

**Røntgens Straaler : en Fremstilling af de elektriske Straalefaenomener / Af C. Christiansen.**

**Contributors**

Christiansen, Claus, 1942-  
Francis A. Countway Library of Medicine

**Publication/Creation**

København : Gyldendalske Boghandels Forlag (F. Hegel & Søn), 1896.

**Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/zxydmeqy>

**License and attribution**

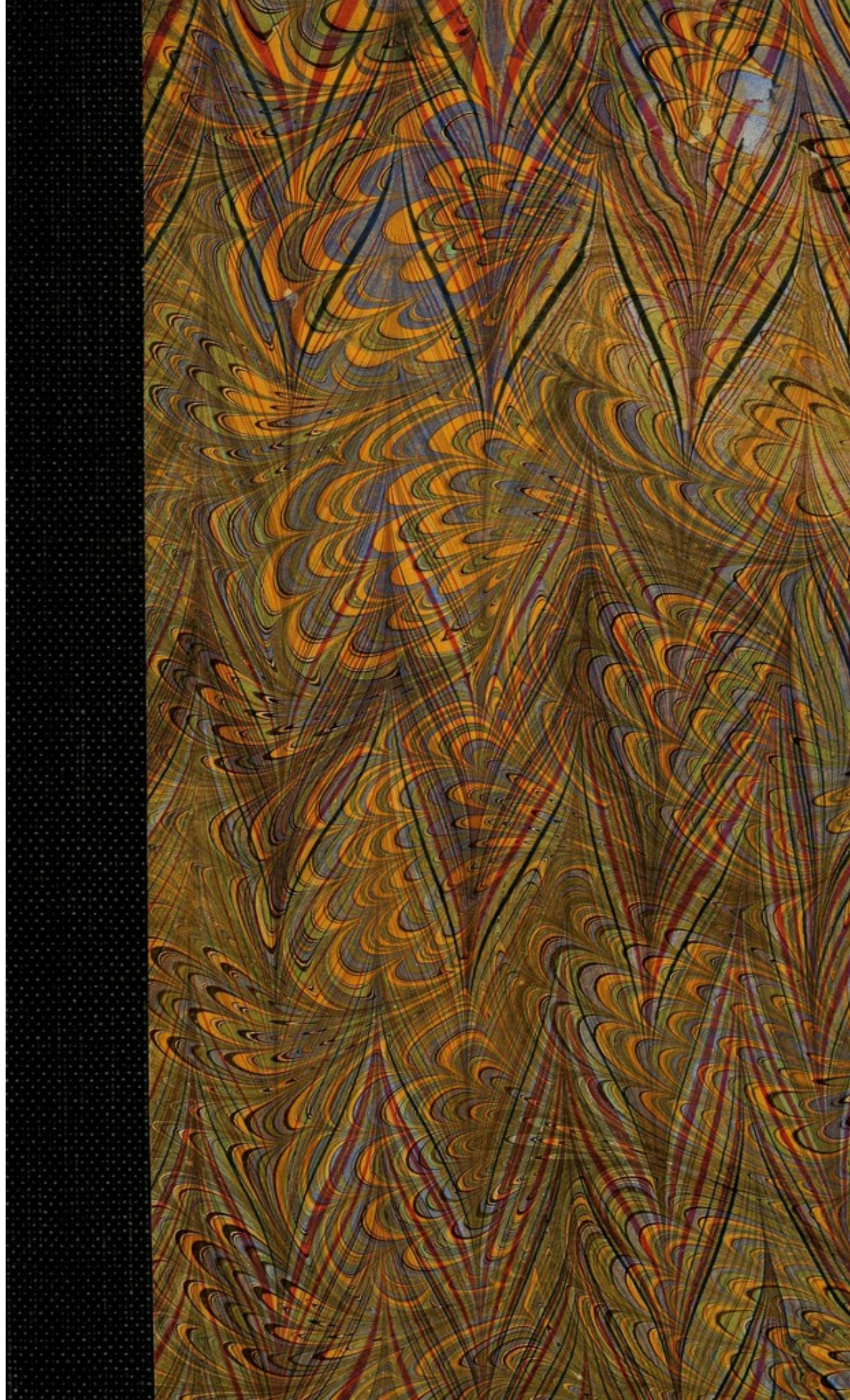
This material has been provided by This material has been provided by the Francis A. Countway Library of Medicine, through the Medical Heritage Library. The original may be consulted at the Francis A. Countway Library of Medicine, Harvard Medical School. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>







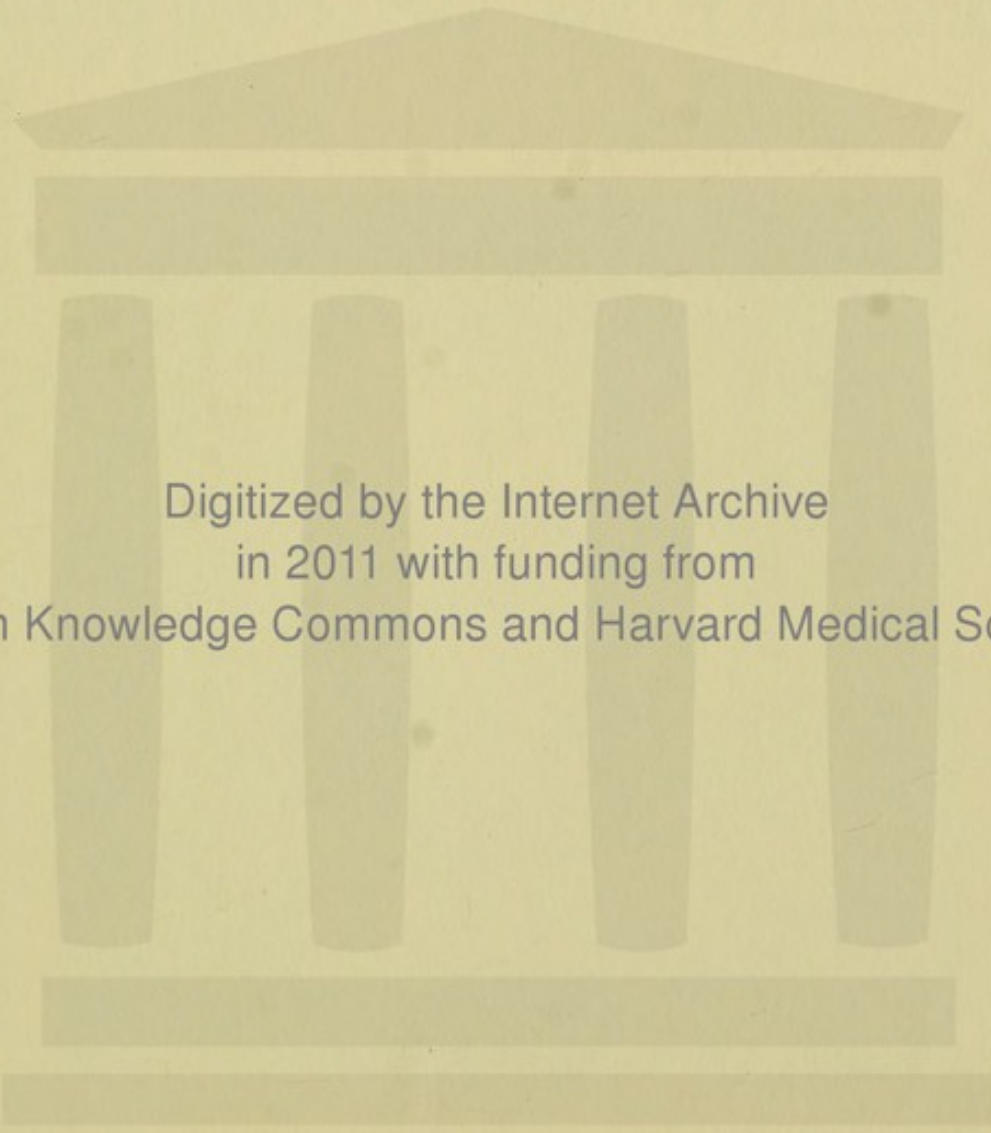
BOSTON  
MEDICAL LIBRARY



IN THE  
Francis A. Countway  
Library of Medicine  
BOSTON

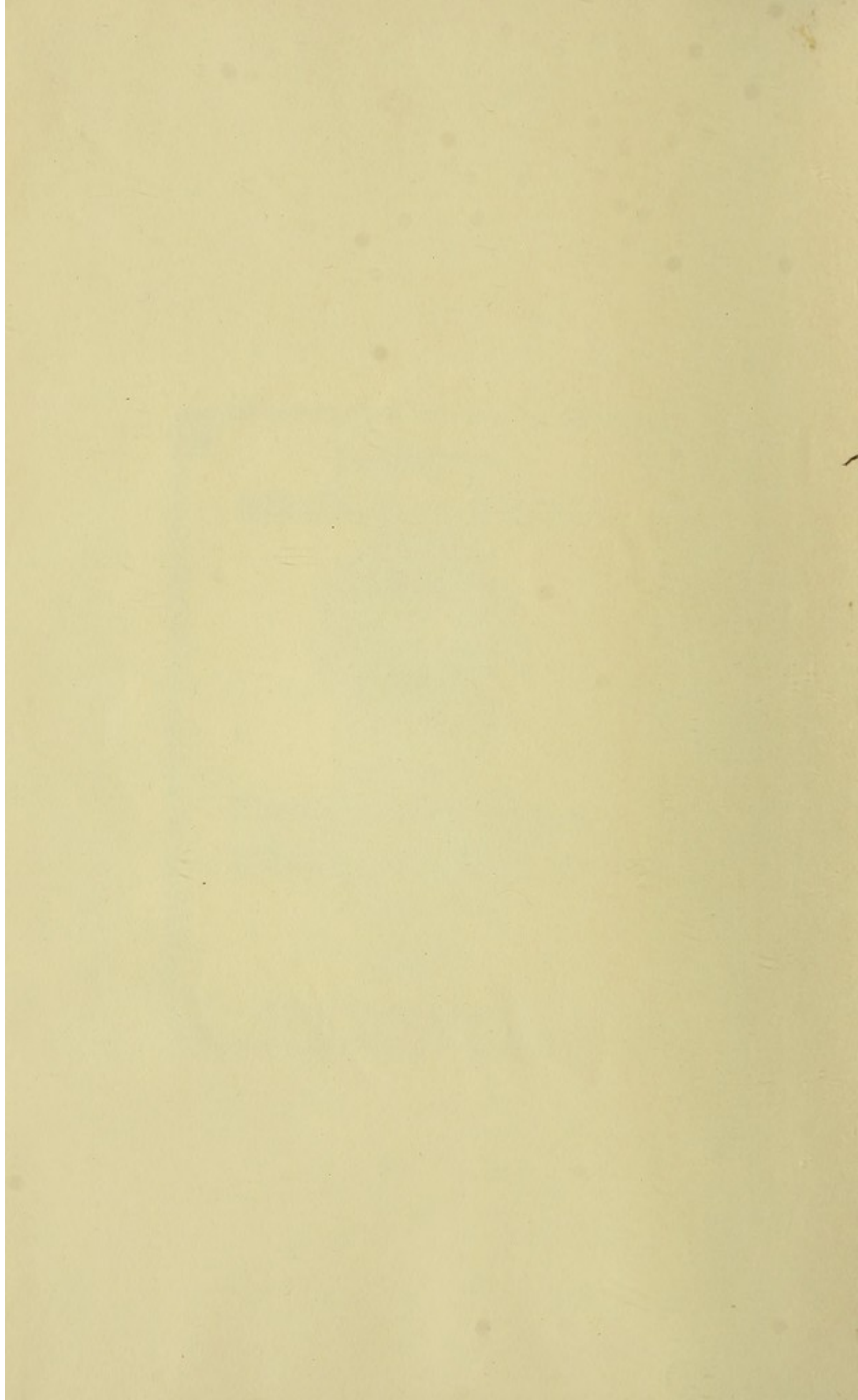
*Gift of*

Egon Wissing, M.D.



Digitized by the Internet Archive  
in 2011 with funding from  
Open Knowledge Commons and Harvard Medical School

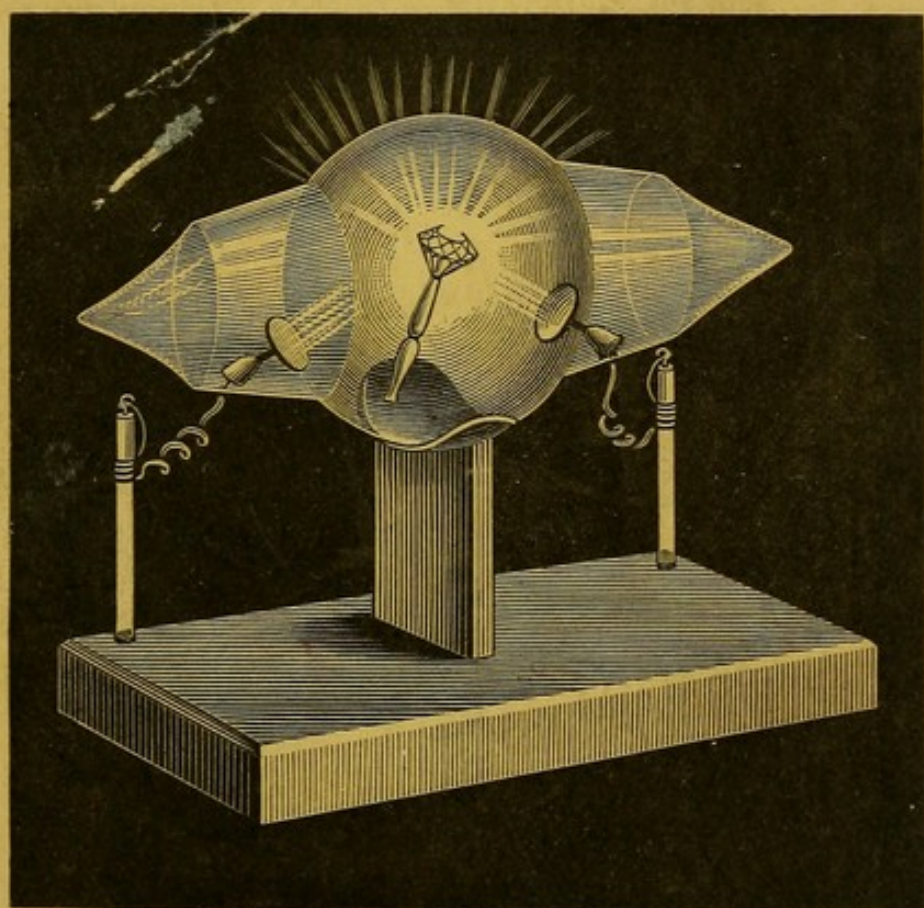




7LK/e  
PROF., DR. C. CHRISTIANSEN

---

# RØNTGENS STRAALER



KJØBENHAVN

GYLDENDALSKE BOGHANDELS FORLAG

TRYKT HOS J JØRGENSEN & CO (M. A. HANNOVER)



THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

BØHMER- OG KONTORISTFORENINGEN  
BREDGADE 28

# RØNTGENS STRAALER

EN FREMSTILLING AF DE ELEKTRISKE  
STRAALEFÆNOMENER

AF

C. CHRISTIANSEN



KØBENHAVN

GYLDENDALSKE BOGHANDELS FORLAG (F. HEGEL & SØN)

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO. (M. A. HANNOVER)

1896



# ROBERTSON'S STRAITS

THE HISTORY OF THE STRAITS OF MALACCA

AND THE ADJACENT PARTS OF THE EAST INDIES

BY ROBERTSON

Vol. I.

