

Hur den stora upptäckten kom till, har vi från Örsted själv. Vintern 1819—20 föreläste han vid Köpenhamns universitet om elektricitet, galvanism och magnetism. Under en föreläsning någon gång på våren, troligen i april, gjorde han ett experiment. Över en magnetnål placerade han en platinatråd, inkopplad i en galvanisk krets. Tråden hade han valt så tunn, att den kom i glödning. Naturens enhet föresvävade honom — ljus, värme, elektricitet och magnetism borde höra ihop. När han så höll tråden i magnetnålens längdriktning tyckte han sig finna, att nålen gjorde ett svagt utslag. Men effekten var osäker, annat arbete kallade, och det hela fick ligga till sommaren.

Tre månader senare satte Örsted igång med nya, systematiska försök. Och nu fick han en tydlig effekt, särskilt när han gick över från den tunna platinatråden till grövre trådar. Då resultaten var

klara, skyndade han sig att skriva hop en rapport, som han sände ut till Europas lärde. Den är på latin, omfattar endast fyra sidor, och är dagtecknad den 21 juli 1820. Har någon annan vetenskapsman blivit odödlig på endast fyra trycksidor?

Örsteds meddelande väckte ett enormt uppseende. Först och främst hade han ju äntligen funnit det länge anade sambandet mellan elektricitet och magnetism. De både smälte nu samman till en enda vetenskap — *elektromagnetismen.* Men därtill kom, att den kraft han funnit var av en så ytterligt kuriös natur.

I slutet av 1600-talet hade Newton visat, hur en naturkraft skall se ut. Den skall vara en centralkraft — en masspunkt i A och en masspunkt i B attraherar varandra med en kraft, som verkar längs linjen AB. Och hundra år senare visade Coulomb, att samma slags kraft råder mellan elektriska laddningar och mellan magnetiska poler. Men det här var något helt annat, snarast en kraft i riktning vinkelrätt mot AB. Det var inte lätt att hitta en vettig förklaring. Örsted själv menade, att kraften uppkommer ur vad han kallade en "konflikt" eller "växelkamp", utgående från positiv och negativ elektricitet, som rör sig i en höger- och en vänsterskruvad spiral längs ledningstråden.

Den fortsatta utvecklingen

Samma år, 1820, publicerade Örsted en andra uppsats i ämnet. Den är trots sin stora betydelse förvånansvärt litet känd. Örsted visade här, att till kraften på magnetnålen hör en motkraft på den galvaniska kretsen — med en kraftig magnet kunde han sätta en vridbart upphängd galvanisk krets i rörelse.

I det stora hela tog emellertid Örsted själv rätt ringa del i den hektiska utveckling, som följde på hans upptäckt. Kanske hade han alltför många andra järn i elden, kanske hans filosofiska sinne tillfreds med att han på *en* viktig punkt lyckats påvisa naturens enhet. Vad som kom efter, det fortsatta kvalitativa och kvantitativa studiet och, inte mindre betydelsefullt, tillämpningarna, fick andra ta hand om. Och "andra" — det var framför allt fransmännen, främst bland dem *Ampère.* Örsted tycks förresten haft mycket svårare att förstå de nyktra, matematiskt exakta fransmännen än de romantiska, filosofiska tyskarna!

Ampère införde begreppet elektrisk ström. Han visade också, att man inte bara har krafter mellan en strömkrets och en magnet utan också mellan två strömkretsar. Genom en glänsande teoretisk-experi-

EXPERIMENTA

CIRCA EFFECTUM

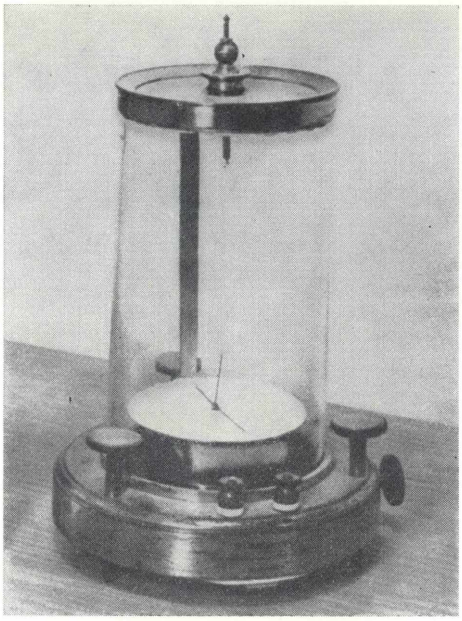
CONFLICTUS ELECTRICI IN ACUM MAGNETICAM.

