

Den elektromagnetiske Lystheori.

Af

C. Christiansen.

(Meddelt i Mødet den 22. Marts 1889.)

Medens man tidligere kun havde to Lystheorier, Emissions-theorien og Bølgetheorien, er der i de sidste Aartier kommen en tredje til, nemlig den elektromagnetiske Lystheori. Da Elektriciteten fortrinsvis findes og bevæger sig i de gode Ledere, medens Lyset udbreder sig bedst i de slette Ledere, eftersom disse i Reglen ere gennemsigtige, var det ikke let at se, hvorledes der kunde existere et Slægtskab imellem disse to Naturkræfter og man kendte derfor i lang Tid heller ingen Sammenhæng imellem dem. Men Faraday opdagede 1845, at en elektrisk Strøm kan forandre en Lysstraales Svingningsplan og man har senere fundet flere lignende Vexelvirkninger mellem Lyset og Elektriciteten. Allerede herved var man kommen et Skridt videre, men Hovedvanskeligheden stod dog bestandig tilbage, nemlig at eftervise elektriske Virkninger i Luften og andre gennemsigtige Legemer, der kunde sammenlignes med Lysstraalerne. Ogsaa i denne Henseende have Faradays Undersøgelser havt en afgørende Indflydelse. Han viste nemlig, at Luften spiller en væsentlig Rolle ved mange elektriske Fænomener. Den elektriske Gnist har forskellig Form, Længde og Farve efter de Luftarters Beskaffenhed, i hvilke den dannes; den elektriske Fordeling har forskellig Størrelse efter det isolerende

Mediums Beskaffenhed, der findes imellem det fordelende og det fordelte Legeme. Betragtningen af disse og andre Forhold bragte Faraday til at tillægge de slette Ledere Hovedrollen ved de elektriske Forsøg; han foreslog derfor at kalde dem dielektriske, for at betegne, at de elektriske Virkninger i dem og igennem dem paavirkedes forskelligt efter Mediets Beskaffenhed. Han ansaa det endogsaa for sandsynligt, at de elektriske Tiltrækninger og Frastødninger fremkom ved, at de slette Ledere fik en elektrisk Polarisation, hvorved de sammenstødende Dele bleve i Stand til at virke paa hinanden og derved udbrede Virkningerne i det ubegrænsede.

Idet det saaledes var eftervist, at der foregaar elektriske Bevægelser i de slette Ledere, var hermed Muligheden for en elektrisk Lystheori given. Man kan f. Ex. tænke sig, at de enkelte Dele af en slet Leder ere ledende; under Paavirkning af en fordelende Kraft vil den ene Side, *A*, af en saadan Del blive positiv, den anden, *B*, negativ elektrisk. Idet denne «Polarisation» opstaar, gaar der en elektrisk Strøm i den betragtede Del fra *B* til *A*; hører den fordelende Kraft op med at virke, vil Strømmen gaa fra *A* til *B* og Polarisationen vil dermed forsvinde. At saadanne Strømme kunne opstaa og forsvinde, er dog ikke tilstrækkeligt til at forklare Lyset som en elektrisk Bevægelse; man maa tillige indse, at en saadan Bevægelse kan forplante sig fra Del til Del paa tværs af Svingningsretningen, men at dette er muligt, følger af Faradays Opdagelse af Induktionen; efter dennes Natur frembringer en elektrisk Strøm en elektromotorisk Kraft i det omgivende Rum; i nærværende Tilfælde ville de ved Polarisationen frembragte Strømme atter frembringe Strømme i de omgivende Dele og saaledes videre; man indser, at de saaledes inducerede Strømme i det hele ville blive parallelle med den oprindelige Strøm, men de ville gaa snart i den ene, snart i den anden Retning.