Part I.

THE HISTORY OF THE STRAITS OF MALACCA

AND THE ADJACENT PARTS OF THE EAST INDIES

## INDLEDNING.

---

Er der nogen af Naturkræfterne, der baade kan gavne og fornøje, maa det vist i fortrinlig Grad være Elektriciteten, og denne Evne er ikke opdaget fornylig. For over 100 Aar siden udtrykte Priestley sig saaledes om den: »Elektriciteten staar langt over de andre Grene af Fysikken, thi den giver ikke alene Fysikeren nok at tænke paa, men den skaffer alle Mennesker Fornøjelse. I næsten alle Europas Lande har den hjulpet en stor Mængde Mennesker til Brødet, idet de benyttede sig af Mængdens store Interesse for alt, hvad der er vidunderligt. Kejseren selv vilde kunne regere sit Land for den Sum, der er givet ud for at se Virkningerne af Leidnerflasken.« At selv meget alvorlige Folk kunde te sig som Børn, naar det galdt om Elektriciteten, se vi af Beskrivelsen over et



Festmaaltid som Franklin og hans Venner holdt i 1748. De dræbte en Kalkun ved et elektrisk Stød, stegte den paa et Spid, som drejedes ved Elektricitet, over en Ild, der var tændt af en elektrisk Gnist; saa drak de alle Elektrikers Skaal af elektriserede Glas under Knald fra store Udladninger.

At Priestley har Ret i denne Lovtale, har det forgangne Aarhundrede tydelig viist; bestandig bevarer Elektriciteten den samme Evne til at glæde og forundre samtidig med, at hvert Aar bringer nye Anvendelser af den, der allerede mangfoldigt har indvirket paa Livsbetingelserne, og alt tyder paa, at det vil blive ved saaledes i lange Tider.

Dette er saa meget vissere, som Elektricitetens egenlige Væsen stadig er lige gaadefuldt; de nye Opdagelser berige vor Viden men hjælpe ikke til Forstaaelse, snarere bliver Haabet om en saadan stadig svagere.

Da i de første Dage af dette Aar Efterretningen om Røntgens Opdagelse fremkom, vakte den almindelig Forbauselse, ikke mindst hos de Sagkyndige. Ved nærmere Overvejelse viste det sig dog, at de af Røntgen opdagede Fænomener for en Del vare kendte forud, men



at de ikke vare naaede udenfor Fagmændenes Kreds. Røntgen har været saa heldig at anstille sine Forsøg under Betingelser, hvor deres praktiske Nytte, navnlig for Lægevidenskaben, var indlysende, og dette har selvfølgelig tildraget dem det store Publikums varme Interesse.

Inden jeg gaar til Beskrivelsen af de nyeste Opdagelser, vil jeg nu forsøge at fremstille Gangen i de ældre Undersøgelser, der danne Grundvolden for Røntgens Opdagelse; derved vil ikke alene dens Betydning komme til at staa klart; man vil ogsaa derved faa at vide, hvorledes Straalerne frembringes. Jeg vil søge at gjøre det saaledes, at enhver, der vil ofre Tid og Penge, vil kunne arbejde videre paa dette Omraade, som netop er et saadant, hvor man, uden store Forkundskaber, ikke alene kan skaffe sig en interessant Underholdning, men ogsaa kan berige Videnskaben og maaske gavne Samfundet.

---



## FØRSTE KAPITEL.

### Ældre Forsøg. Faraday.

---

Otto Guericke, Luftpumpens Opfinder, er vistnok den første, der har set en elektrisk Gnist. Han støbte en Svovlkugle saa stor som et Barnehoved, gennem den gik en Akse af Træ, hvormed den kunde drejes som en Slibesten. Gnedes den saaledes med Haanden, blev den elektrisk, tiltrak lette Legemer og gav en Gnist i Mørke. Lignende Gnister fik kort efter Dr. Wall ved at gnide Rav, Lak og andre slette Ledere. Disse Forsøg overtræffes dog langt af Hawksbee. Han lod en lufttom Glaskugle dreje rundt; holdtes Haanden paa den, viste der sig et stærkt Lys inden i Kuglen, som dannede et Billede af Haanden. Senere finde vi at Canton paa en lignende Maade frembragte smukke

Lysfænomener. Han holdt den ene Haand paa Elektrisermaskinens Konduktor, med den anden berørte han et lufttomt Glasrør, 3 Fod langt. Saasnart Maskinen sattes i Virksomhed, fremkom der i Røret et stærkt og meget uroligt Lys, der holdt sig endog flere Minutter efter at Maskinen var standset.

Egentlige Gnister fik man først ved Elektrisermaskinens Hjælp. Deres almindelige Udseende er saa bekendt, at vi ikke her behøve at gaa nærmere ind paa dem. At deres Form og Farve ere i højeste Grad foranderlige er bekjendt, men endnu vide vi kun lidt om Aarsagerne dertil.

Den første, der har gjort dem til Genstand for en indgaaende Undersøgelse, er Faraday (1838). Vi ville søge at gengive nogle af hans Resultater. Han skelner mellem 4 Former af Udladningen:

1. Den egentlige Gnist,
2. Den kostformige Udladning,
3. Lystaage-Udladningen.
4. Den mørke Udladning.

1. Den egentlige Gnist fremkommer, naar Udladningen sker mellem to Metalkugler forbundne med Elektrisermaskinens Konduktorer.



Er Kuglernes Afstand lille, bliver Gnisten lige, den længere Gnist er ofte bugtet eller brudt; i atmosfærisk Luft er den blaa, i Brint rød, i Ilt hvid, i Kulsyre grønlig.

2. Den kostformige Udladnings Form ses af Fig. 1. Den optræder, naar man anbringer

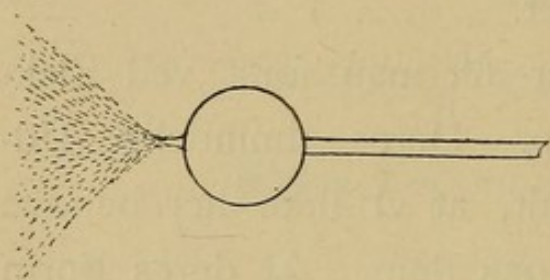


Fig. 1.

en lille Kugle eller Spids paa Maskinens positive Konduktor, Elektriciteten udlades da til Luften. I Virkelig-

heden er det en Række successive Udladninger; jo hurtigere man drejer Maskinen, des flere kommer der. At det forholder sig saaledes ses ved at betragte Kosten i et Spejl, der drejes rundt; man ser da en Række Koste ved Siden af hinanden. De frembringe hver sin Lydbølge, saaledes at Udladningen frembringer en Tone.

3. Udladningen i Form af Lystaage faas paa samme Maade fra Maskinens negative Konduktor; den er dog svag i almindelig Luft, i fortyndet Luft bliver den stærkere og udbreder sig desto mere, jo videre Fortyndingen drives.



4. Den mørke Udladning iagttages bedst i stærkt fortyndet Luft. Lad A og K, Fig. 2, være to Metalstænger, der føre ind i et luftfor-



A Fig. 2. K

tyndet Rum. Er A positiv, K negativ, vil man se en rød Lystaage strække sig fra Enden af A henimod K; den naar dog aldrig helt hen til K; K selv er samtidig omgivet af en blaalig Lystaage; mellem det røde og det blaa Lys ligger et mørkt Rum. At Elektriciteten gaar derigennem er utvivlsomt; Luften der maa altsaa lede uden at lyse, deraf Navnet.

I det følgende skulle vi væsentligt beskæftige os med den elektriske Udladning i fortyndet Luft, det vil derfor være bekvemt at have korte Betegnelser for Udladningen. Vi ville kalde Lyset, der udgaar fra den positive Pol, Anodelyset, det fra den negative Kathodelyset. Betegnelserne Anode og Kathode for de to Poler skyldes Faraday.

Skønt Faraday virkelig har angivet de væsentligste Synspunkter for den elektriske Gnist, har han dog ikke ført Sagen videre; dels fordi andre og større Opdagelser bortdrog ham derfra, dels fordi man i 1838 manglede



Midler til at drive Fortyndingen af Luften til de yderste Grænser. Tilmed er Elektriser-maskinen et meget ubekvemt Apparat, naar man ikke alene skal have høj Spænding men ogsaa en stor Elektricitetsmængde.

De store Fremskridt i Læren om Gnisten, som ere gjorte i det sidste halve Aarhundrede, ere netop betingede ved, at man bødede paa disse Mangler ved Konstruktionen af Kvægsølvluftpumpen og Induktionsmaskinen.

---

## ANDET KAPITEL.

### Kvægsølvluftpumpen.

---

Ved Hjælp af en almindelig Luftpumpe kan man vanskelig fortynde Luften mer end 100 Gange. Dette er imidlertid langt fra tilstrækkeligt til Studiet af Udladningen, da de mærkeligste Fænomener først fremkomme, naar Luften fortyndes en Million Gange. At Luftpumpen ikke yder mere end den gjør ligger dels i det skadelige Rum, dels i at Stemplet vanskelig kan blive fuldkommen tæt; er dette dog opnaaet, sker det kun ved rigelig Anvendelse af Smørelse, som da selv vil afgive Dampe. I Geisslers Luftpumpe, om hvilken Fig. 3 giver en Forestilling, ere disse Fejl i Hovedsagen fjernede.



Den bestaar af en stor Glasbeholder A, der ender i et vidt, omtrent 1 Meter langt Rør B. Dette er ved Hjælp af en stærk Kautschukslange C forbunden med Glasbeholderen D, der er fyldt med Kvægsølv. Over A findes Hanen E, der har to Gennemboringer, af hvilke

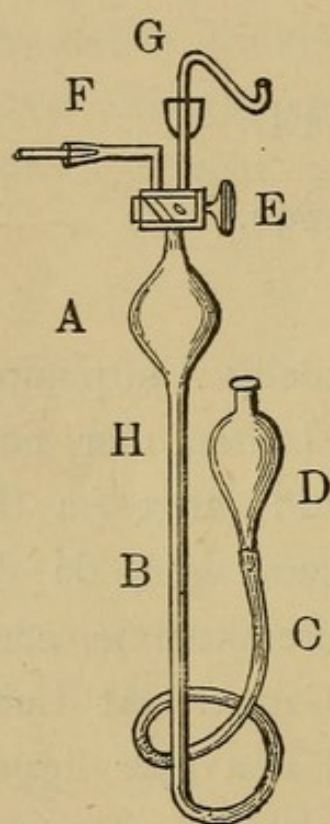


Fig. 3.  
Geisslers Pumpe.

den ene, der er skraa, forbinder A med Røret F, som fører til det Rum, som skal pumpes tomt, den anden Boring gaar paatvers gennem Hanen og kan forbinde E med den ydre Luft G.

Skal man nu pumpe, drejes Hanen  $90^{\circ}$ , derved forbindes A med G, D hæves nu, A fyldes med Kvægsølv, og Luften drives ud. Naar Kvægsølvet rører ved Hanen drejes den  $45^{\circ}$ , A er da afspærret

fra F og G, derpaa sænkes D, indtil Kvægsølvet staar ved H, A er da lufttom. Nu drejes Hanen til den i Figuren viste Stilling. Luften strømmer da fra F ind i A. Gentages denne



Operation, kan man drive Fortyndingen saa vidt man vil.

Hel fejlfri er denne Pumpe ikke. Der hænger altid nogen Luft ved Glasset i A; denne Luft skaffes dog efterhaanden bort. Værre er det, at Hanen E maa fedtes for at blive tæt. Tillige kan der let føres lidt Luft fra E til A med Hanen, idet den drejes rundt. Dette kan der dog bødes paa ved at sætte en Hane højere oppe paa Røret, der forbinder E med Luften. I denne Form kan den Geisslerske Pumpe anvendes til Forsøg over Kathodelyset. Den leveres af Geisslers Efterfølger Frantz Müller i Bonn til Priser, der variere fra 150 til 270 Mk., Kvægsølv et dertil koster henved 100 Kr.

Endnu bedre er dog den Toepler-Hagenske Pumpe, hvor Anvendelse af Hane helt er undgaaet. Vi behøve kun at dvæle ved de Dele, i hvilke den adskiller sig fra Geisslers Pumpe. Fra Beholderen A gaar Røret G ned i en Skaal N, der indeholder Kvægsølv, I og K ere Glasrør. Det sidste er omgivet af en Korkring, der bærer det vide Rør L, hvori der ogsaa er Kvægsølv. Deri staar Røret M ned.



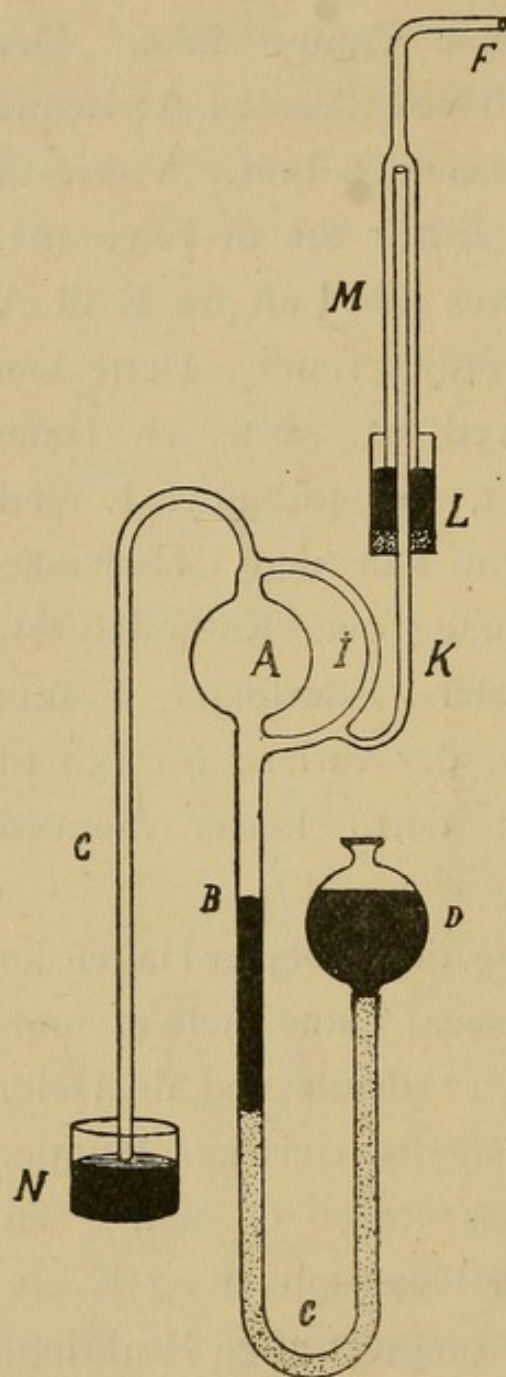


Fig. 4.  
Toepler-Hagens Luftpumpe.

Hæves D, vil Kvægsølv drive Luften gennem G ud i Atmosfæren, Kvægsølvet følger efter og fylder G, samtidig stiger det ogsaa et Stykke op i K. Nu sænkes D, Kvægsølvet falder i A, Luften strømmer til fra det Rum, som skal udpumpes. Da Trykket i A er mindre end Atmosfæretrykket, vil, naar D er bragt i den i Figuren angivne Stilling, Kvægsølvet staa et Stykke op baade i G og M.

Denne Konstruktion er sikkert den bedste eksisterende; Pumpen

er tillige billig, den koster fra samme Firma 140 Mk. uden Kvægsølv; dog maa man tilføje, at den ved uforsigtig Behandling let gaar itu og meget vanskelig kan repareres.