Prima experimenta circa rem, quam illustrare aggredior, in scholis de Electricitate, Galvanismo et Magnetismo proxime-superiori hieme a me habitis instituta sunt. His experimentis monstrari videbatur, acum magneticam ope apparatus galvanici e situ moveri; idque circulo galvanico cluso, non aperto, ut frustra tentaverunt aliquot abhinc annis physici quidam celeberrimi. Cum autem hæc experimenta apparatu minus efficaci instituta essent, ideoque phænomena edita pro rei gravitate non satis luculenta viderentur, socium adscivi amicum Esmarch, regi a consiliis justitiæ, ut experimenta cum magno apparatu galvanico, a nobis conjunctim instructo, repeterentur et augerentur. Etiam vir egregius Wleugel, eques auratus ord. Dan. et apud nos præfectus rei gubernatoriæ, experimentis interfuit, nobis socius et testis. Præterea testes fuerunt horum experimentorum vir excellentissimus et a rege summis honoribus decoratus *Hauch*, cujus in rebus naturalibus scientia jam diu inclaruit, vir acutissimus Reinhardt, Historiæ naturalis Professor, vir in experimentis instituendis sagacissimus Jacobsen, Medicinæ Professor, et Chemicus experientissimus Zeise, Philosophiæ Doctor. Sæpius equidem solus experimenta circa materiam propositam institui, quæ autem ita mihi contigit detegere phænomena, in conventu horum virorum doctissimorum repetivi.

In experimentis recensendis omnia præteribo, quæ ad rationem rei inveniendam quidem conduxerunt, hac autem inventa rem amplius illustrare nequeunt; in eis igitur, quæ rei rationem perspicue demonstrant, acquiescamus.

Apparatus galvanicus, quo usus summus, constat viginti receptaculis cupreis rectangularibus, quorum et longitudo et altitudo duodecim æqualiter est pollicum, latitudo autem duos pollices et dimidium vix excedit. Qvodvis receptaculum duabus laminis cupreis instructum est ita inclinatis, ut baculum cupreum, qui laminam zinceam in aqua receptaculi proximi sustentat, portare possint. Aqua receptaculorum $\frac{1}{60}$ sui ponderis acidi sulphurici et pariter $\frac{1}{60}$ acidi nitrici continet. Pars cujusque laminæ Zinceæ in aqua submersa Qvadratum est, cujus latus circiter longitudinem 10 pollicum habet. Etiam apparatus minores adhiberi possunt, si modo filum metallicum candefacere valeant.

Första sidan av Örsteds skrift på latin om fyra sidor, som han sände ut den 21 juli 1820.



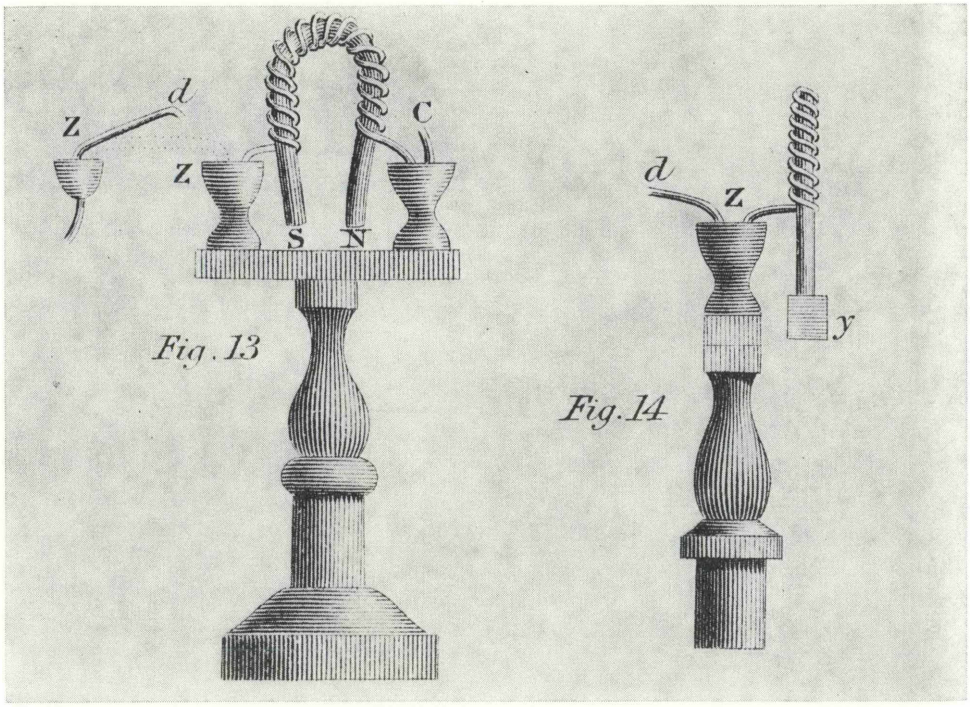
Astatisk galvanometer (Nobili 1825), tillverkad av T. Gourjon och inköpt i Paris 1837 av Chalmerska Slöjdskolans rektor, Carl Palmstedt, till ett pris av Frs 250. (Tillhör Institutet för elhistoria, Chalmers tekniska högskola.)

mentell bearbetning av detta faktum skapade han elektrodynamiken.