Skønt Faraday selv antog, at Lys og Elektricitet vare væsentlig identiske, har han dog ikke udviklet nogen egenlig

Lystheori; der var heller ingen andre, der benyttede hans Resultater i dette Øjemed før Midten af Tredserne. Medens Faradays experimentelle Undersøgelser strax bleve vurderede efter Fortjeneste, var dette ingenlunde Tilfældet med hans theoretiske Betragtninger, skjøndt disse sidste senere have vist sig at være overordentlig frugtbare og betydningsfulde.

Det er to Skotters, Sir William Thomsons og James Clerk Maxwells, Fortjeneste at have set, hvilken Betydning Faradays theoretiske Undersøgelser have; ved at give de af ham opstillede Love for Kræfternes Udbredelse en matematisk Form, have de skabt et nyt Grundlag for den theoretiske Behandling af Elektricitetslæren; Resultaterne heraf har Maxwell givet i Phil. Tr. 1865 og senere udførlig i Værket «Treatise on Electricity and Magnetism», 1873.

Maxwells Udvikling, for saa vidt den har Hensyn til Sammenhængen mellem Electriciteten og Lyset, kan i Korthed angives saaledes. Virker en elektromotorisk Kraft P paa et Legeme, vil den dels frembringe en Strøm, hvis Styrke kan betegnes med p , dels vil den frembringe en Polarisation, hvis Styrke kaldes f , og man kan sætte

$$p = CP,$$

$$f = \frac{K}{4\pi} P;$$

C er Stoffets Ledningsevne og K en Konstant, der ofte kaldes Dielektricitetskonstanten. Den hele Strøm u bestaar nu dels af p , dels af den Forøgelse, som Polarisationen mødtager i Tidsenheden, hvilken Størrelse kan udtrykkes ved $\frac{df}{dt}$. Man har altsaa Systemet

$$\left. \begin{aligned} u &= CP + \frac{K}{4\pi} \frac{dP}{dt}, \\ v &= CQ + \frac{K}{4\pi} \frac{dQ}{dt}, \\ w &= CR + \frac{K}{4\pi} \frac{dR}{dt}, \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots I$$

naar u , v og w betragtes som Strømkomponenterne, P , Q og R som Komponenterne af den elektromotoriske Kraft. I slette Ledere haves $C = 0$.

Den elektromotoriske Kraft frembringes ved Induktion og afhænger altsaa af Variationerne i Strømstyrken. Ifølge Faraday kan den inducerede elektromotoriske Kraft bestemmes paa følgende Maade. Lad s være en sluttet Leder, for hvilken den inducerede elektromotoriske Kraft E skal findes; lægges gennem s en vilkaarlig Flade S , for hvilken s er Randkurve, og er α , β , γ den magnetiske Krafts Komponenter i et vilkaarligt Punkt af S , samt l , m , n $\cos.$ til de Vinkler, som Normalen til Fladeelementet dS danner med Axerne, og dannes Integralet

$$p = \int (\alpha l + \beta m + \gamma n) dS,$$

vil man have
$$E = - \frac{dp}{dt}.$$

I Faradays Udtryksmaade vil det sige, at den Strøm, der induceres i en Leder, er proportional med den Forandring, der sker med Antallet af Kraftlinier, som Lederen omslutter.

Lad nu Fladen S være Fladeelementet $dydz$, man faar da at

$$E = - \frac{d\alpha}{dt} dydz;$$

men Summen af de elektromotoriske Kræfter langs ad Randkurven for det samme Element er

$$E = \left(R + \frac{dR}{dy} dy \right) dz - \left(Q + \frac{dQ}{dz} dz \right) dy - Rdz + Qdy;$$

man faar altsaa

$$\left. \begin{aligned} - \frac{d\alpha}{dt} &= \frac{dR}{dy} - \frac{dQ}{dz}, \\ - \frac{d\beta}{dt} &= \frac{dP}{dz} - \frac{dR}{dx}, \\ - \frac{d\gamma}{dt} &= \frac{dQ}{dx} - \frac{dP}{dy}. \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{II}$$