Ønsker man en billig og fuldkommen paalidelig Pumpe, kan man anvende den af Professor K. Prytz konstruerede. Skal Beholderen A, Fig. 5, pumpes tom, smeltes den sammen med det 2 Meter lange Glasrør B, som forneden er meget snævert. Man hælder Kvægsølv til gennem Tragten C, det vil da falde draabevis ned

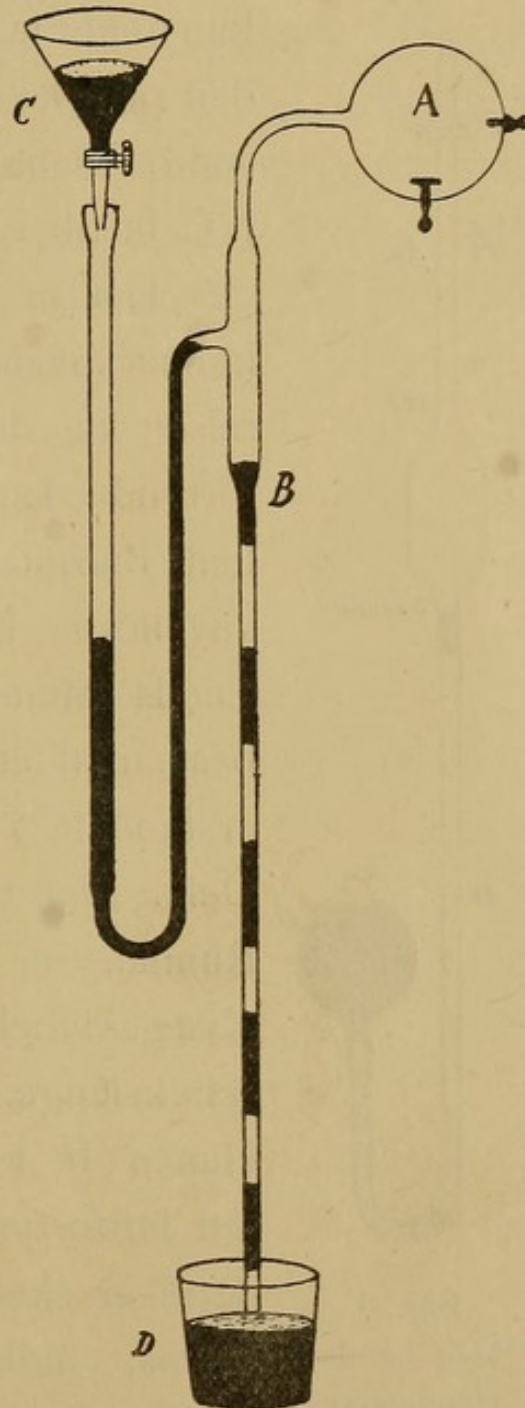


Fig. 5.  
Prytz's Pumpe.



i B og vil drive Luft foran sig, som da bobler op gennem Kvægsølv i D. Her behøves kun nogle faa Pund Kvægsølv, men den pumper rigtignok ogsaa langsomt. Den leveres af Glasblæser J. C. Jacob i København for 25 Kr.

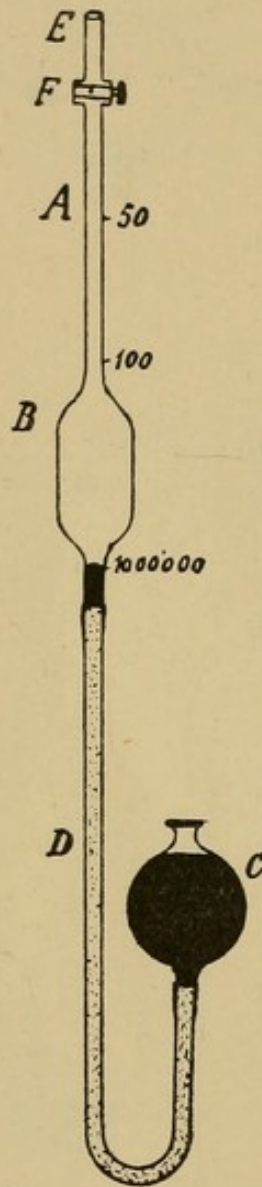


Fig. 6.  
Mac Leods  
Manometer.

Det er ofte af Betydning at kunne maale Fortyndingens Størrelse; da de her nævnte Pumper fortynde Luften Millioner Gange, kan Barometret selvfølgelig ikke anvendes. Man anvender da Mac Leods Manometer, Fig. 6. Det bestaar af et snævert Rør A, der er inddelt i f. Eks. 100 lige store Dele. Den tilhørende Beholder B's Rumfang er da 999900. C er en Kvægsølvbeholder, D en Kautschukslange. Ved Røret E og Hanen F kan A forbindes med det luftfortyndede Rum. Efter at dette er sket, lukkes Hanen F, C hæves, indtil Kvægsølv i A staar lige saa højt som i C.

Lad det være ved Inddelingen 10. Da Luftens Rumfang nu er formindsket fra 1000000 til 10,

maa Luften oprindelig have været fortyndet 100000 Gange. Som man ser kan enhver Fortynding maales med dette Apparat. Her er vel at inærke ikke taget Hensyn til Kvægsølv-dampenes Tryk; ved de fleste Forsøg synes de heller ikke at spille nogen Rolle. I de enkelte Tilfælde, hvor man ønsker at blive fri for dem, maa man anvende Absorption.

---



## TREDJE KAPITEL.

### Ruhmkorffs Induktionsmaskine.

---

Skønt alle elektriske Fænomener, som vise sig i et luftomt Rum, kunne fremkaldes ved Elektrisermaskinen, vil man dog, navnlig naar det gælder om at faa intensive, f. Eks. fotografiske Virkninger, være nødt til at vælge en rigere Elektricitetskilde. En saadan have vi i Ruhmkorffs Apparat. Ruhmkorff var en tysk Instrumentmager, som nedsatte sig i Paris; ved at sætte sig i Forbindelse med fremragende Fysikere, navnlig med Foucault, konstruerede han et Induktionsapparat, der har viist sig aldeles fortræffeligt. Ikke alene ere dets elektriske Præstationer ganske fortrinlige, men den Omstændighed, at det arbejder avtomatisk ved

Anvendelse af galvaniske Elementer, er en stor Lettelse.

Her skal kun gives en Udsigt over dens Indretning og nogle Vink med Hensyn til Brugen af den. Dens »Kjerne« dannes af et Bundt tynde Jernstænger AA. Uden om dem er viklet en tyk overspunden Koppertraad, BB, hvis Ender er b og b<sup>1</sup>. CC er en meget tynd,

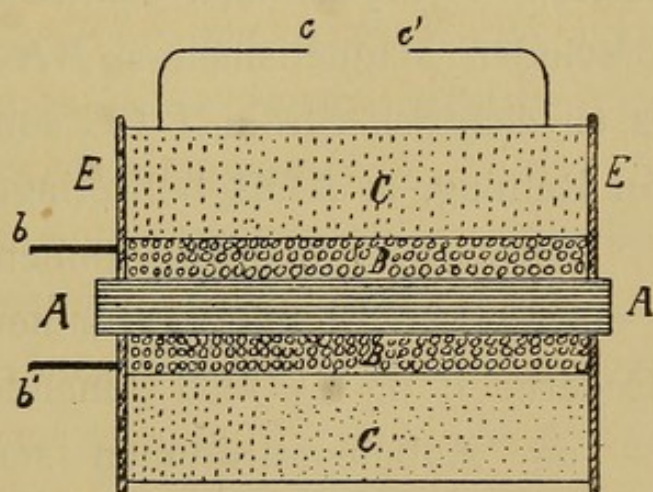


Fig. 7.

omhyggelig isoleret Koppertraad, viklet uden om BB; Traadens Længde siges i de større Maskiner at være en fjorten Mil. Det hele er sammenholdt med Glaspladerne EE.

Ledes en Strøm paa 5—10 Ampère ind ved b og ud ved b<sup>1</sup> ville Jernstængerne blive magnetiserede. Idet Magnetismen opstaar, indu-



ceres i CC en elektromotorisk Kraft, som vil give en Strøm, der modvirker Magnetiseringen; dens Styrke retter sig efter Magnetismens Styrke og Vindingernes Antal, samt naturligvis efter Modstandens Størrelse. Ere den tynde Traads Ender  $c$  og  $c^1$  ikke forbundne, men adskilte ved et Luftrum af nogle Millimeter, faas en Gnist, Slutningsgnisten (fordi Strømlederens Ende  $bb^1$  forbindes med Batteriet, Kredsen altsaa sluttet). Afbrydes den elektriske Strøm i BB forsvinder Magnetismen i AA, derved induceres en elektrisk Strøm i CC som vil faa en saadan Retning, at Afmagnetiseringen delvis hindres. Dette er Aabningsstrømmen. Dens Retning er modsat Slutningsstrømmen. Forbindes Enderne  $c$  og  $c^1$  med hinanden, ville Slutnings- og Aabningsstrømmen sende lige megen Elektricitet gennem Ledningen, men den første giver en varigere og svagere, den anden en kortvarig men stærkere Strøm. Ere  $c$  og  $c^1$  derimod adskilte, vil man, naar Mellemrummet ikke er altfor stort, faa en Gnist at se imellem dem. Med Slutningsstrømmen er denne Gnist kun kort, i Reglen nogle faa Millimeter, meget længere, indtil 300<sup>mm</sup> eller mere, med Aabningsstrømmen, altsammen i



Forhold til Maskinens Størrelse. Naar vi i det følgende tale om Gnistlængden, Maskinen kan give, menes altid Aabningsgnisten.

For at faa en uafbrudt Række Gnister maa Strømmen i BB, Hovedstrømmen, sluttes og afbrydes med korte Mellemrum. Dette sker i Reglen ved Hjælp af en Afbryder (Interruptor) indrettet efter det fra de elektriske Ringeværker bekendte Princip. Den kaldes Foucaults Afbryder, og dens regelrette Virksomhed er en Hovedbetingelse for, at Maskinen skal arbejde godt. Angaaende dens Indretning henvises til de fysiske Lærebøger.

Det er vigtigt at erindre, at Strømmen fra Ruhmkorffs Maskine idelig skifter Retning. Man kan dog ved et simpelt Kunstgreb fjerne Slutningsstrømmen. Dertil udfordres kun, at der i den Ledning, der forbinder  $c$  med  $c^1$ , er indsat et Luftmellemrum saa stort, at Slutningsgnisten ikke kan springe derover. Dette vil ikke svække Aabningsgnisten synderligt. Uden dette Mellemrum give de Geisslerske Rør som oftest ens Lys ved begge Poler, en Blanding af positivt og negativt Lys, med dette Mellemrum er Forskellen mellem Polerne tydelig.



Medens vi for at drive Maskinen kun behøver Strømmen fra 2—6 Bunsenske Elementer, svarende til en Spænding af omtrent 4—12 Volt, frembringer Maskinen Gnister svarende til mange Tusinde Volt. For at give en Fore-

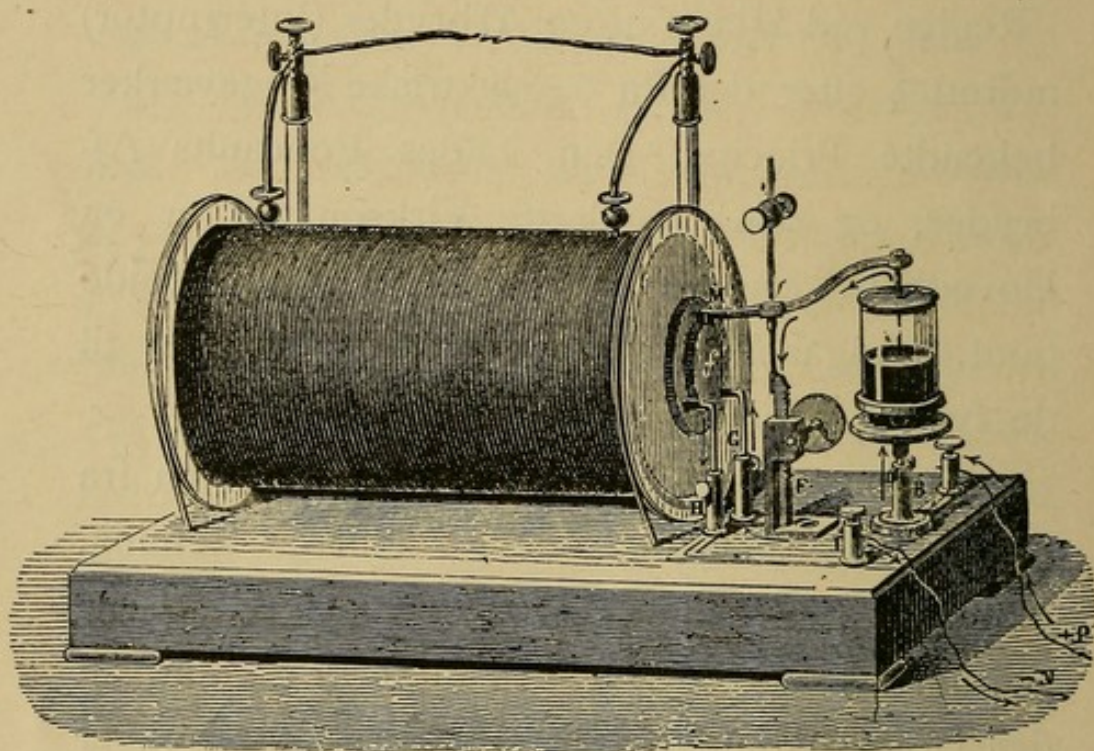


Fig. 8. Ruhmkorffs Maskine.

stilling om, hvad en Volt er, bemærkes, at der til en almindelig Glødelampe anvendes 110 Volt Spænding.

Ruhmkorffs Maskine leveres i fortrinlig Udførelse fra Ducretet et Lejeune i Paris. Hvad de yde og koste ses af følgende Tabel:

Maskinens Betegnelse	Gnistlængde	Pris
0	6 mm	15 Fr.
1	10	20
2	15	40
3	20	85
5	45—50	225
6	70—75	300
7	110—120	425
8	200	600
9	300	1000

Til de almindelige Forsøg, deriblandt til de Røntgenske Straaler, ville Nr. 6 eller 7 kunne benyttes, man driver dem med 2 eller 3 Bunsenske Elementer.



## FJERDE KAPITEL.

### Almindelig Oversigt over de Fænomener, der vise sig i Geisslers Rør. Anodelyset.

---

For at undersøge den elektriske Udladning i fortyndet Luft benytter man sig af Glasrør eller Beholdere, der kunne gives de forskelligste Former. Navnlig er Dr. Geissler i Bonn bleven berømt ved sin ualmindelige Færdighed i at blæse saadanne Rør og at forme dem saaledes, at de frembyde det mangfoldigste og mest tiltalende Skue. Lyset i dem er uendelig mangfoldigt i Form, Farve og Bevægelse, en Rigdom, der snart minder om Aftenrødens, snart om Nordlysets rige Farvespil. For at kunne udpumpe Rørene bør man helst smelte dem sammen med Luftpumpen, da Forbindelser med Kautschukrør aldrig blive lufttætte; Luften kan



nemlig, om end kun yderst langsomt, gaa igennem Kautschuk. Fig. 18 viser et saadant Rørs Udseende. A og B er to Platintraade, der smælttes ind i Glasset; den Del af Platintraaden, som er inden i Røret, omgives af et snævert Glasrør; til Platintraaden fæstes en Traad af Aluminium, som igen kan bære en Plade, Ring eller hvad man vil, af samme Metal. Platintraade have nemlig den Ulempe, at Gnisten, navnlig ved den negative Pol, løsriver smaa Partikler af den, som slynges ud imod Glasvæggene og bedække dem med et Lag Platin af yderst ringe Tykkelse. I Førstningen er det gennemsigtigt, efterhaanden bliver det tykkere og danner da en spejlende Belægning. Crookes har undersøgt, hvor hurtigt de forskellige Metaller paa den Maade omdannes til Støv, naar de ere negativ Pol, Kathode, for samme Strøm. Han fandt følgende Mængder:

Guld	100	Platin	45
Sølv	83	Kobber	40
Bly	75	Jærn	6
Tin	57	Aluminium	0
Messing	52	Magnium	0

Vil man derfor have, at Røret skal holde sig rent, bør Polerne, Elektroderne som de kaldes, gøres af Aluminium.