Tillämpningarna av Örsteds upptäckt följde slag i slag. *Schweigger* visade redan 1820, att man fick mycket kraftigare verkan, om man ersatte den raka ledningstråden med ett stort antal varv kring magnetnålen (Schweiggers multiplikator). Ampère angav 1821 astatiseringen, dvs. att man genom att använda två motriktade magnetnålar kan mer eller mindre eliminera inverkan från jordens magnetiska fält. *Nobili* kombinerade 1825 Schweiggers multiplikator med Ampères astatiska system och fick så fram den första goda galvanometern.

Seebeck upptäckte 1820 termoelektriciteten, som gav en ny och välkommen möjlighet att alstra elektrisk ström. *Arago* fann, likaledes 1820, att den elektriska strömmen magnetiserar järn; *Sturgeon* utnyttjade 1825 detta rön, då han byggde den första elektromagneten. Därmed var vägen banad för den elektriska telegrafen.

Men Örsteds arbete gav också upphov till en allmännare frågeställning, som så småningom ledde till nya storartade resultat. Örsted hade visat, att man — för att tala tidens språk — kunde överföra elektricitet i magnetism. Borde det då inte omvänt vara möjligt att överföra magnetism i elektricitet? Och vore det inte tänkbart,

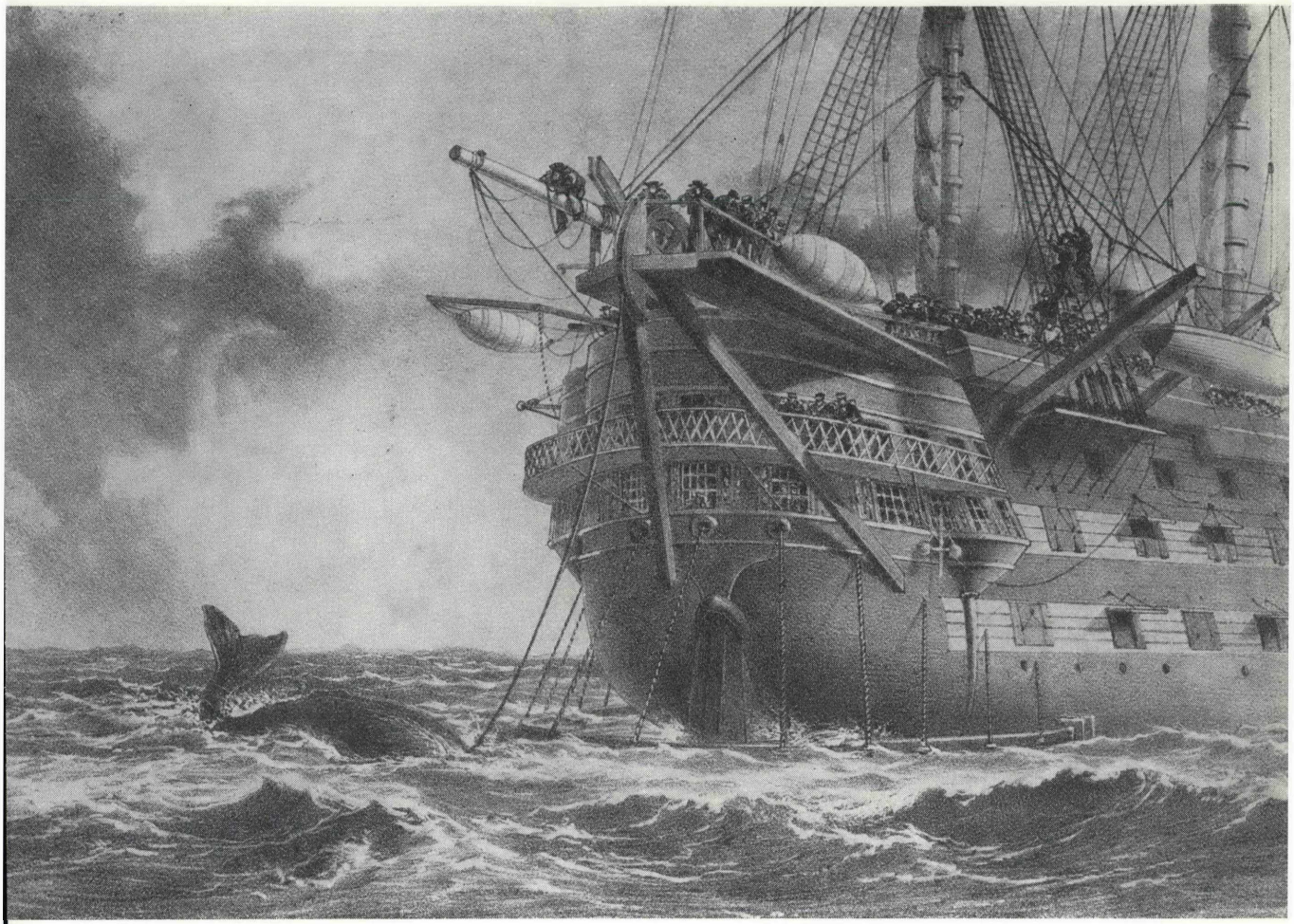


Den första elektromagneten (Sturgeon 1825). (Ur Scientific Researches . . . by William Sturgeon. Bury 1850.)