Komponenterne for den magnetiske Kraft α , β og γ ere imidlertid bestemte ved de elektriske Strømme. Anvendes den

elektromagnetiske Definition af Strømstyrken, vil Strømstyrken i være lig Momentet af den magnetiske Lamel, der har samme Virkning paa en Magnetpol som Strømmen selv, naar man ved Momentet forstaar Produktet af Lamellens Tykkelse og Magnetismen paa Fladeenheden. Det Arbejde, som Strømmen udfører paa en Magnetpol med Enhed af Magnetisme, der gaar rundt omkring Strømløderen, er da $4\pi i$. Anvendes dette paa det uendelig lille Rektangel $dydz$, faas at

$$4\pi u dydz = \left(\gamma + \frac{d\gamma}{dy} dy \right) dz - \left(\beta + \frac{d\beta}{dz} dz \right) dy - \gamma dz + \beta dy.$$

Man finder saaledes at

$$\left. \begin{aligned} 4\pi u &= \frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dz}, \\ 4\pi v &= \frac{d\alpha}{dz} - \frac{d\gamma}{dx}, \\ 4\pi w &= \frac{d\beta}{dx} - \frac{d\alpha}{dy}. \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{III}$$

Disse tre Systemer af Ligninger I, II og III ere nu tilstrækkelige til at bestemme de Kræfter og Strømme, som kunne opstaa ved Induktionen. Naar man blot tager Hensyn til de slette Ledere, haves ifølge I og III at

$$\left. \begin{aligned} K \frac{dP}{dt} &= \frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dz}, \\ K \frac{dQ}{dt} &= \frac{d\alpha}{dz} - \frac{d\gamma}{dx}, \\ K \frac{dR}{dt} &= \frac{d\beta}{dx} - \frac{d\alpha}{dy}. \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{IV}$$

Af II og IV følger at

$$K \frac{d^2 P}{dt^2} = \frac{d}{dz} \left(\frac{dP}{dz} - \frac{dR}{dx} \right) - \frac{d}{dy} \left(\frac{dQ}{dx} - \frac{dP}{dy} \right)$$

eller
$$K \frac{d^2 P}{dt^2} = \Delta P - \frac{d}{dx} \left(\frac{dP}{dx} + \frac{dQ}{dy} + \frac{dR}{dz} \right), \dots \dots \dots \text{V}$$

og de analoge. Da disse Ligninger føre til at

$$\frac{dP}{dx} + \frac{dQ}{dy} + \frac{dR}{dz} = 0,$$

kommer man herved til de almindelige Lysligninger:

$$\Delta P = \frac{1}{\omega^2} \frac{d^2 P}{dt^2}, \quad \Delta Q = \frac{1}{\omega^2} \frac{d^2 Q}{dt^2}, \quad \Delta R = \frac{1}{\omega^2} \frac{d^2 R}{dt^2}, \quad \dots \text{VI}$$

naar
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{K}}$$

er Lysets Forplantningshastighed.

* Man kommer altsaa ad denne Vej til en Theori for de elektriske Svingninger, hvoraf man ser, at den i det væsentlige stemmer med Theorien for Lyssvingningerne; man faar den samme Værdi for Forplantningshastigheden af begge Arter af Svingninger, i hvert Fald for det tomme Rums Vedkommende, og denne Theori for Lyset staar i ingen Henseende tilbage for den sædvanlige Bølgetheori; i flere Henseender har den betydelige Fortrin for den, idet den tildels kan give en Forklaring af den Vexelvirkning, man har paavist imellem Lyset og Elektriciteten; det maa dog ikke glemmes at der er flere Omraader, hvor heller ikke den elektriske Bølgetheori slaar til, navnlig med Hensyn til Farveadspredelsen og Metalreflexionen.