Hvem der vil sysle med disse Ting bør helst selv lære sig at blæse Glas, dette er, naar det kun drejer sig om simplere Ting, slet ikke vanskeligt.

Skal Røret benyttes, smæltes Siderøret R sammen med Kvægsølvpumpen, medens Polerne A og K forbindes med Induktionsmaskinen. Er Røret langt, faas intet Lys, saalænge det er fyldt med atmosfærisk Luft. Idet nu Pumpen begynder at arbejde, vil Gnisten først have sit sædvanlige Udseende, men efterhaanden bliver den mindre skarp, dens Begrænsning taaget, dens Lys rødt. Gnisten udgaar fra den positive Pol, det er Anodelys, den naar ikke helt hen til den negative Pol; denne Pol, Kathoden, er omgivet af en blaalig Lystaage, der fra først af kun ses paa dens Spids, eller naar det er en Plade, paa en enkelt Del af den. Senere udbreder Kathodelyset sig over en større Del af Kathoden. Er Lufttrykket sunken til omtrent  $4^{\text{mm}}$ , Luften altsaa fortyndet omtrent 200 Gange, fyldes hele Rørets Tværsnit af det røde Anodelys, stadig dog uden at naa helt hen til Kathoden.

Ved yderligere Fortynding forandres, som Gassiot først har bemærket, Anodelysets Ud-

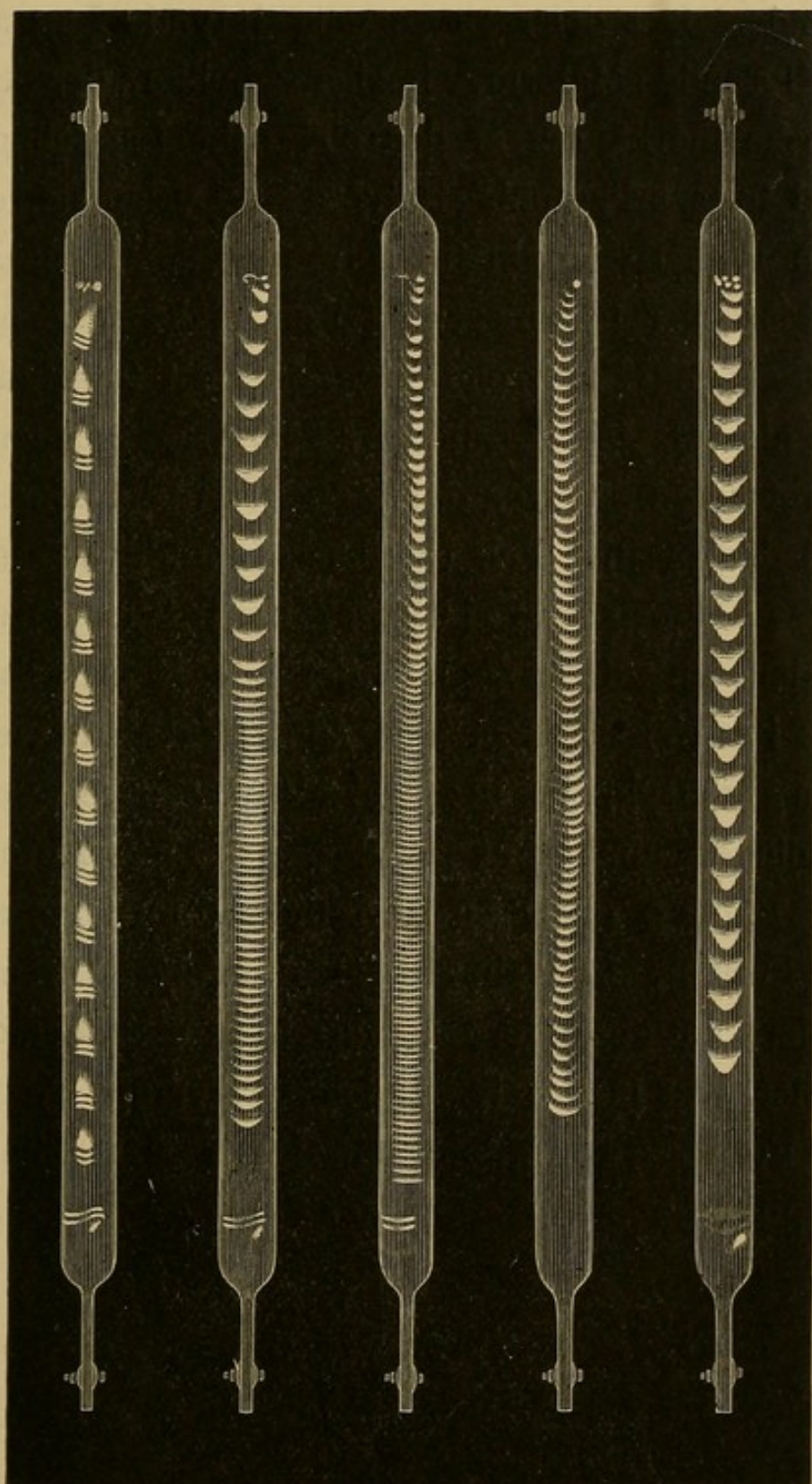


Fig. 9.



seende. Det deler sig nemlig i tynde Lag af en lysende Materie, imellem hvilke der er ganske mørkt, det er den elektriske Lagdeling. Ved fortsat Pumpning blive disse Lyslag færre, men tykkere, de kunne forme sig som Skiver, Kugler eller Halvmaaner, de staa ikke stille og skifte idelig Form og Farve. Tilsidst forsvinde de aldeles, og Strømmen gaar da igennem Røret uden at frembringe noget Lysfænomen ved den positive Pol, Anoden. Samtidig vokser ogsaa Modstanden i Røret mod Strømmen. Medens en yderst ringe Kraft kan give elektrisk Lys i et Geisslers Rør med nogle faa Millimeter Kvægsølvtryk, er det ved de stærkeste For-tyndinger umuligt at faa Strøm gennem Røret.

Figur 9 giver en Forestilling om nogle af de Former, Lagdelingen af Anodelyset frembyder; for at vurdere Skønheden af disse Fænomener maa man selv se dem, Farvernes Pragt og Formernes Rigdom kan ingen Afbildning gengive.

---

## FEMTE KAPITEL.

### Kathodelyset. Hittorf og Crookes.

---

I det foregaaende har jeg væsentlig kun talt om det Lys, der viser sig ved den positive Pol og derfra breder sig ud i Røret, altsaa Anodelyset. Vi skulle nu nærmere betragte Lyset omkring den negative Pol, Kathodelyset. Ved svage Fortyndinger ses omkring den Traad eller Plade, der danner den negative Pol, Kathoden, en blaa eller graa Lystaage, som bedækker en mindre eller større Del af Kathoden, alt efter den elektriske Strøms Styrke. Dette Lyslag bestaar af 3 Dele: Polen er selv bedækket af en meget tynd Hinde af Lys, udenfor det kommer et mørkt Rum og derpaa igen et Lag af Lys. Ved fortsat Fortynding bliver det



mørke Lag tykkere, og tilsidst naar det helt ud til Glasset. Dette begynder da at lyse med; Glasset faar en Farve, der efter dets Sammensætning kan være grøn eller grøngul, ofte hel gul. Man siger da, at Glasset fluorescerer. I Almindelighed naar denne Virkning kun nogle faa Centimeter ud fra Kathoden, men ved Millioner Ganges Fortynding udbreder Kathodelyset sig til meget store Afstande, sikkert flere Metre.

Hvorledes dette gaar til har Hittorf paavist. Alle Punkter af den negative Pol, Kathoden, udsender en ejendommelig Art af Straaler, som vi kalde Kathodestraaler. Idet Elektriciteten strømmer ud af Kathoden, foregaar der en eller anden Virkning, hvorved Aluminiumpladen sættes i Stand til at udstraale. Ligesom en Jærnstang ved Opvarmning faar Evne til at udsende Lysstraaler, gløde, saaledes bringes den negative Elektricitet Kathoden til at udsende Straaler. Men disse Straaler er sikkert højst forskellige fra Lysstraalerne, i hvert Fald fra Sollyset. At vi have med Straaler at bestille ses derved, at de kaste Skygge. Anbringes inde i Røret, foran Kathoden, en lille Plade af Metal, Glas



eller Glimmer, eller et andet fast Stof, ser man Skyggen af det paa Glassets Vægge, udenfor Skyggen fluorescerer Glasset med sin gulgrønne Farve, indenfor Skyggen er Glasset mørkt.

Til Paavisning af Kathodestraalernes Evne til at give Skygge benyttes gerne et af Crookes angivet Rør. Det er fremstillet i

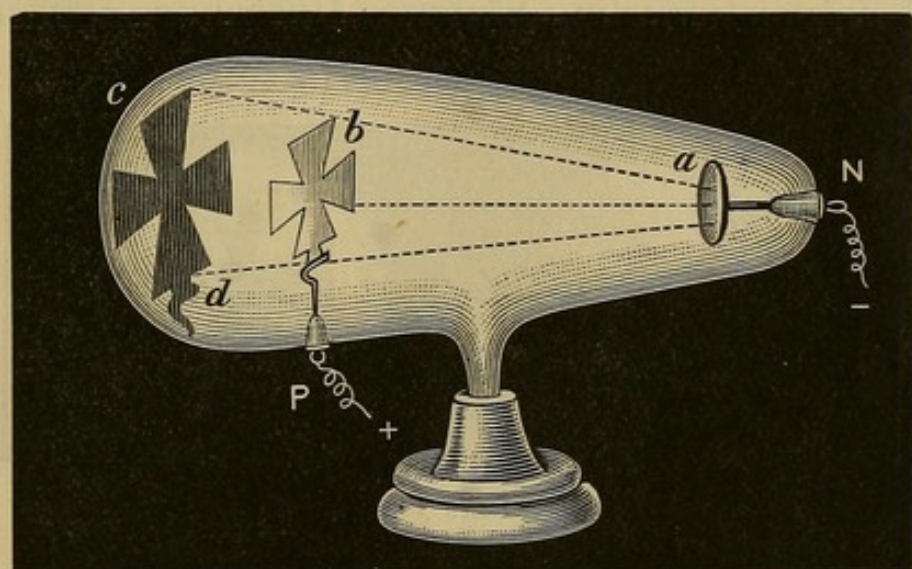


Fig. 10.

Fig. 10. Pladen a er den negative Pol, b den positive Pol. Denne sidste bærer et Kors af Aluminium b, som kaster sin Skygge c d paa Enden af Røret. Korset er bevægeligt, saa at man let ved at støde til Glasset faar det til at falde ned. Man skulde vente, at Skyggen vilde forsvinde, saasnart Skygge giveren var væk, dette



sker ganske vist ogsaa, men til sin store Overraskelse ser man nu et lyst Kors paa en mørk Grund. Man forklarer dette ved at antage, at Glasset bliver træt af at fluorescere; den Del af det, der har været i Skygge, er derimod udhvilet og begynder derfor at fluorescere med Kraft, saasnart Kathodestraalerne træffe det igen. I Fig. 11 er dette Forhold anskueliggjort; *cd* er den virkelige Skygges Udseende, ef frem-

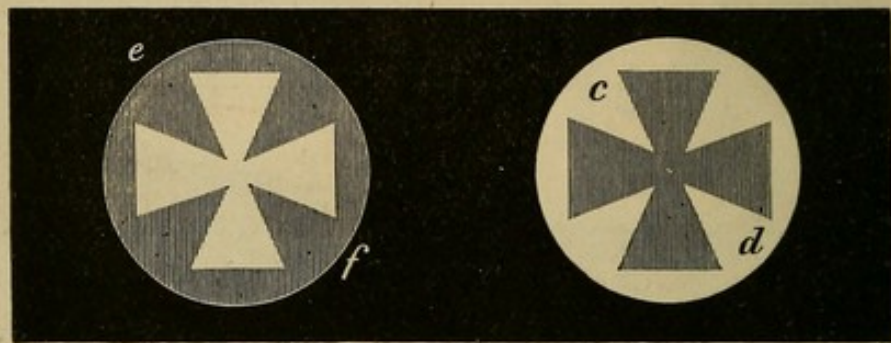


Fig. 11.

stiller Fænomenet efter at Skyggegeiveren er bortfjernet.

Kathodestraalerne bryde sig ikke det mindste om Strømmens Gang i Røret. Deres Retning staar lodret paa Kathodens Overflade; hvor man anbringer den positive Pol er ganske ligegyldigt, der ses heller intet til positivt Lys i Røret, naar dette er godt udpumpet, saa at Kathodestraalerne frit kunne udbrede sig.



Det er som sagt Hittorf, der har paavist, at vi her have med en ny Slags Straaler at gøre; deres vigtigste Egenskaber ere paa en særlig glimrende Maade paaviste af Crookes, og vi skulle derfor gennemgaa nogle af hans mærkeligste Forsøg.

Kathodestraalerne frembringe en meget stor Varme, naar de standses af et Legeme. Til at vise dette benyttes Apparatet, Fig. 12. I dette er Kathoden en Aluminiumplade, der er presset saaledes, at den danner et Hulspejl a. Kathodestraalerne ville

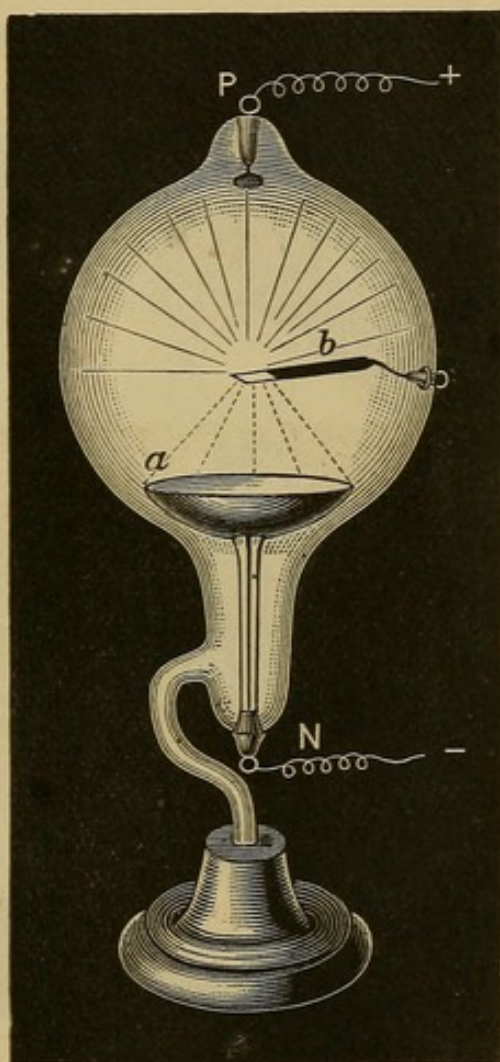


Fig. 12.

da samles i Kuglens Centrum. Paa dette Sted anbringes en lille Metalplade, f. Eks. af Platin, der bæres af en Arm b. Denne Plade vil af Kathodestraalerne blive opvarmet saa stærkt, at



den gløder; er Strømmen stærk, kan man endog smelte Platinet, altsaa frembringe en Varme af næsten  $2000^{\circ}$  C.