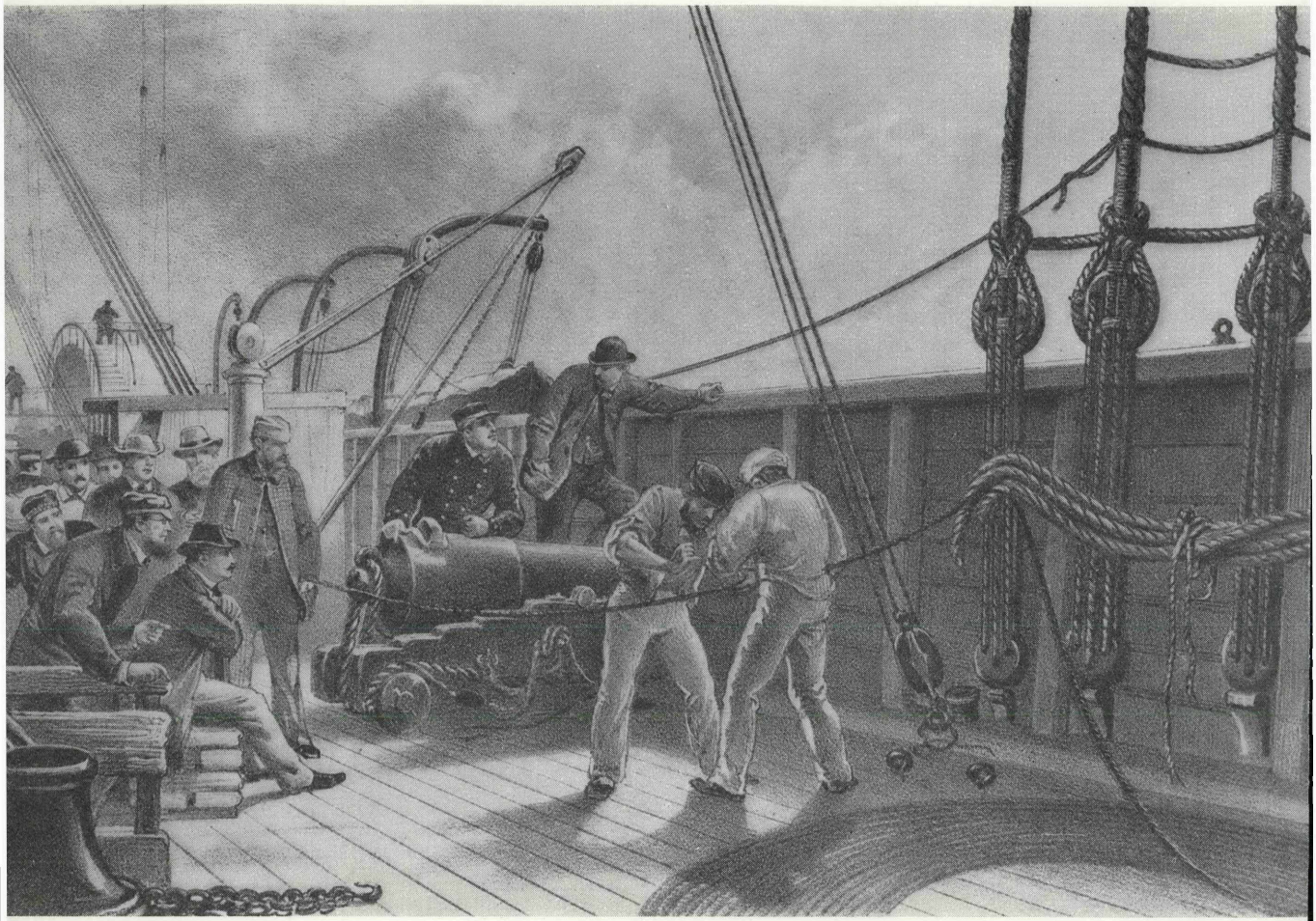
att en sådan konvertering kunde leda till nya och bättre strömkällor än dem man hade — Voltas stapel och termoelementet?