Medens den nye Theori saaledes i sin Almindelighed maa betragtes som mere overensstemmende med Erfaringen end den ældre, har der dog hidtil manglet en egenlig Paavisning af at der foregaa elektriske Svingninger i Lysstraalerne; denne Mangel er ganske vist ikke hævet endnu, men der er dog fremkommet Undersøgelser, der pege i denne Retning. Professor H. Hertz i Carlsruhe har nemlig undersøgt de elektriske Svingninger, som ledsage Udladningen af en Ruhmkorffs Induktionsmaskine, og vist, at de have en meget ringe Svingningstid; den er vel endnu meget stor i Forhold til Lysets Svingningstid, men nærmer sig alligevel saameget dertil, at der kan være Tale om en Sammenligning mellem de to Slags Svingninger. Han finder da at saadanne elektriske Svingninger have de vigtigste Egenskaber fælles med Lyset; de forplante sig med samme Hastighed som dette, de kastes tilbage og brydes efter de samme Love som Lyset. Deri er vel ikke andet end hvad Theorien

umiddelbart giver, men det har dog den største Betydning at denne Overensstemmelse direkte kan paavises, og der er vist ingen Tvivl om, at den elektromagnetiske Lystheori har Fremtiden for sig. Der er saa meget mere Anledning til at antage dette, som allerede i Forvejen vistnok de fleste Fysikere gave den Fortrinet for de ældre Theorier.

Paa Grund af den Vigtighed, den elektriske Lystheori allerede har faaet, er der al Grund til at fremdrage, at den samme Opfattelse her i Landet har været hævdet af to saa fremragende Forskere som H. C. Ørsted og L. Lorenz.

Allerede i sine «Ansichten der chemischen Naturgesetze», som udgaves i Berlin 1812, siger Ørsted: «Die Fortpflanzung des Lichtes geschieht nach dem was wir soeben gesehen durch dynamische Undulationen; so nennen wir die ununterbrochene Abwechselung der entgegengesetzten Kräfte. Diese Ansicht steht ungefähr auf dieselbe Weise zwischen der Vibrationstheorie, welche Huyghens und Euler lehrten, und der Emanationstheorie der Newtonischen Schule, wie die dynamische Wärmetheorie zwischen der mechanischen und chemischen. Die Möglichkeit einer solchen Ansicht hat schon Schelling in seiner Weltseele anerkannt» (S. 122—123).

Ørsted har ved andre Lejligheder udtalt sig udførligere om sine Anskuelser om Lysets Natur, navnlig i Oversigterne for 1815—16 S. 12—15. Det hedder der:

«Professor og Ridder Ørsted forelagde Selskabet sin Theorie over Lyset. Som bekjendt er der over Lysets Natur ikkun bleven fremsat tvende Theorier, der have erholdt noget betydeligt Bifald. Den ene af disse, der bærer Newtons Navn, antager, at Lyset bestaaer i en fiin Materie, som med en overordentlig Hastighed udstømmer fra det lysende Legeme i alle Retninger; den anden, der med saa megen Kunst udarbejdedes af Euler, antager at Lyset er en Bevægelse i en overalt udbredt Æther. Endskjönt Physikerne nu ere temmelig enige om at foretrække den Newtonske Theorie, saa tilstaae de dog gjerne,

at denne saavel som den Eulerske, trykkes af betydelige Vanskeligheder. Nærværende Forfatter har derfor prøvet en ny Vei. Den Theorie, han antager, har han vel allerede, i Hovedsagen, udviklet i tidligere Skrifter, men han har nu søgt videre at uddanne den. I Følge de Opdagelser, hvormed de sidste tyve Aars Bestræbelser have beriget Videnskaben, vil man ikke mere nægte, at de Kræfter, der vise sig i de electricke Virkninger, ere almindelige Naturkræfter, og ikke forskjællige fra de chemiske Kræfter. Forfatteren antager nu med Winterl, at begge disse Kræfters Forening give saavel Varme som Lys; men Winterl havde indskrænket sig til at anføre Beviser for Rigtigheden af sin Paastand, uden at angive Betingelserne, hvorunder Foreningen af de to modsatte Kræfter give Lys, og uden at gjøre Anvendelse af Grundsætningen til Phænomenernes Forklaring.»