Kathodestraalerne frembringe Fluorescens. Vi have allerede set Glasset lyse med en sær-

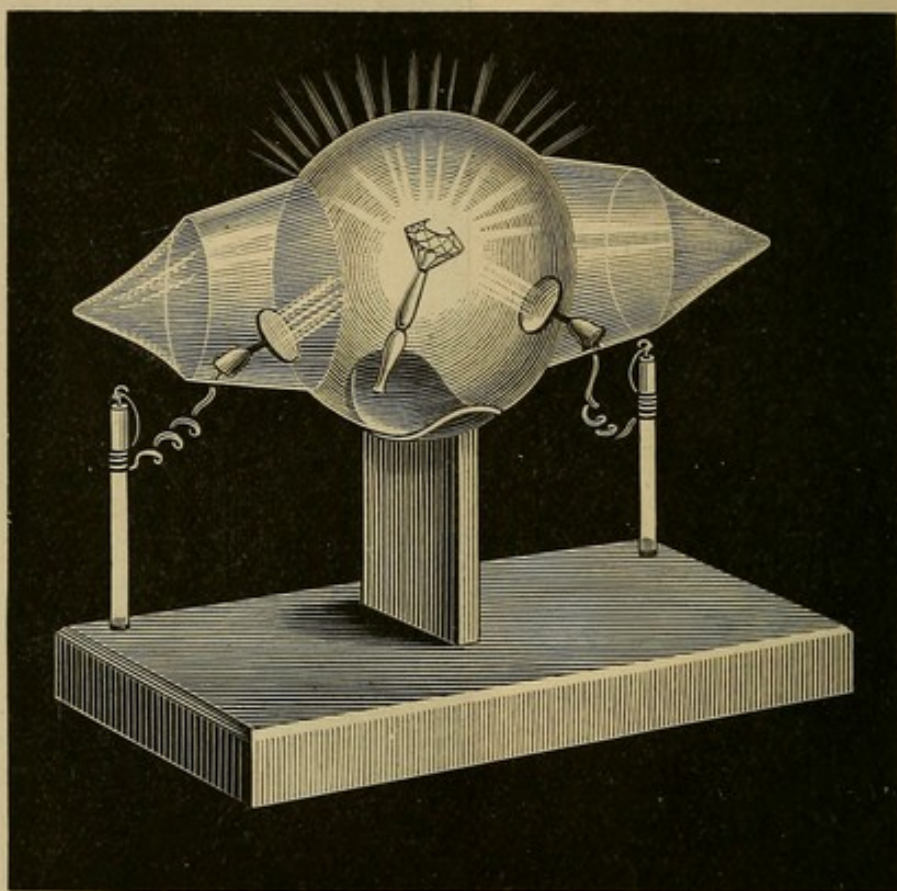


Fig. 13.

egen Farve, naar det rammes af Kathodelys; Crookes har undersøgt en Mængde Stoffer i denne Henseende. Mest glimrende var Virkningen med en Diamant. Fænomenet er fremstillet i Fig. 13 og vil forstaas uden videre



Forklaring. Diamanten lyste, idet Kathodestraalerne ramte den, lige saa stærkt som et Stearinlys. Farven var lysegrøn. Rubiner og mange andre Mineralier lyse paa samme Maade. Denne Fluorescensvirkning er senere undersøgt af E. Wiedemann, som har fremkaldt mange pragtfulde Lysvirkninger ad denne Vej.

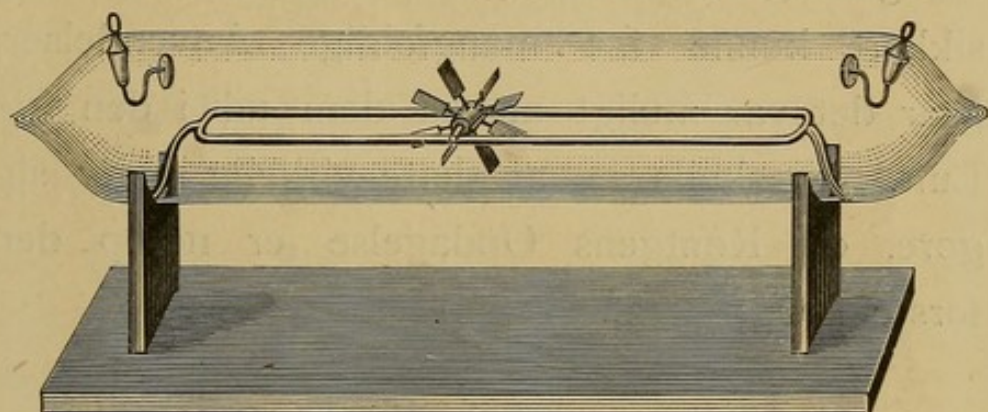


Fig. 14.

Kathodestraalerne frembringe Bevægelse. Det ser ud, som om der fra Kathoden udkastedes smaa Masser med en stor Hastighed; Crookes viste denne Virkning ved Hjælp af det i Fig. 14 fremstillede Rør, hvor et Slags Møllehjul, der kunde rulle henad et Par Glasstænger, bevægede sig til venstre, naar Kathoden var til højre, til højre naar Kathoden var til venstre. Omskiftes Strømretningen i Ruhm-



korffs Maskine, faar man derfor let Hjulet til at løbe frem og tilbage.

Disse mange forskellige Virkemaader af Kathodestraalerne ere jo højst paafaldende. I enkelte Henseender ligne de Lysstraalerne, men de have, som vi se, Egenskaber, som adskille dem derfra; deres Egenskaber ere langt mangfoldigere end Lysstraalernes; de vilde sikkert kunne faa mangfoldige Anvendelser, naar det var muligt at faa dem ud i den frie Luft. Vi skulle se, at dette virkelig lader sig gøre, og Røntgens Opdagelse er netop den første Frugt heraf.

---

## SJETTE KAPITEL.

### Kathodelyset paavirkes af Magneten.

Man har længe vidst, at Magnetismen indvirker paa den elektriske Strøm, allerede H. C. Ørsted paaviste dette som en nødvendig Følge af sin Opdagelse af Elektromagnetismen. At de elektriske Udladninger ogsaa maa bevæges ved Magneter er da uden Tvivl; paa en særdeles smuk Maade er dette godtgjort af de la Rive. Han benyttede dertil en Glasbeholder af den Form, som Fig. 15 viser. *a* er den positive, *d* den negative Pol, Gnisten gaar da i Røret fra *a* til

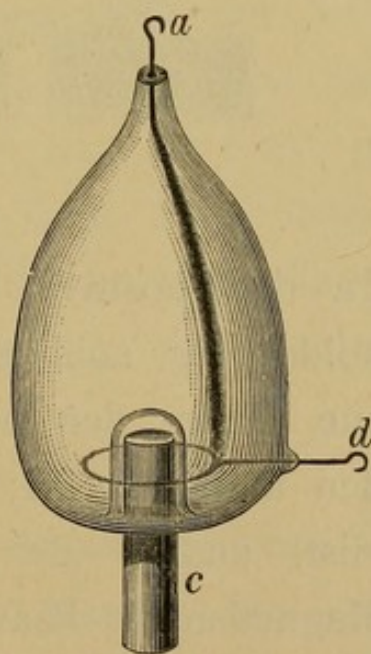


Fig. 15.



den med d forbundne Ring. Sættes Glasbeholderen ovenpaa Magneten c, ser man, at Gnistens nederste Ende løber jævnt rundt paa Ringen og hele Gnisten følger da med. Hvilken Retning Bevægelsen foregaar i, afhænger af, hvilken af Magnetens Poler der er øverst.

Vi have her i Virkeligheden kun set Virkningen af Magnetismen paa det Lys, der udgaar

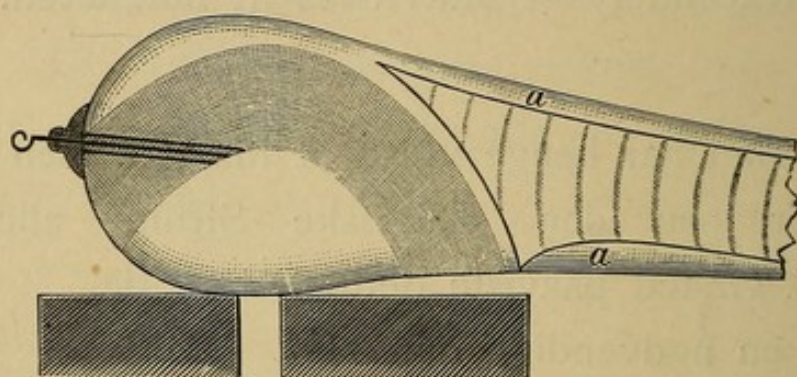


Fig. 16.

fra den positive Pol, Anodelyset; dette forholder sig som en elektrisk Strømleder, hvis ene Ende, den positive Pol, er fast, medens den anden er fri; den kan, som Plücker har viist, antage de forskjelligste Former under Magnetismens Paavirkning, krumme sig, danne Spiraler osv.

Her interessere vi os dog mere for Lyset, der udgaar fra den negative Pol, Kathodelyset.



Ogsaa hermed har Plücker beskæftiget sig indgaaende. Er Fortyndingen ikke drevet særdeles vidt, faar man da det i Fig. 16 fremstillede Fænomen at se. Den ene Ende af Geisslers Rør lægges ovenpaa en stærk Elektromagnet, hvis to Poler ere antydede i Figuren; Kathoden er til venstre, Anoden til højre. Figuren viser til højre den for det positive Lys karakteristiske Lagdeling. Fra den negative Pol udgaar Kathodelyset, men dette former sig her til en Lysbue, der forbinder den ene Magnetpol med den anden, og omslutter den Traad, som fører Elektriciteten ind. Buens Rande gaar gennem Lederens to Ender. De have samme buede Form, som man vil faa, hvis man lægger Magneten paa et Bord og strør Jærnfilspeen omkring den. Disse lægge sig da i Kæder, som man kalder Magnetkraftlinier; Kathodelyset ordner sig altsaa efter Magnetkraftlinierne.

Ved stærkere Fortynding, f. Eks. i de Crookeske Rør, forholde Kathodestraalerne sig tilsyneladende paa en anden Maade. De ligne mest elastiske Ledere, hvis ene Ende er befæstet til Kathoden, den anden Ende fri. Til Paavisning af Fænomenet, kan det i Fig. 10



fremstillede Crookes-Rør benyttes. Holdes den ene Pol af en Magnet op til Siden af Glasset, ser man, at Korset flyttes op eller ned, efter som det er den ene Pol eller den anden. Dette Fænomen er særdeles smukt og viser paa en paafaldende Maade det særegne ved disse Straaler, at Magnetismen kan bringe dem til at afvige fra deres Retning. Hos Lysstraalerne kendes intet tilsvarende.

---

## SYVENDE KAPITEL.

### Hvad er Kathodestraalerne egentlig?

---

Den simpleste og nærmest liggende Forklaring faas ved at antage, at der fra den negative Pol, Kathoden, udsendes overordentlig smaa Dele, Partikler, Molekyler, eller hvad man vil kalde dem. Dette kan tænkes at ske derved, at Kathoden selv er negativ elektrisk og derfor frastøder sine enkelte Dele, da de faa samme Slags Ladning. Eller man kan antage, at Luftmolekylerne tiltrækkes af Kathoden, faa en negativ Ledning og derfor frastødes. I den stærkt fortyndede Luft ville disse Dele kunne bevæge sig temmelig uhindret fremad; antage vi deres Antal og Hastighed at være overmaade stor, ville deres Virkninger være kendelige, skønt deres Vægt er overvættets ringe. Vi for-



staa saaledes, at de kunne bevæge lette Legemer, at deres Stød imod faste Dele kan give Varme og Lys. Denne Anskuelse er navnlig hævdet af Crookes. Forklaringen har vel meget tiltalende ved sig, men man indser dog ikke, hvorledes de magnetiske Virkninger skulle forklares, lige saa lidt som man forstaar, at Kathodestraalerne kunne naa saa vidt ud i Rummet uden at standses ved Sammenstød med andre Dele. De maatte ogsaa elektrisere de Dele, de stode imod meget stærkt, hvilket ikke findes at være Tilfældet.

E. Wiedemann har ment, at Kathodestraalerne vare en Art Lysstraaler. Solen sender flere Slags Straaler, ultrarøde, lysende og ultraviolette Straaler. De første frembringe navnlig Opvarmning, det er de samme Straaler som dem, en Kakkellovn udsender; de ultraviolette Straaler udmærke sig ved deres stærke kemiske Virkninger, som blandt andet ses deraf, at det er dem, der væsentlig virke til at danne fotografiske Billeder. E. Wiedemann antager nu, at Kathodestraalerne ere ultraviolette Straaler; foruden de almindelige Egenskaber, de have fælles, taler herfor navnlig den Omstændighed, at begge Slags Straaler frembringe en kraftig Fluorescens.



Der er dog en væsentlig Indvending herimod, idet Straalernes magnetiske Forhold heller ikke derved kan forklares.

Vi se saaledes, at det er umuligt for os at føre Kathodestraalerne tilbage til nogen af de tidligere bekendte Naturkræfter; vi synes her virkelig at staa overfor noget ganske nyt.

Vi skyldte H. Hertz en vigtig Oplysning om Kathodestraalerne; han har nemlig bevist, at Kathodestraalerne i Grunden intet have med Udladningen at gøre. Hittorf og de fleste med ham ansaa det for sikkert, at den positive Elektricitet gik fra den positive Pol hen til Glassets Overflade og derfra langs ad Kathodestraalerne ind i den negative Pol. Og for denne Opfattelse lod der sig virkelig anføre særdeles gode Grunde, som det er bemærket foran i 4de Kapitel. Alligevel er det galt. Dette beviste Hertz ganske simpelt saaledes. Han sagde, at Hittorfs Opfattelse kræver, at Kathodestraalerne maatte indvirke paa en Magnet, der var parallel med dem, dreje den til Siden som i Ørsteds bekendte Forsøg. Han prøvede det og fandt intet Spor af en saadan Virkning. For at anskueliggøre denne vigtige Opdagelse ville vi gaa lidt nærmere ind paa Forsøgene.