Sökandet började genast men det tog hela elva år innan *Faraday* år 1831 gav svaret genom sin upptäckt av den elektromagnetiska induktionen. I augusti 1831 gjorde han försök med en järnring med två trådlindningar; han fann, att då han slöt eller bröt strömmen genom den ena lindningen, fick han utslag på en magnetnål, som var placerad intill en tråd, som kortslöt den andra lindningen; den elektriska transformatorn var uppfunnen. Två månader senare, i oktober, kunde Faraday inducera ström utan batterier helt enkelt genom att hastigt föra in en stavmagnet i en trådspole; det var principen för dynamomaskinen. Vägen var beredd för den elektriska krafttekniken!

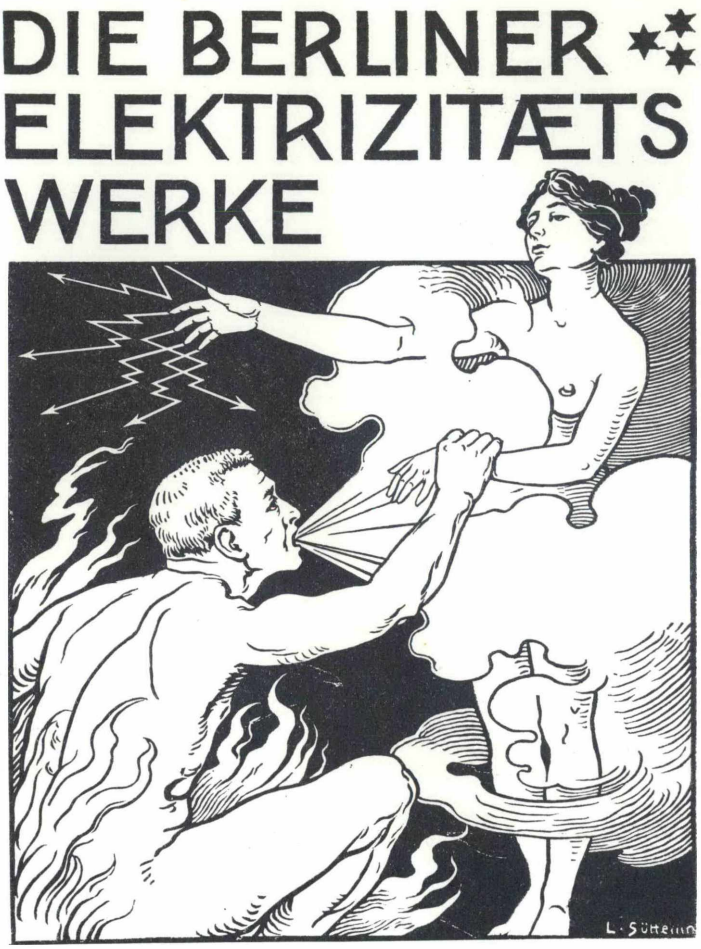
Man kan säga, att Örsted var pionjären, som öppnade dörren för elektrotekniken. Faraday arbetade vidare och slog upp den på vid gavel! Några bilder från den unga elektrotekniken må erinra om vad som följde.



Utläggning av atlanttelegrafkabel 1858 från H.M.S. Agamemnon, ett 91-kanoners örlogsfartyg, som under Krimkriget var engelsmännens flaggskepp vid belägringen av Sevastopol. Observera "krinolinen", som skall skydda kabeln från propellern. Utläggningen misslyckades. (Ur W. H. Russell: The Atlantic Telegraph, London (1866.))



Kabelsplitsning ombord på The Great Eastern 1865. Utläggningen 1865 blev det fjärde misslyckade försöket sedan 1857. Först med Great Easterns nästa expedition 1866 kom framgången. (Ur W. H. Russell: The Atlantic Telegraph, London (1866.))



Jugend-tidens uppfattning av den elektriska kraften. (Pärmen till G. Kemmann: Die Berliner Elektrizitätswerke bis Ende 1896. Berlin & München 1897.)

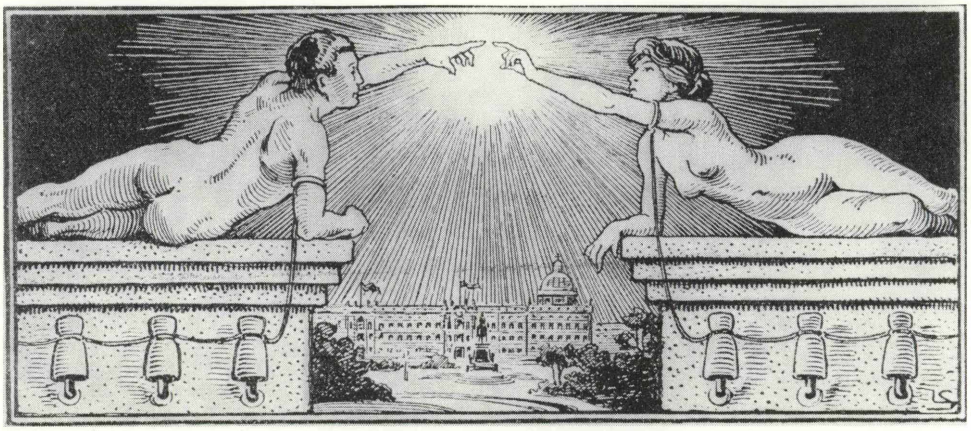
Slutord

Örsted är en av Danmarks stora söner, som på en rad områden gjort viktiga, bestående insatser för sitt land. Redan därför är han värd att minnas i de nordiska broderländerna.