«Forfatteren finder nu, at de to modsatte Kræfters Forening ikke frembringe Lys, uden at den skeer med en betydelig Modstand. Forenes de to electricke Kræfter under en meget ringe Modstand, saa bemærker man ingen anden Forandring end at begge Kræfterne ophæve hinanden. Ved en mærkelig Modstand derimod opvarmes Legemet, hvori Foreningen skeer, og naar Modstanden stiger til en meget stor Høide vorder Legemet glødende, sees altsaa ved sit eget Lys. Modstandens Virkning er desto større, jo mindre Electricitetens Styrke, maalt ved de electricke Frastødninger, befindes. Modstanden voxer ogsaa med Mængden af de Kræfter, som hvert Øieblik virker paa Lederen, medens den ved Electrometeret maalte Styrke bliver uforandret. Derfor frembringer ogsaa, under lige Omstændigheder, det galvaniske Apparat, især med store Plader, langt mere Varme og Lys end Electrismaskinen og det ved samme ladede Batterie. I alle brændbare Legemer indeholdes den samme Kraft, som i den positive Electricitet; i alle ildnærende Stoffer den samme Kraft som i den negative, men begge saaledes bundne, at de aldeles ikke kunne vise nogen Frastødning. Formedelst frivillig Tiltrækning og Frastødning kunne de derfor

aldeles ikke ledes; men derimod viser Erfaring, at den ene ved sin Tiltrækning kan sætte den anden i Bevægelse, især naar Ledningen er meget fuldkommen. Det Lys, der viser sig ved den sædvanlige Forbrænding, frembringes da ved Foreningen mellem den positive Kraft, der har Overvægt i ethvert brændbart Legeme, og den negative Kraft, der er overveiende i Luftens ildnærende Bestanddeel. Ved Foreningen af en Syre og et Æsk (Alkali) er Virkningen sjældent stærk nok for at frembringe mere end Varme.»

«Kræfternes Virkemaade i Lyset sammenligner Forfatteren med den, som finder Sted i den electricke Gnist. Til Frembringelsen af denne hører, at hver af de modsatte Kræfter ansamles i sin Deel af Rummet, den ene nær den anden; at de gjennembryde det mellemliggende Rum og forene sig. Foreningsøieblikket giver Lyset. Alle disse Omstændigheder finde ogsaa Sted under enhver vanskeliggjort Ledning. Den Electricitet, som skal ledes, begynder nemlig altid med at fremdrage den modsatte, og frastøde den ligeartede Electricitet, der findes i Lederen. Tænker man sig nu en aldeles fuldkommen, fra al Modstand befriet Ledning, saa vil den Tiltrækning, det electricke Legeme udøver paa Lederens modsatte Electricitet, og den Frastødning, den udøver paa den ligeartede, tilveiebringe en Forstyrning og Gjenoprettelse af Ligevægten, der uden Afbrydning gjennemløber hele Legemet. I samme Maal derimod som der gives en Modstand, vil saavel den tiltrukne som frastødte Electricitet inden faa Øieblikke opsamles hver paa sit Sted, dog i hinanden meget nærliggende Punkter. Naar Ansamlingen har naaet en vis Styrke, ville de modsatte Kræfter forene sig ved et Overslag, som Gnisten. Tænker man sig nu, at denne Virkning gjennemløber hele Lederen og at Modsætningspunkternes Afstand er overordentlig ringe, saa har man Forestillingen om Lysets Frembringelse og Udbredelse. Den største Hurtighed i de modsatte Kræfters Forening giver de usynlige Straaler, der i det prismatiske Farvebillede vise sig ved Siden af det

violette Lys. Næst efter disse Straaler have de violette den største Foreningshurtighed; og saaledes videre, efter Farvernes Orden, indtil de røde, der have den mindste Hurtighed. En endnu ringere Foreningshastighed giver Varmestraaler. Varmens og Lysets gjensidige Overgang i hinanden, tillige med alle deres ledsagende Omstændigheder, erholde efter denne Forestillingsmaade en let Forklaring.»