Han dannede af Spejlglasstrimler og to stærke Messingplader en firkantet, lufttæt Kasse af ringe Højde. Den er i Gennemsnit fremstillet i Fig. 17,  $\alpha$  er den positive Pol,  $\beta$  Anodelyset med Lagdeling,  $\alpha$  Kathodestraalerne, der ud-

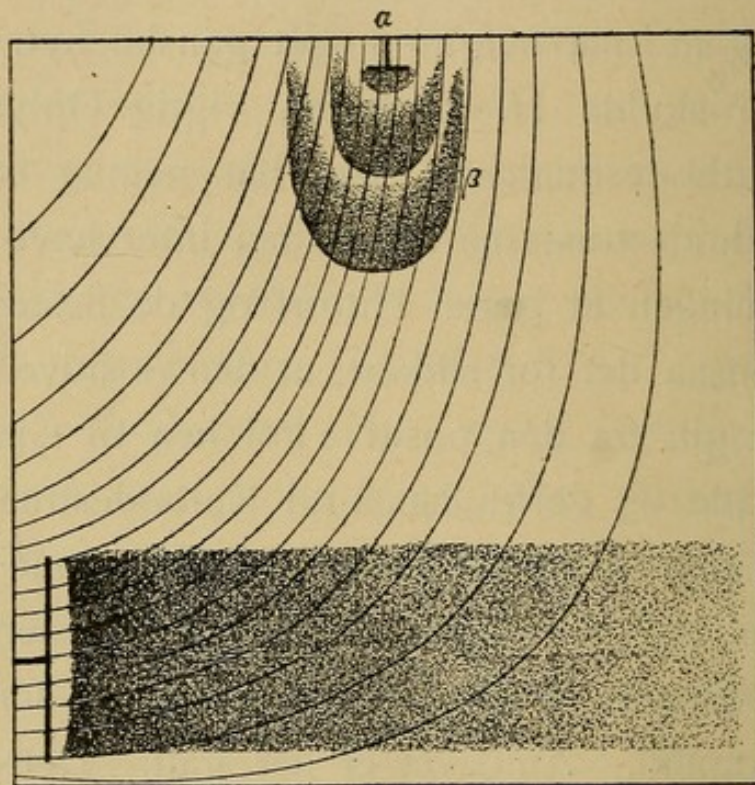


Fig. 17.

gaa fra den negative Pol. De optrukne Linier angive Strømretningen. Dog er Figuren ikke fuldt rigtig; da Strømlinierne skulde begynde og ende i de to Poler; man maa derfor tænke sig dem trukne derhen. Kun i nogen Afstand fra Kassens Sider giver Figuren det rigtige



Begreb om Forholdene. Man ser nu tydeligt, at Kathodestraalerne slet ikke have noget med den egentlige Strøm at gøre.

Hvorledes foregaar da Ledningen i de Geisslerske Rør? Den bevirkes derved, at Kathodestraalerne bringe Luften Ledningsevne. Dette viste Hittorf ved Hjælp af det i Fig. 18 fremstillede Rør.

Ved C og D ere to Platintraade indsmeltede. Forbindes C og D med Polerne af et Par Bunsenske Elementer, gaar der ingen Strøm igennem, da Luften under almindelige Forhold ikke leder. Selv om Røret udpumpes nok saa stærkt, bliver den ved at isolere. Sendes nu Udladningen fra Ruhmkorffs Maskine ind ved A og ud ved B, eller omvendt, fyldes Røret med Kathodelys, og nu kan Strømmen gaa fra C til D gennem Luften. Forøges Kathodelysets Styrke, bliver Luftens Ledningsevne ogsaa større. Og denne Virkning meddeler sig til hele Rummet.

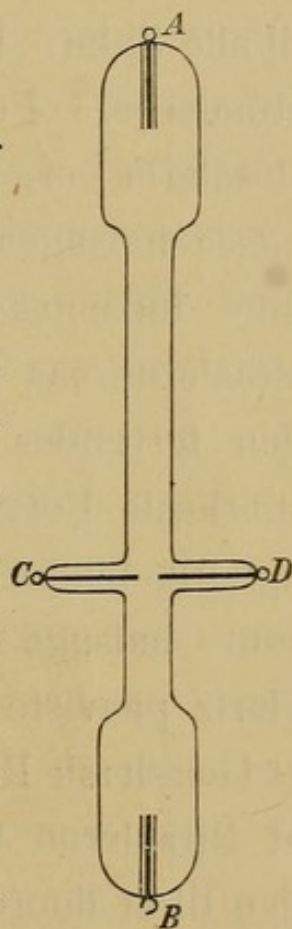


Fig. 18.



Til Slutning ville vi endnu henlede Opmærksomheden paa, at Kathodestraalerne ligesom Lysstraalerne i sig selv ere usynlige. Lysstraalerne ses kun, naar de falde paa et Legeme, som indsuger dem og derefter udstraler dem til alle Sider. Lige saadan er det med Kathodestraalerne. Forskellen mellem dem og Lysstraalerne er kun den, at Kathodestraalerne ogsaa indsuges af Luften, medens Lysstraalerne ikke indsuges af den. Derfor er Kathodestraalerne saa korte i atmosfærisk Luft, selv om den fortyndes temmelig stærkt; men ved de stærkeste Fortyndinger indsuges de ikke kendeligt, de kunne derfor naa hen til Glasvæggene, som indsuge dem og derved fluorescere. Hertz paaviste dette meget smukt. Han stillede et Geisslersk Rør med Kathoden opad, saaledes at Straalerne traf Bunden af Røret og bragte den til at fluorescere. Nu havde han i Forvejen bragt en Draabe Kvægsølv ind i Røret; den laa altsaa i Bunden. Ved Opvarmning bragtes den til at fordampe, strax forsvandt Fluorescensen fra Glassets Bund; men Dampene lyste nu med rødt Lys; de opfangede nemlig Straalerne og udsendte saa det for dem ejendommelige Lys.

Naar en Luftart eller et Legeme overhovedet indsuger Kathodestraaler og atter udsender dem, men som Lysstraaler, siges Legemet at fluorescere i Kathodelys. Her er altsaa sket en Forvandling fra Kathodelys til almindeligt Lys. Det synes, at alle Legemer kunne bevirke denne Forvandling, men ganske vist i forskellig Grad. Hos Luften er Evnen til at fluorescere under Anvendelsen af Kathodestraaler meget stærk udviklet. Vi have set det samme hos Glas og Diamant og ville senere faa mere dermed at bestille.

---



## OTTENDE KAPITEL.

**Kathodestraalerne komme ud i fri Luft.**

**Hertz. Lenard.**

---

Det vil være mange bekendt, at den fornylig afdøde H. Hertz, Professor i Bonn, i sin korte Levetid har gjort mange mærkelige Opdagelser; den vigtigste af dem er Paavisningen af, at vi kunne fremkalde elektriske Bølger, der i mange Henseender ligner Lyset. Ved en Række glimrende Eksperimenter paaviste han en Række uanede Forhold, og har derved frembragt en Bevægelse i den videnskabelige Verden, som sjælden er oplevet før. Vi have ovenfor set, at han ogsaa har store Fortjenester af Læren om Kathodestraalerne; vi skulle nu omtale en mærkelig Egenskab ved dem, som er

opdaget af ham, og som netop var hans sidste videnskabelige Arbejde.

Det gik ud paa at vise, at Kathodestraalerne ere i Stand til at trænge igennem tynde Metalplader, der ere uigennemsigtige for Lyset. At de kunne det, viste han saaledes. Paa en Glasplade lagde han et Stykke Bladguld, som kun bedækkede det halve af Glasset. Det hele anbragtes i et Geisslersk Rør, saaledes at Kathodestraalerne faldt lodret paa den Side af Glasset, hvor Bladguldet fandtes. Vi vide, at Glasset da giver sig til at fluorescere med et grøngult Lys. Man vil vente, at Glasset bliver mørkt, hvor det er bedækket af Guldbladet. Men betragtes det fra den ubelagte Side, se vi, at Glasset fluorescerer næsten lige stærkt over det hele. Medens Guldbladet lader intet eller kun Spor af Lys gaa igennem, gaa Kathodestraalerne forholdsvis godt igennem. Vi have her en ny og overraskende Egenskab hos Kathodestraalerne.

Forskellen mellem Lysstraaler og Kathodestraaler træder endnu mere paafaldende frem paa følgende Maade. Ovenpaa Bladguldet lagdes en lille Strimmel Glimmer. Man ser da, at Kathodestraalerne standses, naar de træffe



den; Glasset bagved Glimmerstykket er nu ganske mørkt; medens Kathodestraalerne let gaa igennem det uigennemsigtige Guld, kunne de ikke gaa gennem Glimmer. Hvilken Mod-sætning opdage vi ikke herved mellem Lys-straaler og Kathodestraaler!

Det bør dog tilføjes, at E. Wiedemann og Ebert allerede tidligere havde bemærket, at

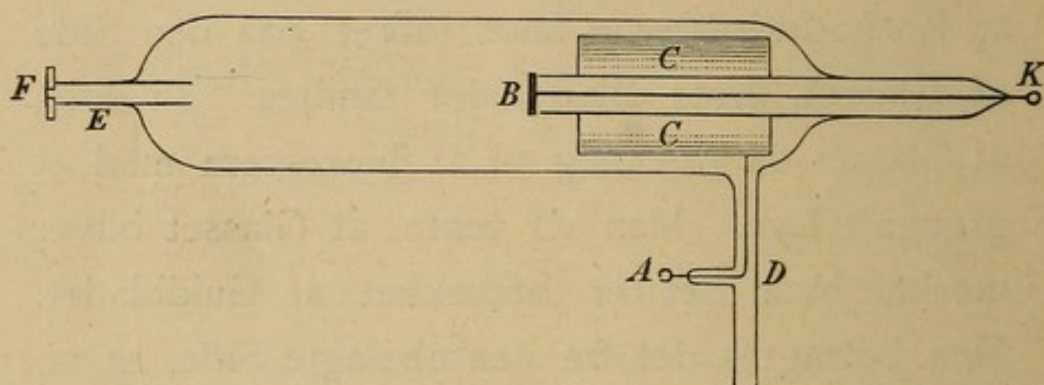


Fig. 19.

Kathodestraaler kunde trænge igennem det metalliske Beslag, som de selv danne paa Glasrørets Vægge, naar Elektroden er af Platin eller et af de andre Metaller, som sønderdeles af Udladningen (5te Kap.).

Efter at det saaledes var godtgjort, at Kathodestraalerne kunne gaa gennem tynde Metalhinder, var ogsaa Muligheden given for at faa dem ud i Luften. Efter Opfordring af



H. Hertz paatog Lenard sig dette Hverv, og han har med stor Dygtighed gennemført det og beriget Fysikken med en Række nye Kendsgerninger angaaende Kathodestraalernes Egenskaber. Hertil anvendes det i Fig. 19 fremstillede Apparat. B er Kathoden, CC Anoden, Røret D fører til Pumpen. E er et Platinrør, der ender i en Plade, hvori der er et Hul paa 1—2<sup>mm</sup> Diameter. Dette Hul bedækkes med et Aluminiumblad F,  $\frac{1}{400}$ <sup>mm</sup> tyk. Trods sin ringe Tykkelse, kan det dog taale Lufttrykket. Kathodestraalerne udgaa fra B, ramme Aluminiumbladet, som vi for Kortheds Skyld kalde Vinduet. Opstilles det hele i et fuldstændig mørkt Værelse, og bedækkes Røret selv med sort Papir, saa der ikke heller kommer Lys fra det, vil man se en Lystaage lige udenfor Vinduet. Den bliver stærkest, naar Udpumpningen er dreven saa vidt, at Gnisten lige saa gerne slaar over mellem to Kugler i 3<sup>cm</sup> Afstand, som igennem Røret. Lysningens Form viser Fig. 20; hver Gang en Udladning gaar igennem

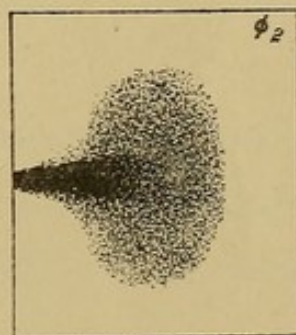


Fig. 20.



Røret, kommer der en Lysning ud gennem Vinduet.

Hermed var altsaa Maalet naaet: at bringe Kathodestraalerne ud i Luften.

---

## NIENDE KAPITEL.

### Lenards Forsøg med Kathodestraaler.

---

Vi have nu set, at Kathodestraalerne kunne komme ud af det Geisslerske Rør, og skulle nu benytte den gode Lejlighed til at blive nærmere bekendt med dem.

#### A. Kathodestraalerne i den atmosfæriske Luft.

1. *Fluorescens*. Som oftere omtalt, kunne Kathodestraalerne bringe Glas, Diamant og mange flere Legemer til at lyse; man siger, at disse Legemer fluorescere. Den samme Virkning faa vi at se, naar disse Legemer holdes tæt op til Vinduet. Kraftige Virkninger give, foruden de nævnte, særlig Uranglas, Kalkspath, Kridt. Lenard undersøgte i denne Retning en



Mængde Dobbeltsalte af Cyanplatin; de gave tildels meget glimrende Virkninger. Dette har stor Interesse derved, at det var ved Forsøg med et saadant Salt, Bariumplatincyannur, Røntgen opdagede sine Straaler. Naar Vinduet har været brugt i nogen Tid, lyser det ogsaa selv; dette synes at hidrøre fra Fluorescens af Aluminiumilte. Holdes Næsen i Nærheden af Vinduet, mærker man en stærk Ozonlugt, Kathodestraalerne omdanne altsaa Ilten til Ozon. Da denne Luftart angriber Metallerne meget stærkt, er det let at forstaa, at Aluminium kan iltes her.

2. *Fotografiske Virkninger.* Goldstein har for længe siden viist, at Kathodestraalerne, ligesom almindeligt Lys, have fotografiske Virkninger. Paa samme Maade virke Kathodestraalerne i Luft. Holder man lysfølsomt Kopipapir tæt til Vinduet, sværtes det omtrent lige saa hurtigt som i Dagslyset. De almindelige tørre Plader, som Fotograferne benytte, paa virkes selv i større Afstande, efter faa Sekunders Paavirkning vise de sig ved Fremkaldelse ganske sorte. Denne Omstændighed er af stor Vigtighed og ligger til Grund for Røntgens



Fotografier. Man kan herved paa en smuk Maade vise den uligestore Lethed, hvormed Straalerne gaa gennem Legemerne. Paa en »tør Plade« (Fig. 22), lagde Lenard en Kvartsplade Q og en Aluminiumplade Al, som Figuren viser. Saaledes tilberedt holdtes den lidt fra Vinduet. Efter Fremkaldelsen og Kopieringen beholdtes et Billede, hvis Udseende Figur 21

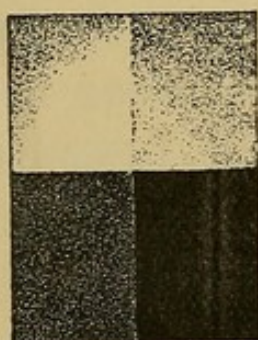


Fig. 21.

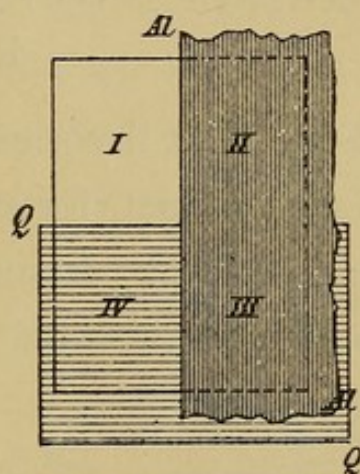


Fig. 22.

viser. Kathodestraalerne ere gaaede næsten usvækkede gennem Aluminiumpladen foroven, derimod er Virkningen af Qvartspladen meget stor. Den fotografiske Virkning gik selv gennem en Kartonplade af  $\frac{1}{3}$  mm Tykkelse efter 2 Minutters Eksposition.