Men hela världen kommer alltid att minnas honom för hans stora upptäckt av elektromagnetismen för 150 år sedan. Den upptäckten har ändrat världen mer än de flesta krig och revolutioner. Den upptäckten har gjort Hans Christian Örsted till ett av vetenskapens odödliga namn.

Källor och litteratur

Nedan har förtecknats de böcker och tidskriftsartiklar, som kommit till användning vid föredragets utarbetande. Samtlig litteratur, ävensom allt underlag för illustrationerna, finns vid Institutet för elhistoria, Chalmers tekniska högskola.



Den elektriska belysningen i Jugendframställning. (Ur G. Kemmann: Die Berliner Elektrizitätswerke bis Ende 1896. Berlin & München 1897.)

Tage Carlsen: Spraedte Traek av H. C. Ørsteds liv och virke. Elektroteknikeren, H. C. Ørsted-nummer, *66* (1970) nr 6, 76—80.

Bern Dibner: Oersted. Norwalk, Conn. 1961. (Burndy Library publ. No. 18.)

M. C. Harding: Hans Christian Ørsted, en kort levnadsskildring. Köpenhamn 1920.

kj-h: 150 året for elektromagnetismens opdagelse markeret i Rudkøbing. Elektroteknikeren *66* (1970) nr 7, 113—114. (I nr 8, omslaget och s. 115, finns en bild av Ørsteds apotekardisk i Rudkøbing.)

Laurits Lauritsen: Hans Christian Ørsted, et Blad av Fysikens och Kemiens Historie. Köpenhamn 1909.

Kirstine Meyer: Scientific Life and Works of H. C. Ørsted. Köpenhamn 1920. (Ingår i H. C. Ørsted: Scientific Papers — Naturvidenskabelige Skrifter, Vol. 1.)

Kirstine Meyer: H. C. Ørsteds Arbejdsliv i det danske Samfund. Köpenhamn 1920. (Ingår i H. C. Ørsted: Scientific Papers — Naturvidenskabelige Skrifter, Vol. 3.)

Oehlenschlägers Erindringer, Vol. 1. Köpenhamn 1850.

Summary

This year marks the 150th anniversary of the discovery of electromagnetism by the Danish scientist H. C. Oersted. His famous experiment, showing that a conductor, forming part of a galvanic circuit, exerts forces on a magnetic needle, was described in a four page Latin pamphlet, sent out on July 21st, 1820.

Oersted's life and his many-sided activities as a scientist and citizen are depicted. An attempt is made to give the right perspective on his discovery, by sketching the development before Oersted of electricity and magnetism, and after him of the new science of electromagnetism, which he created.

En svensk översättning av Örsteds skrift

Att Örsteds lilla latinska skrift av den 21 juli 1820 väckte stort uppseende framgår bland annat därav, att redan samma år en rad vetenskapliga tidskrifter Europa runt tryckte översättningar av den. Vid 100-årsjubileet 1920 utgav den danska Örsted-kommittén ett häfte med faksimil av originalavhandlingen och av översättningar till danska, engelska, franska, italienska och tyska. Någon tidigare svensk översättning är mig ej bekant. Den nedan återgivna har utförts genom redaktionens försorg.

Försök rörande den elektriska konfliktens inverkan på magnetnålen

De första försöken över den företeelse som jag nu ämnar belysa utfördes vid de föreläsningar, som jag sistlidna vinter höll över elektricitet, galvanism och magnetism. Dessa försök syntes visa, att den magnetiska nålen bringas ur sitt läge av den galvaniska apparaten och detta med den galvaniska kretsen sluten, icke öppen, som vissa berömda fysiker utan framgång försökt för några år sedan. Som emellertid dessa försök utfördes med en mindre effektiv apparat och de angivna företeelserna icke syntes nog tydliga med hänsyn till sakens vikt, tillkallade jag min vän justitierådet Esmarch för att upprepa och utvidga försöken med en av oss gemensamt iordningställd stor galvanisk apparat. Även den framstående Wleugel, riddare av Dannebrogsorden och navigationsdirektör, var närvarande som medhjälpare och vittne. Vittnen till dessa försök voro därjämte den av konungen med de högsta utmärkelser hedrade excellensen Hauch, sedan länge berömd inom naturvetenskaperna, den skarpsinnige professorn i naturhistoria Reinhardt, den i försöks anställande mycket skicklige medicine professorn Jacobsen och den mycket erfarne kemisten filosofie doktor Zeise. Jag har visserligen ofta ensam gjort försök rörande det uppställda ämnet, men företeelser som det förunnats mig att på så sätt uppdaga har jag upprepat i närvaro av dessa lärda män.