«Efter den her fremsatte Theorie kan man nogenlunde betragte en Lysstraale som en Række af umaaleligt smaa electriske Gnister, som man kunde kalde Lysets Grunddele. Linien mellem de to meest modsatte Punkter i en saadan Grunddeel kunde kaldes dens Axel. Beliggenheden af denne mod en tilbagekastende eller brydende Flade vil naturligviis have Indflydelse paa Lysstraalens videre Gang. Denne Theorie synes da bedre end nogen anden at passe til den Polaritet i Lysstraalerne, man i vore Tider har opdaget. Mangfoldigheden af de Gienstande, hvorpaa en Theorie over Lyset maa anvendes, er for stor til at vi her kunne giennemgaa dem alle. Vi maa da indskrænke os til at bemærke, at Forfatteren har forsøgt af sin Theorie at give en Forklaring over de Lysudviklinger, der ikke ere ledsagede med nogen mærkelig Varme, over Luens Farver, over de forskiellige Lysstraalers chemiske Virkning o. s. v. Forfatteren troer, at det især taler for hans Theorie, at den ikke forudsætter nogen Kraft eller Materie, hvis Tilværelse ikke ved Forsøg er beviist at den forfølger Lysets Frembringelse af Mørket gennem alle Tilfælde, hvori den finder Sted, og med Lethed gjør Rede derfor; at den uden at komme i Modsigelse med det, vi kiende af Naturen, fremstiller Forholdene mellem Varme og Lys, og at den endeligen sætter Lysudviklingen i den inderligste Forbindelse med den chemiske Virksomhed.»

Paa den Tid, da Ørsted skrev dette, var Emissionstheorien, som han selv siger, den almindelig antagne; dette Forhold forandredes imidlertid snart, idet Fresnels Arbejder viste, hvor

store Fortrin Bølgetheorien i Virkeligheden havde fremfor Newtons Lystheori. Det kan vel forstaaes, at Ørsted derved kom til at tvivle om Rigtigheden af den af ham selv fremsatte Lystheori, især da det ikke havde været ham muligt at udvikle den, videre; at han dog ikke fuldstændig havde tabt Tilliden til den ser man af følgende Udtalelse, der findes i Slutningen af en Meddelelse til Videnskabernes Selskab i Vinteren 1829—30.

«. Endeligen viste han, at man, dersom man nødtes til at antage Lys og Varme som Svingninger i Ætheren, ikke kunde undgaae ogsaa at betragte Electriciteten og Magnetismen som Svingninger; men at Forskjellen mellem de electricke Svingninger og de magnetiske ikke kunde ligge i Svingningshastighederne alene, men at en væsentlig Forskjel maatte ligge i Svingningsmaaden. Paa Nødvendigheden af at antage indvortes Bevægelser som ledsagende de chemiske Virkninger, har han allerede før gjort opmærksom. Iøvrigt vilde han ikke have det anseet som aldeles afgjort, at Lyset bestaaer i Ætherens Svingninger; men vilde her kun under Forudsætning af denne Mening, der i de nyere Tider har vundet saa meget i Sandsynlighed, vise at den indbyrdes Sammenhæng mellem Electricitet, Galvanismus og Magnetismus maa forestilles lige saa uafbrudt, som i den Theorie, der gik ud fra de electricke Kræfter, en Sandhed, hvorpaa han, under en anden Form, allerede havde gjort opmærksom i sine Ansichten der chemischen Naturgesetze, 1812.»