3. *Elektriske Virkninger.* Stilles et ladet Elektroskop i Nærheden af Vinduet, falde Guldblade sammen saa snart Kathodelyset



rammer paa Knoppen. Kathodelyset gør altsaa Luften ledende. Denne mærkelige Virkning af Straalerne strækker sig meget langt ud i Rummet, den kan iagttages i en Afstand af 30 Centimeter. Disse Virkninger stemme godt med, hvad vi tidligere, i 7de Kap., have lært om Kathodestraalerne i Geisslerske Rør.

### B. Kathodestraalerne i luftfortyndet Rum.

For at se, hvorledes det gaar, naar Luften udenfor Vinduet fortyndes, forskaffede Lenard sig det i Fig. 23 fremstillede Rør. Det bestod af to Rum, adskilte ved en Metalplade AB

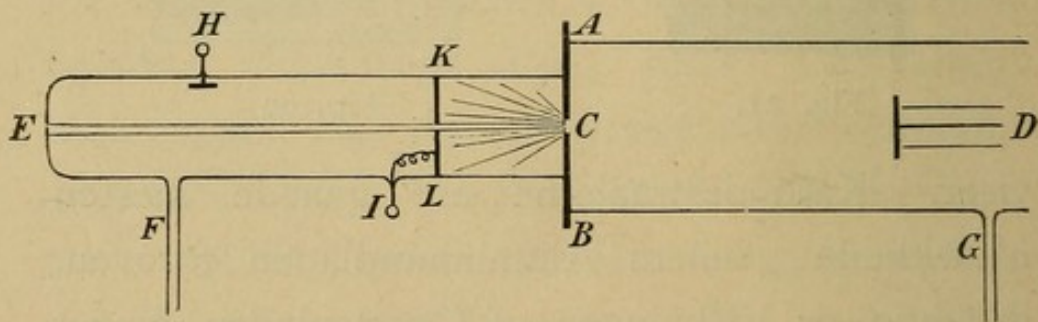


Fig. 23.

med »Vinduet« C. Til højre for AB have vi det Geisslerske Rør ABD, til venstre »Værelset« ABE. Geisslers Rør og Værelset kunne pumpes tomme ved at forbinde Rørene G og F med Luftpumpen. Er Værelset fra først af fyldt



med almindelig atmosfærisk Luft, bliver Rummet nærmest ved Vinduet lysende paa den foran beskrevne Maade. Kathodestraalerne udbrede sig fra Vinduet paa samme Maade som Lys, der træffer en mat Glasrude. Men Kathodestraalerne indsuges stærkt af Luft, som saa selv bliver lysende, fluorescerer. Fortyndes Luften derpaa i Værelset, ville Kathodestraalerne trænge længere ind i Værelset, de naa hen til den metalliske Væg KL, gaa ved større Fortynding igennem et Hul i denne Væg og naa tilsidst helt hen til E, en Afstand af 30 Centimeter.

Det bliver nu muligt herved at besvare et for disse Straalers Natur vigtigt Spørgsmaal. Vi have set, at Luften i et Geisslersk Rør kan fortyndes saa vidt, at ikke engang den stærkeste Induktionsmaskine kan sende Gnister gennem det. Man kunde nu med Grund mene, at Kathodestraalerne heller ikke kunde forplante sig i et saadant Rum. Lenard udpumpede derfor Luften af Værelset, saaledes at Maskinen ikke kunde sende Udladninger gennem Røret, naar Polerne H og I forbandtes med den. Skønt Værelset nu var saa lufttomt som muligt, gik Kathodestraalerne dog ligefuldt igennem.



De behøve altsaa vel Luft for at opstaa, men ikke for at existere.

Heraf sluttes, at Kathodestraalerne ikke behøve Luft for at forplante sig igennem Rummet. Solstraalerne forplante sig uhindret, ja allerbedst, igennem det tomme Rum; det samme se vi nu at være Tilfældet med Kathodestraalerne. Baade Lysstraalerne og Kathodestraalerne ere altsaa Bevægelse i samme stoffrie Medium *Ætheren*. Om deres Egenskaber end i meget ere ulige, maa der dog være et nært Slægtskab imellem dem.

Jaumann og Røntgen have forsøgt at forklare de to Slags Straalers Sammenhæng paa følgende Maade. I Optikken antages, at Lyset bestaar af elektriske Svingninger; Elektriciteten svinger da frem og tilbage, Bevægelsesretningen staar lodret paa Straalen selv. Antage vi nu, at Elektricitens Svingninger i Kathodestraalen gaar i Straalens Retning, have vi den simpleste Opfattelse af de to Slags Straaler, der baade fastholder deres Slægtskab og gør den store Forskel imellem dem begribelig. Man nødes dog til at lade dette henstaa som en blot Formodning. Medens Lysets Egenskaber passe særdeles godt med denne Theori, der med



beundringsværdig Dygtighed er gennemført af Maxwell og Hertz, er Theorien for Kathodestraalerne endnu kun antydet.

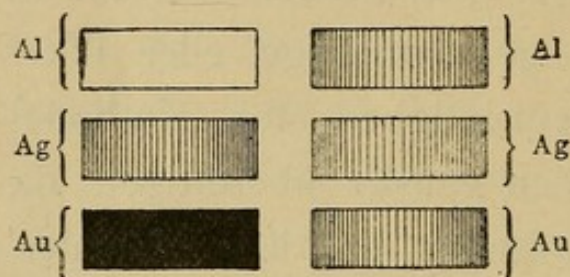
### C. Kathodestraalernes Absorption.

Vi kunne jo ingenlunde slutte fra Lysstraalernes Egenskaber til Kathodestraalernes Egenskaber. Hvilke Legemer, der lade Lysstraalerne gaa igennem sig, og hvilke, der indsuge dem, vide vi ret god Besked om, altsaa om Legemerne ere gennemsigtige eller ikke. At tale om Gennemsigtighed for Kathodestraalerne er i Grunden ganske uberettiget, da vort Øje ikke er følsomt for disse Straaler. Alligevel kan det maaske tilgives, om vi her benytte denne Udtryksmaade, da der endnu ikke er dannet noget Ord, der kan træde i Stedet derfor, og en Misforstaaelse vel ikke kan befrygtes. Rigtigst vilde det vel være at tale om gennemstraalelige og ugennemstraalelige Legemer, men det synes mig ikke at lyde saa godt og udtrykker ikke, at der her netop skal tænkes paa Kathodestraaler.

Til Studiet af Gennemsigtighed for Kathodestraaler egner Fotografien sig bedst. Lenard tog 3 lige tykke Strimler af Aluminium, Sølv



og Guld og lagde dem paa en tør Plade. De ramtes nu alle 3 af de samme Kathodestraaler, og man erholdt da de 3 Billeder, som vises i Fig. 24 A. Straalerne ere gaaede næsten usvækkede gennem Aluminium, de ere svækkede en Del i Sølv, gennem Guldet kom næsten ingen. Det synes herefter at komme an paa Vægtfylden, thi Aluminium er lettere end Sølv, Sølv lettere end Guld. Lenard tog derfor tre lige



A Fig. 24. B

store og lige tunge Plader af de samme Metaller, og gentog Forsøget med dem. Resultatet ses af Fig. 24 B. Alle tre Bil-

leder ere nu lige lyse. Det synes herefter, at lige stor Vægt indsuger lige mange Kathodestraaler, et mærkværdig simpelt og smukt Resultat.

Paa denne Maade har Lenard prøvet en stor Mængde Metaller, saavel som Vædsker og Luftarter. Han benyttede dertil tynde Aluminiumblade; ved Siden af den Plade, hvis Gennemsigtighed skulde undersøges, lagde han flere Lag af Aluminiumblad, var Aluminium-



skyggen den mørkeste, tog han Blade bort, var det lysest, lagde han til, indtil begge Skygger bleve ens. Han fandt da samme Resultat som ovenfor. At den samme Methode ogsaa kan anvendes paa Vædsker og Luftarter er let at forstaa. Fuldstændig rigtig er Loven vel ikke, i hvert Fald er det selvfølgelig umuligt paa den her beskrevne Maade at faa nøjagtige Resultater. Følgende Tabel viser Forholdet mellem de Vægte af forskellige Stoffer, der vare lige gennemsigtige

Brint	48	Aluminium	27
Atm. Luft	30	Glimmer	26
Svovlsyring	31	Uægte Bladguld	27
Kollodium	30	Sølv	31
Papir	21	Guld	29
Glas	32		

#### D. Der findes flere Slags Kathodestraaler.

Det er nu over 200 Aar siden, Newton ved Brydning i et Glasprisme delte det hvide Sollys i forskellige Farver: Rødt, Gult, Grønt, Blaåt, Indigo og Violet. Han beviste, at der findes lige saa mange forskellige Slags Straaler, røde, gule, grønne osv.; ja i Virkeligheden er Antallet af Straaler uendelig stort, thi foruden



de stærkt fremtrædende Farver, have vi alle mulige Overgange imellem dem. Men Solen udsender ogsaa andre, usynlige, Straaler, nogle der brydes mindre end det røde, de ultrarøde, som navnlig frembringe Opvarmning i de Legemer, der rammes af dem, andre, de ultraviolette, der brydes mere end de violette og kunne paavises ved deres kemiske Virkninger og ved deres Evne til at bringe visse Legemer til at fluorescere, det vil sige at udsende Lysstraaler, hvis Farve retter sig efter Legemernes Natur.

Denne Mangfoldighed i Sollyset har sin store Betydning i Naturen, de give ikke alene Tingene deres Farver, Blomster og Blade faa deres rige Farvepragt derved, Morgen- og Aftenrøden frembringes ved dem; Sollysets Evne til at fremkalde Liv i Naturen er betinget af visse af disse Straalers Indvirkning paa Organismerne. Det er fra dette Synspunkt set af stor Interesse at vide, om der eksisterer en lignende Mangfoldighed af Kathodestraaler, som kan give Anledning til forskelligartede Anvendelser, saa at man til ethvert Brug kan forskaffe sig de dertil egnede Straaler. Det har nu i Virkeligheden viist sig, at dette er Tilfældet, mange tilfældige Iagttagelser tyde paa,



at Kathodestraalernes Egenskaber veksle med Styrken af Udladningen gennem det Geisslerske Rør, med Fortyndingsgraden og maaske med Rørets Form og Indretning. Dog er det først Lenard, der har ført et afgørende Bevis derfor.

Hans Fremgangsmaade har stor Lighed med Newtons. Denne skilte som sagt en Solstraale i Farvestraaler ved at bryde den i et Prisma. Lenard bevirker den tilsvarende Adskillelse ved Hjælp af en Magnet. Om denne have vi set, at den kan bøje Kathodestraalerne til Siden. Vi sende da, som Fig. 23 viser, en Kathodestraale gennem »Værelset« AEB; den rammer Enden af Røret ved E, hvor der da fremkommer en lys, grøngul Plet. Holdes en Magnets ene Pol nu tæt ved Skærmen KL, men lidt til venstre for den, vil Pletten flytte sig.

Lad det være en Nordpol, som holdes over Papirets Plan, Pletten E vil da flytte sig opad. Vi sige, at Kathodestraalerne bøjes, og den Vej, Pletten bevæger sig, kalde vi Bøjningen. Vi lade det Geisslerske Rør være uforandret, men fortynde Luften i »Værelset«. Alligevel bliver Bøjningens Størrelse uforandret. Vi bringe en anden Luftart ind i Røret; heller



ikke dette forandrer Bøjningen det mindste. Heraf sluttet, at Bøjningens Størrelse kun kommer an paa Magneten; Stoffet, hvori Straalen bevæger sig, gør hverken til eller fra; med andre Ord, Bøjningen hidrører fra Forandringer i Ætheren, som er det Navn vi have givet den ubekjendte Rumopfylder, der bliver tilbage, naar alt stoffigt er fjernet.

Derimod forandres Bøjningen, naar Luftens Tryk i det Geisslerske Rør undergaar selv den mindste Forandring. Er først Fortyndingen dreven saa vidt, at Kathodestraalerne have naaet hen til Vinduet, vil yderligere Fortynding gøre Bøjeligheden mindre. Samtidig med Fortyndingen vokser Rørets Modstand, altsaa den tilsvarende Slagvidde i Luften. Saaledes fandt Lenard:

Slagvidde	2 cm	2.8 cm	4 cm
Bøjning	12 mm	10 mm	8.5 mm

Da Bøjningen formindskes, naar Luften fortyndes, er det ikke usandsynligt, at Straalerne vilde blive ubøjelige, hvis man kunde frembringe dem i et absolut lufttomt Rum.

At der er forskellige Slags Kathodestraaler, godtgør Lenard meget smukt paa følgende

Maade. I hosstaaende Fig. 25 viser den nederste Række Billeder Plettens Udseende ved forskellige Forsøg, naar Magneten var bort-fjernet; den øverste Række viser dens Stilling og Udseende efter Bøjningen med en Magnet. Man ser af den nederste Række, at Pletten

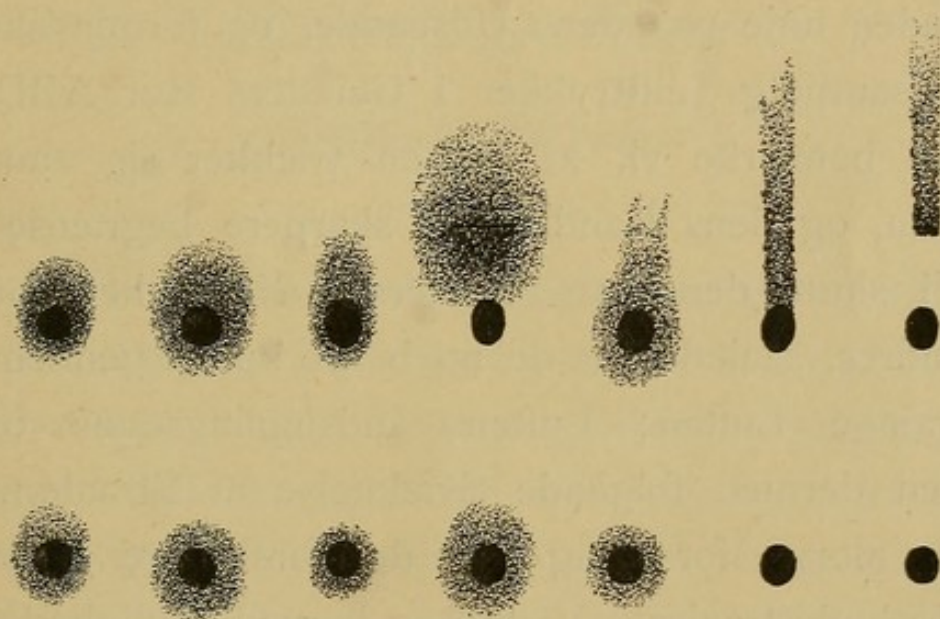


Fig. 25.

undertiden er omgivet af et taaget Lys. Undertiden bøjes Taagen lige saa meget som Pletten, undertiden mere; i det sidste Billede har den helt skilt sig fra Pletten og er tillige bleven langagtig. Vi have her tydelige Beviser for, at der findes Kathodestraaler af forskellig Bøjelig-



hed; Analogien med Solspektret er her iøjnefaldende og meget overraskende.

Endnu et andet Bevis for, at der gives flere Slags Kathodestraaler, har Lenard fremdraget. Den ofte omtalte Plet E, Fig. 23, er desto skarpere begrænset, jo mindre Luft der er i Værelset ABE. Fæste vi nu Opmærksomheden nøje paa dens Udseende, og formindske vi samtidig Lufttrykket i Geisslers Rør ABD, saa bemærke vi, at Pletten trækker sig sammen, og dens Rand bliver skarpere begrænset. Vi slutte deraf, at Straalernes Natur her forandres, saaledes at de nu bedre kunne gennemtrænge Luften; Luftens Indsugningsevne og den dermed følgende Svækkelse af Straalerne er altsaa forskellig for de forskellige Arter Kathodestraaler. Vi indser herved Muligheden af at erholde Straaler, der kunne forplante sig næsten usvækket gennem Atmosfæren, et Forhold, der vil hjælpe os til bedre at forstaa de mærkelige Virkninger af Røntgens Straaler.