Vid redogörelsen för försöken kommer jag att gå förbi allt som visserligen har bidragit till upptäckten av sakförhållandet, men som, när detta blivit upptäckt, icke kunnat ytterligare belysa det. Vi låta det alltså bero vid det som tydligt visar sakförhållandet.

Den galvaniska apparat som vi använda består av tjugo rektangulära kärl av koppar, vilkas längd och likaså höjd är tolv tum men bredd litet över två och en halv tum. Vid varje kärl äro två kopparplattor fästade, böjda så att de kunna hålla uppe den kopparstav som uppbär en zinkplatta i nästa kärl. Vattnet i kärlen innehåller 1/60 av sin vikt svavelsyra och likaså 1/60 salpetersyra. Den del av varje zinkplatta som är nedsänkt i vattnet är en kvadrat, vars sida har ungefär 10 tums längd. Även mindre apparater kunna användas, om de blott förmå att göra en metalltråd glödande.

Motsatta ändar av den galvaniska apparaten förbindas medelst en tråd av metall, som vi för korthets skull i det följande komma att kalla förbindelseledaren eller förbindelsetråden. Men den verkan som äger rum i denna ledare och i det omgivande rummet vilja vi giva namnet den elektriska konflikten.

Låt oss placera en rätlinjig del av denna tråd i horisontell ställning över en på vanligt sätt upphängd magnetnål och parallellt med denna. Om så är nödigt kan förbindelsetråden böjas så att en passande del av densamma erhåller det för

försöket erforderliga läget. När detta verkställts kommer magnetnålen att röra sig, nämligen på det sättet, att den avviker åt väster under den del av förbindelsetråden som närmast mottager elektriciteten från den galvaniska apparatens negativa ände.

Om förbindelsetrådens avstånd från magnetnålen icke överstiger 3/4 tum, uppgår nålens utslag till en vinkel av ungefär 45°. Om avståndet ökas, avtager vinkeln alltefter det avståndet tilltager. Utslaget varierar för övrigt efter apparatens styrka.

Förbindelseledningen kan flyttas åt öster eller åt väster utan annan ändring av effekten än med avseende på storleken, om den blott behåller sin med nålen parallella riktning; alltså kan effekten ingalunda tillskrivas attraktionen, ty den pol på magnetnålen som närmar sig förbindelsetråden så länge denna är på östra sidan borde avlägsna sig från tråden, då den är på västra sidan, om avvikelserna skulle bero på attraktioner eller repulsioner. Förbindelsetråden kan bestå av flera förenade trådar eller band. Metallens natur ändrar icke effekten, men möjligen storleken. Trådar av platina, guld, silver, mässing, järn, band av bly och tenn, en kvicksilvermassa, ha vi använt med samma framgång. En ledare som är avbruten av vatten saknar ej all verkan, såframt icke längden av avbrottet uppgår till flera tum.

Förbindelsetrådens verkan på magnetnålen går genom glas, genom metaller, genom trä, genom vatten, genom harts, genom lerkärl, genom sten; den upphäves icke det minsta av en inskjuten skiva av glas, metall eller trä, den försvinner ej heller om skivor av glas, metall och trä samtidigt inskjutas, ja, den syns knappast avtaga. Detsamma är fallet om man inskjuter en elektroforskiva, en platta av porfyr, ett lerkärl, även om detta är fyllt med vatten. Våra försök ha också visat att den omnämnda effekten icke förändras, om magnetnålen inneslutes i en med vatten fylld mässingsdosa. Det är knappast nödvändigt påpeka, att en verkan som genomtränger alla dessa materier aldrig förut iakttagits hos elektriciteten eller galvanismen. Följaktligen äro de verkningar som äga rum i den elektriska konflikten vitt skilda från verkningarna av den ena eller andra elektriska kraften.

Om förbindelsetråden placeras i horisontalplanet under magnetnålen, bliva alla verkningarna desamma som i ett plan över nålen men få omvänd riktning. Ty den pol på magnetnålen, under vilken den del av förbindelsetråden är som mottager elektriciteten närmast från den galvaniska apparatens negativa ände, avviker åt öster.

För att detta lättare skall fasthållas i minnet skola vi betjäna oss av följande formel: den pol över vilken den negativa elektriciteten inträder viker åt väster, den under vilken den inträder, viker åt öster.

Om förbindelsetråden vrides i horisontalplanet på sådant sätt att den bildar en småningom ökande vinkel med den magnetiska meridianen, ökas magnetnålens utslag, om trådens rörelse sker åt det håll dit nålen drives, men minskas om tråden avlägsnar sig från detta håll.