Langt bestemtere og mere indgaaende fremtræder den samme Betragtning af Lyset i den bekendte Afhandling af L. Lorenz: Om Identiteten af Lyssvingninger og elektriske Strømme, som findes i Oversigterne for 1867. Det vises heri, at Grundligningerne for Lyset og for de elektriske Strømme ere de samme, eller i hvert Fald kun adskille sig ved Størrelser, der ere saa smaa, at de aldrig kunne maales. L. Lorenz gør ogsaa opmærksom paa forskellige fysiske Forhold, hvorved denne Identitet viser sig, og han udtaler til Slutning følgende:

«Det er muligt, at den her fremsatte Hypothese om Lysets

og de elektriske Strømmes Natur, efterhaanden som Videnskaben skrider frem, kan antage en anden Skikkelse, men Resultatet af nærværende Undersøgelse, som er, at Lysets Svingninger ere elektriske Strømme, hviler ikke paa og er derfor heller ikke afhængig af nogensomhelst fysisk Hypothese.»

L. Lorenz og Cl. Maxwell have udarbejdet deres Lystheorier, der i det væsentlige falde sammen, ganske uafhængig af hinanden, og de udkom næsten samtidig. I *Electricity and Magnetism II*, S. 398 har Maxwell en Note, hvori det hedder:

«I en Afhandling, som findes i Poggendorffs *Annalen*, Juni 1867, har Hr. Lorenz af Kirchhoffs Ligninger udledet nye Ligninger, som vise, at Kraftfordelingen i det elektromagnetiske Felt kan opfattes som hidrørende fra Paavirkning af Nabo-elementer paa hinanden, og at Bølger, som bestaa af elektriske Strømme, der gaa paa tværs af Straaleretningen, kunne forplante sig fremad i ikke ledende Medier med en Hastighed, der kan sammenlignes med Lysets Hastighed. Han betragter derfor de Bevægelser, der danne Lyset, som identiske med disse elektriske Strømme og han viser, at ledende Medier maa være uigennemsigtige for saadanne Straaler.»

Det har sin Interesse at sammenligne de tre Lystheorier med hinanden. Emissionstheorien er den simpleste og anskueligste af dem; den gaar ud fra, at der eksisterer Lyspartikler, overordentlig smaa Legemer, der ved at ramme Øjets Nethinde frembringe Lysindtryk. De antages at bevæge sig med Lysets Hastighed, samt at tiltrækkes og frastødes af Legemerne, hvorved Brydning og Tilbagekastning fremkomme. Den matematiske Behandling af deres Bevægelse ligner meget den, hvorved en Planets Bevægelse bestemmes, og denne Analogi har i sin Tid bidraget meget til at udbrede Theorien. Bølge-theorien støtter sig derimod til Analogien mellem Lysets Egenskaber og de almindelige Bølgebevægelser i Legemerne. Vel lykkedes det ikke at gennemføre den paa alle Omraader, men man antog da, at det bevægede Medium, Ætheren, havde særegne Egen-

skaber, hvortil intet tilsvarende fandtes hos de sædvanlige Legemer. Begge Theorier maa nærmere betegnes som mekaniske, og de styrkede derfor den almindelig udbredte Anskuelse, at alle Virkninger i Naturen maatte forklares ved Bevægelser, saaledes at Naturlæren i sin Fuldendelse maatte blive en Bevægelseslære. Man kan ikke nægte, at den elektriske Lystheori maa siges at pege i en ganske anden Retning. Idet efter denne Lyset er et elektrisk Fænomen, ere dermed de mekaniske Analogier trængte aldeles i Baggrunden; thi der er paa Fysikens nuværende Standpunkt intet, der tyder paa, at det vil være muligt at give en mekanisk Forklaring af de elektriske Fænomener.

Men nødes man saaledes til, i hvert Fald foreløbig, at betragte Lyset som et elektrisk Fænomen, har dette aabenbart videre gaaende Følger. Ogsaa Varmen bliver da i Hovedsagen at forklare paa samme Maade. For Straalevarmens Vedkommende er dette en Selvfølge; for den almindelige, statiske Varme, der sædvanlig har sin Oprindelse fra Straalevarme, men jo ogsaa kan hidrøre fra kemiske eller mekaniske Virksomheder, kommer man da væsentlig til det samme Resultat, om det end ikke kan nægtes, at Varmen kan i forskellige Legemer være af forskellig Natur, men derfor vel sanses paa samme Maade. Efter Ampère er ogsaa Magnetismen at opfatte som en Ytringsmaade af Elektriciteten, ligesom der bestaar en meget nøje Sammenhæng mellem denne og de kemiske Kræfter, saaledes at de vigtigste Naturkræfter kunne føres tilbage til Elektricitet.