Om förbindelseledningen befinner sig i det horisontalplan, i vilket magnetnålen tack vare en motvikt rör sig och är parallell med nålen, vrider den nålen

varken åt öster eller väster, utan får den blott att vippa i inklinationsplanet, så att den pol vid vilken den negativt elektriska kraften träder in i tråden tryckes ned, när tråden är på västra sidan, men lyftes upp, när tråden är på östra sidan.

Om förbindelseledningen placeras vinkelrätt mot den magnetiska meridianens plan, antingen över eller under nålen, förblir denna i vila, utom om tråden befinner sig mycket nära polen; då upplyftes nämligen polen, när inträdet sker från den västra delen av tråden, och nedtryckes, då inträdet sker från den östra.

När förbindelsetråden placeras lodrätt mittför en magnetpol och översta änden av tråden mottager elektriciteten från den negativa änden av den galvaniska apparaten, rör sig polen åt öster; om däremot tråden placeras mittför en punkt mellan polen och nålens mitt, rör den sig åt väster. Då den övre delen av tråden mottager elektriciteten från den positiva änden, blir resultatet det motsatta.

Om förbindelsetråden böjes på sådant sätt att sträckorna på ömse sidor om böjen bliva parallella eller bilda två parallella ben, repellerar eller attraherar tråden magnetiska polerna allt efter förhållandena. Låt tråden vara ställd mitt emot en av nålens poler, så att de parallella benens plan blir vinkelrätt mot den magnetiska meridianen och låt det östra benet förbindas med den galvaniska apparatens negativa ände, det västra med den positiva; när så blivit ordnat, kommer den närmaste polen att repelleras antingen åt öster eller åt väster allt efter läget av benens plan. Är östra benet förbundet med den positiva änden och västra benet med den negativa änden, attraheras den närmaste polen. Då benens plan ställes vinkelrätt vid ett ställe mellan nålens pol och mittpunkt, blir effekten densamma men motsatt.

En nål av mässing, upphängd som magnetnålen, sättes icke i rörelse av förbindelsetrådens påverkan. Även nålar av glas eller av så kallad gummilacka förbli i vila om de bliva föremål för liknande försök.

Låt mig efter allt detta anföra några omständigheter till förklaring av dessa företeelser.

Den elektriska konflikten är blott i stånd att påverka materiens magnetiska partiklar. Alla omagnetiska kroppar synas vara genomträngliga för den elektriska konflikten. De magnetiska kropparna däremot, eller snarare dessa kroppars magnetiska partiklar, motstå denna konflikts genomträngande, varav följer att de kunna sättas i rörelse av angreppet från de stridande krafterna.

Den elektriska konflikten är icke innesluten i ledaren utan, som vi redan ha visat, tillika utbredd ganska långt ut i det omgivande rummet, vilket framgår av de nu skildrade iakttagelserna.

Likaså kan man av iakttagelserna sluta sig till att denna konflikt genomlöper cirklar, ty detta synes vara ett villkor utan vilket det icke är möjligt att samma del av förbindelsetråden som, placerad under den magnetiska polen, för denna mot öster, då den placeras över densamma, för den mot väster: det är nämligen cirkelns natur, att rörelsen i motsatta delar har motsatt riktning. Dessutom synes en rörelse i cirkel, förbunden med en framåtskridande rörelse i ledarens längdriktning, böra bilda en snäck- eller spirallinje, vilket dock, om jag ej

misstager mig, icke lämnar något bidrag till förklaring av de fenomen som hittills iakttagits.

Alla de här beskrivna inverkningarna på nordpolen förstås lätt, om man antager att den negativt elektriska kraften eller materien genomlöper en högervriden spirallinje och driver fram nordpolen, men icke inverkar på sydpolen. Verkan på sydpolen förklaras på liknande sätt, om vi tillerkänna den positiva elektricitetens kraft eller materia en motsatt rörelse och förmåga att påverka sydpolen, men icke nordpolen. Denna lags överensstämmelse med naturen prövas bättre genom en upprepning av försöken än genom långa utläggningar. Bedömningen av försöken underlättas emellertid mycket, om de elektriska krafternas väg i förbindelsetråden utmärkes med målade eller inritade tecken.

Till det nu sagda tillägger jag: i en för sju år sedan utgiven bok har jag visat att värme och ljus äro elektriska konflikter. Av de nu framlagda iakttagelserna kan man sluta att det förekommer cirkelrörelser också i dessa verkningar, vilket jag föreställer mig kan i hög grad belysa den företeelse som kallas ljusets polarisation.

Köpenhamn den 21 juli 1820

Hans Christian Örsted

Riddare av Dannebrogsorden,
ord. professor i fysik vid Köpenhamns universitet,
sekreterare i Kongl. Videnskabernes Selskab i Köpenhamn.