Hele Naturlæren synes derfor at skulle blive til Elektricitetslære og man naar derved en Enhed i Naturbetragtningen, som rigtignok er af en ganske uventet Art; dog maa det fra Videnskabens Side indrømmes, at der herved er gjort et Fremskridt, der aabner Blikket for Muligheder, som ingen anden Naturanskuelse kunde tænkes at give. Medens man tidligere snarest har tænkt paa en Konstruktion af Legemerne, deres

Egenskaber og Vexelvirkninger paa Grundlag af Læren om Atomer, der vare i Bevægelse og samtidig virkede som Kraftcentre, bliver Opgaven nu at deducere dem af Elektricitetens, i Hovedsagen bekendte Egenskaber. Derved er paa Forhaand Enheden af alle Naturkræfterne given; Spørgsmaalet er blot, hvorvidt alle Fænomener og Kraftformer kunne udledes. At dette skulde fuldt ud lade sig gøre paa Videnskabens nuværende Standpunkt, er ganske vist ikke sandsynligt, men paa den anden Side mangler der ogsaa meget i, at Legemernes Forhold til Elektriciteten er fuldt bekendt.

Det vilde dog være en stor Misforstaaelse at tro, at den mekaniske Naturbetragtning skulde have mistet sin Betydning. Derom kan der i Virkeligheden ikke være Tale. Atomtheorien spiller endnu en overordentlig stor Rolle; de Betragtninger, der ledede Dalton til at anvende den til Forklaringen af de kemiske Forbindelsers Forhold, ere ikke blot gyldige den Dag i Dag, men mange senere Opdagelser i Kemien have givet denne Theori forøget Betydning. Ogsaa de Konsekvenser, man i Fysiken har draget af den, have i det væsentlige vist sig rigtige. Foruden at den, anvendt paa Luftarterne, forklarer deres Forhold til Tryk- og Temperaturforandringer har den ovennævnte Clerk Maxwell draget flere vigtige Konsekvenser af den med Hensyn til deres Gnidning, Varmeledningsevne og flere andre Egenskaber. Han gik kun ud fra, at Atomerne vare i en hurtig Bevægelse og at de virkede frastødende paa hinanden. Hvad han derved fandt, var saa ejendommeligt, at man paa Forhaand vilde have afvist Theorien for de tilsyneladende umulige Konsekvensers Skyld, hvortil den førte; men Forsøget har alligevel paa alle vigtige Punkter stadfæstet den.

Man vil, i Overensstemmelse med hvad her er udviklet, maaske kunne sige, at Forholdet stiller sig paa følgende Maade. Det kan antages, at Materien ikke udfylder Rummet kontinuerligt, men at den er samlet i Atomer, Legemer af yderst ringe Udstrækning; deres Tværmaal er sandsynligvis under en Millionte-

del af en Millimeter. Disse Atomer ere dog ingenlunde egenskabsløse; de besidde sandsynligvis en stor Del af de Egenskaber, vi finde hos Legemerne i Almindelighed. Forsaavidt Atomerne indvirke paa hinanden, kan dette tænkes at ske ad mekanisk Vej; men det er mere sandsynligt, at det er elektriske Kræfter, der her ere i Virksomhed. Ogsaa i Atomernes Indre kunne Forandringer finde Sted, blandt andet kan der findes elektriske Strømme med den deraf følgende Polarisation. Alt dette tyder paa, at Atomernes Bygning maa være meget sammensat, men derom er det dog vanskeligt at vide noget for Øjeblikket, om der end ikke synes at være noget til Hinder for at man ogsaa i Fremtiden kan naa videre i denne Henseende.