---

## TIENDE KAPITEL.

### Røntgens Straaler.

---

Hvor interessante Lenards Forsøg end ere i videnskabelig Henseende, have de dog ikke formaaet at vække Interesse udenfor Fysikernes snævre Kreds, og dette er da ogsaa meget let at forstaa. De udkræver meget sammensatte Apparater, som tilmed ved mindste Uheld eller Uagtsomhed let komme i Uorden. Virkningerne, han har paavist, ere overraskende, men lidet iøjnefaldende, de egne sig ikke til Forevisning for større Forsamlinger og kunne derfor ikke blive kendte i vide Kredse. Endelig var der intet, der kunde bringe os til at tro, at noget Udbytte for det praktiske Liv kunde vindes af dem. Helt anderledes stiller det sig med Røntgens Experimenter, de ere lette at foretage,



slaa sjælden eller aldrig fejl, og de have allerede vakt store Forhaabninger, ja vel i enkelte Tilfælde ført til Resultater, og det i Hensyn til noget, der berører os alle stærkt, nemlig Helbredelse.

Under et Forsøg over Fluorescensfrembringelse havde Røntgen brugt et Geisslersk Rør omgivet med et Hylster af sort Karton. Til saadanne Forsøg benytter man med Fordel, som Lenard tidligere har paavist, Dobbeltsalte af Cyanplatin. Røntgen havde dertil valgt Bariumplatincyanur. Et Pulver af dette Stof var lagt paa Papir, saaledes at det dannede et Bogstav. Idet Udladningen fra Geisslers Rør sendtes gennem Røret, saa han, at Bogstavet lyste op. Først mente han, at han havde taget fejl, men ved flere Gange at anstille Forsøget overbeviste han sig om, at Sagen virkelig forholdt sig rigtigt.

Efter at Fænomenet saaledes var fastslaaet, kunde han skride til den nærmere Undersøgelse af det. Vi skulle nu i det følgende gengive Hovedtrækkene af hans Arbejde.

Det er nu da først og fremmest paa-faldende, at Røret udsender Straaler, der kunne gaa igennem et Stykke sort Papir, som hverken



Solstraaler eller Straaler fra det elektriske Bue-lys kunne gennemtrænge. Og det er tilmed ikke nogen svag Virkning disse Straaler have, den er meget let at iagttage. Det ligger nu nærmest for at prøve, om der er andre Legemer, der besidde den samme Evne. Man finder snart, at alle Legemer ere gennemsigtige for de samme Straaler. Papir er det i høj Grad, selv gennem en Bog paa 1000 Sider gik Straalerne med Lethed og frembragte Fluorescens, bragte Pulveret til at lyse. Tryksvæerte er altsaa heller ingen Hindring. Straalerne gik gennem et dobbelt Whistspil, et enkelt Korts Virkning var næsten umærkelig. Et enkelt Blad Stanniol mærkedes næppe, først flere Blade gave kendelig Skygge. Træ, f. Eks. tomme-tykke Fyrretræsbrædder, svækker kun Straalerne ganske lidt. En 15 Millimeter tyk Aluminiumplade svækkede vel Straalerne en Del, men bragte dog ikke Fluorescensen til at forsvinde. Straalerne gaa meget godt gennem Ebonitplader af lignende Tykkelse. Lige tykke Glasplader forholde sig paa forskellig Maade efter Glassets Beskaffenhed, Blyglas (Flintglas) svækker Straalerne stærkt, almindeligt Vinduesglas derimod kun lidt. Holdes Haanden imellem ser man



paa en med Bariumplatincyranurpulver bestrøet Papirskærm et Skyggebillede af Haanden; Knoglernes dybere Skygge træder frem i Mod-sætning til Køddelene, som give meget lidt Skygge. Vand, Svovlkulstof og flere andre Vædsker i Kar med Sider af Glimmer ere meget gennemsigtige. Nogen Forskel mellem atmosfærisk Luft og Brint var ikke til at opdage.

Bagved Plader af Kobber, Guld, Sølv, Platin, Bly er Fluorescensen kendelig, naar de ikke ere for tykke. Platin af  $0.2 \text{ mm}$  Tykkelse er endnu gennemstraalelig, Sølv og Kobberpladerne kunne tages endel tykkere. Bly i  $1.5 \text{ mm}$  Tykkelse er uigennemsigtig for Straalerne. En firkantet Stok, 20 Millimeter i Kvadrat, var paa den ene Side malet med Blyfarve; Straalerne kunde godt gaa gennem den parallel med den malede Side, men gav en tydelig Skygge, naar Straalerne skulde gennem Blyfarven. Paa lignende Maade som Metallerne forholde deres Salte sig, saavel i fast Tilstand som i Opløsning.

Disse Forsøg føre til den Antagelse, at Straalerne desto bedre gaa gennem samme Tykkelse af et Legeme, jo lettere det er. At det dog ikke alene kommer an paa Vægtfylden, viser følgende Forsøg. Røntgen forskaffede sig



lige tykke Plader af Glas, Aluminium, Kalkspath og Kvarts. Alligevel gav Kalkspathpladen en langt mørkere Skygge end de andre Plader, som forholdt sig ens.

Bariumplatincyans Fluorescens er ikke den eneste Virkning af Straalerne. Ogsaa de fleste i Lyset fluorescerede Stoffer lyse i Straalerne, saaledes en Mængde Calciumforbindelse, Uranglas, almindeligt Glas, Kalkspath, Stensalt o. fl.

Af størst Betydning er det, at de almindelige »tørre Plader« ere følsomme for Straalerne; hertil kommer nu den Omstændighed, at Straalerne gaar gennem Træ og Ebonit, saaledes at man ikke behøver at tage Pladerne ud af Kassetten; Billederne kunne derfor tages ved Dagens Lys, kun Fremkaldelsen kræver de sædvanlige Forsigtighedsregler. Om Straalerne virke direkte paa den følsomme Hinde, eller om det er Fluorescenslyset fra Glasset, der er det virksomme Middel, tør Røntgen ikke afgøre.

Øjet er ufølsomt for Røntgens Straaler. Dette er ret mærkværdigt, da de Stoffer, som Øjet bestaar af, lade Straalerne gaa gennem sig, de ramme altsaa utvivlsomt Nethinden;



men denne maa vel mangle Evne til at paa-virkes af dem.

Efter at Røntgen havde undersøgt Stoffernes Gennemstraalelighed, gik han over til at prøve, om de kunde brydes i Prismer, ligesom Lysets Straaler. Alle de i den Retning anstillede Forsøg gave et negativt Resultat. Hverken Prismer af Glas, Ebonit eller Aluminium gave nogen Brydning. Heraf følger, at Straalerne ikke som Lysstraaler kunne samles, danne Billeder, ved Hjælp af Linser.

Nogen egentlig regelmæssig Tilbagekastning kunde ikke paavises, Straalerne kunne derfor ikke samles ved Hjælp af Hulspejle; Legemerne virke paa Røntgens Straaler ligesom matte Flader, eller snarere uklare Vædske, som Mælk, virke paa Lyset.

Da Brydning beroer paa Straalernes forskellige Hastighed i forskellige Stoffer, slutter Røntgen, at Forplantningshastigheden maa være den samme i alle Legemer.

Til Slutning opstiller han det Spørgsmaal, om de nye Straaler ere Kathodestraaler eller ikke. Han besvarer Spørgsmaalet benægtende og det af to Grunde. For det første virker en Magnet ikke paa hans Straaler, medens dens



Indvirkning paa Kathodestraalerne er meget stærk. For det andet kunne Kathodestraaler ikke gaa gennem almindelig atmosfærisk Luft, uden at svækkes meget stærkt, derimod gaa de uhindret gennem et lufttomt Rum. Røntgens Straalerne forplante sig derimod næsten usvækkede i atmosfærisk Luft.

Disse Grunde synes rigtignok at være overbevisende nok; dog maa det ikke glemmes, at de hentes fra rent kvantitative Forhold. Men Lenard har viist, at der er mange Slags Kathodestraaler. Vi saa jo netop i forrige Kapitel, at nogle af dem bøjes stærkere end andre, saavel som at nogle Slags forplante sig lettere i Luft end andre. At der kan eksistere Kathodestraaler, som hverken bøjes af Magneten eller indsuges af Luften, er derfor tænkeligt nok.

Selv om det nu skulde vise sig, at Røntgens Straaler ere Kathodestraaler, formindsker det ikke Betydningen af Røntgens Arbejde, hvorved et velberettiget Haab om betydningsfulde Anvendelser, hvis Udstrækning ingen kan forudse, er kaldt til Live og tildels realiseret.

---



## SLUTNING.

---

Se vi tilbage paa den Vej, vi have tilbage-lagt, er der enkelte Momenter, som særlig bør fastholdes. Det virkelige Udgangspunkt danner Hittorfs Opdagelse af, at der eksisterer en særegen Art Straaler, vidt forskellige fra Lysstraalerne, som ledsage de elektriske Udladninger, idet de udgaa fra den negative Pol. Hans første Afhandling om dem udkom 1869. Vel var det særegne Lys ved den negative Pol kendt i Forvejen, ja det kan endog paa-vises ved de almindelige elektriske Gnister. Men da de indsuges stærkt af Luften, hindres de i at udbrede sig saa langt, at man kunde blive klar over, at det var et Straalefænomen.

Det næste betydningsfulde Fremskridt gjorde Lenard, idet han bragte Straalerne ud i



fri Luft, hvorved Undersøgelsen af dem i saa høj Grad lettedes.

Endelig i Slutningen af 1895 fremkom Røntgen med sin Opdagelse af de nye Straaler, X-Straalerne, som han kaldte dem; om Betydningen heraf er der talt allerede. Her skal kun bemærkes, at det ikke er sandsynligt, at vi dermed staa ved Enden. Tvertimod frembyder sig nu et overordentligt stort Antal Opgaver, hvis Løsning sikkert vil sætte mange i Bevægelse. Vi kende endnu saa saare lidt til Straalernes Natur og endnu mindre til de Betingelser, der udkræves for at frembringe dem.

Vel kan man sige, at Geisslers Rør er en ganske rig Kilde til Straalerne, og der synes intet at være i Vejen for at forstærke Udladningerne og muligvis ogsaa at forstørre Rørene, saaledes at Straalernes Intensitet kan forøges saa meget man vil. Kunne de end ikke koncentrerres ved Hulspejle og Lindser, vide vi dog fra Kathodestraalerne, at man ved at give Kathoden Form af et Hulspejl kan samle dem i et Punkt eller i hvert Fald paa en lille Flade. At man paa lignende Maade kan koncentrere Røntgens Straaler er højst sandsynligt. Men det skulde være underligt, om der ikke skulde op-



dages nye Kilder til Kathodestraaler, om vi end for Øjeblikket ikke ane, hvor disse Kilder findes.

Jeg skal tilføje et Par Ord om Betingelserne for at anstille Røntgens Forsøg. Efter de Erfaringer, som ere gjorte paa den polytek-niske Læreanstalt i den sidste Tid, ere de fra Tyskland forskrevne Rør ikke meget paalidelige. Om de end en kort Tid kunne give gode Virkninger baade med Hensyn til Fluorescens og Fotografi synes de dog ikke i Længden at bevare denne Evne. Cand. mag. M. Knudsen har uafbrudt været beskæftiget med Forfærdigelsen af Geisslerske Rør til dette Brug, og det har derved viist sig, at Udpumpningerne maa fortsættes saa længe, til man kommer betydeligt under det Tryk, ved hvilket Kathodestraalerne ere rigeligst. Røret lyser da forholdsvis svagt. Om den rigtige Fortynding er opnaaet prøves saaledes. Induktionsmaskinens Poler forbindes baade med Røret og med en Udlader, det vil sige to Metalkugler, af omtrent 1<sup>cm</sup> Diameter; disse kunne bringes i forskellig Afstand fra hinanden. Vi ville antage, at Kuglerne altid bringes i en saadan Afstand, at Udladningen ligesaa godt slaar over mellem dem, som den gaar gennem



Røret. Gnistlængden er da meget stor, naar Geisslers Rør er fyldt med Luft; den aftager ved Udpumpningen, er, naar Kathodestraalerne ere rigelige, kun 1—2 Millimeter. Derefter vokser Gnistlængden ved fortsat Fortynding og er, naar Røret udsender Røntgenske Straaler, 3—4 Centimer lang. Paa denne Maade kan man følge Pumpningen og forud vide, om Røret er godt eller ikke. Da der behøves saa stor en Gnistlængde for at faa Røntgens Rør til at lyse, indses, at det er nødvendigt at have en Induktionsmaskine, der kan give endnu længere Gnister, vel 6—7 Centimeter. Vi have dog ikke hidtil havt Lejlighed til at prøve, hvor langt man kan gaa ned i denne Henseende.

Med Hensyn til Anvendelsen af Røntgens Straaler er Hovedpunktet dette, at de kun kunne give Skygebilleder, eftersom de ikke brydes. Dette er vel i en vis Forstand en Ulempe, men har dog ogsaa sine Fordele. Havde der været Brydning, vilde de bekendte Billeder af Knoglerne i en Haand ikke være fremkomne, i det mindste vilde Brydningen i de bløde Dele have gjort Billedet utydeligt. Vel kan denne Brydning delvis ophæves, f. Eks.



ved at holde Haanden i Vand, men det er dog usandsynligt, at Resultatet derved vilde blive tilfredsstillende.

Fotograferingen selv frembyder næppe større Vanskeligheder; jeg skal dog bemærke, at vi i denne Henseende have haft megen Nytte af den Hjælp, som Hr. Fabrikant Steenbro af Firmaet Budtz-Møllers Eftf. have ydet os.

Inden jeg slutter denne Fremstilling, kan jeg ikke tilbageholde en Betragtning, der dog ikke er ny, tvertimod med Rette ofte er fremdragen, og det er denne. I det sidste halve Aarhundrede have mange Fysikere følt sig stærkt hendragne til Studiet af de elektriske Udladninger i fortyndet Luft. Hvad er det, der har fortryllet dem derved? Det er Fænomenernes Skønhed, deres Mangfoldighed, deres fra alt, hvad der ellers kendes i Naturen, saa afvigende Love. Men, kunde man spørge, med hvilken Ret ofre Folk deres Tid og offentlige og private Midler paa saadanne ørkesløse Studier? Intet tyder paa, at det, der foregaar inde i et Geisslers Rør, nogensinde kan faa Betydning i Livet. Heldigvis have mange Erfaringer lært os, at intet er betydningsløst i Naturen, enhver Forstaaelse af Natursammenhæng fører tid-

ligere eller sildigere til Konsekvenser af Værd for Menneskelivet. Og derfor slutte vi med Ønsket om, at denne gamle Erfaring ogsaa rigeligt maa bekræftes paa dette Omraade; at ogsaa de nye Straaler maa bringe Menneskeslægten baade Gavn og Glæde.

---



THE  
JOURNAL  
OF  
THE  
AMERICAN  
MEDICAL ASSOCIATION  
PUBLISHED WEEKLY  
CHICAGO, ILL., U.S.A.

COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE

QC  
481  
C46

RARE BOOKS DEPARTMENT



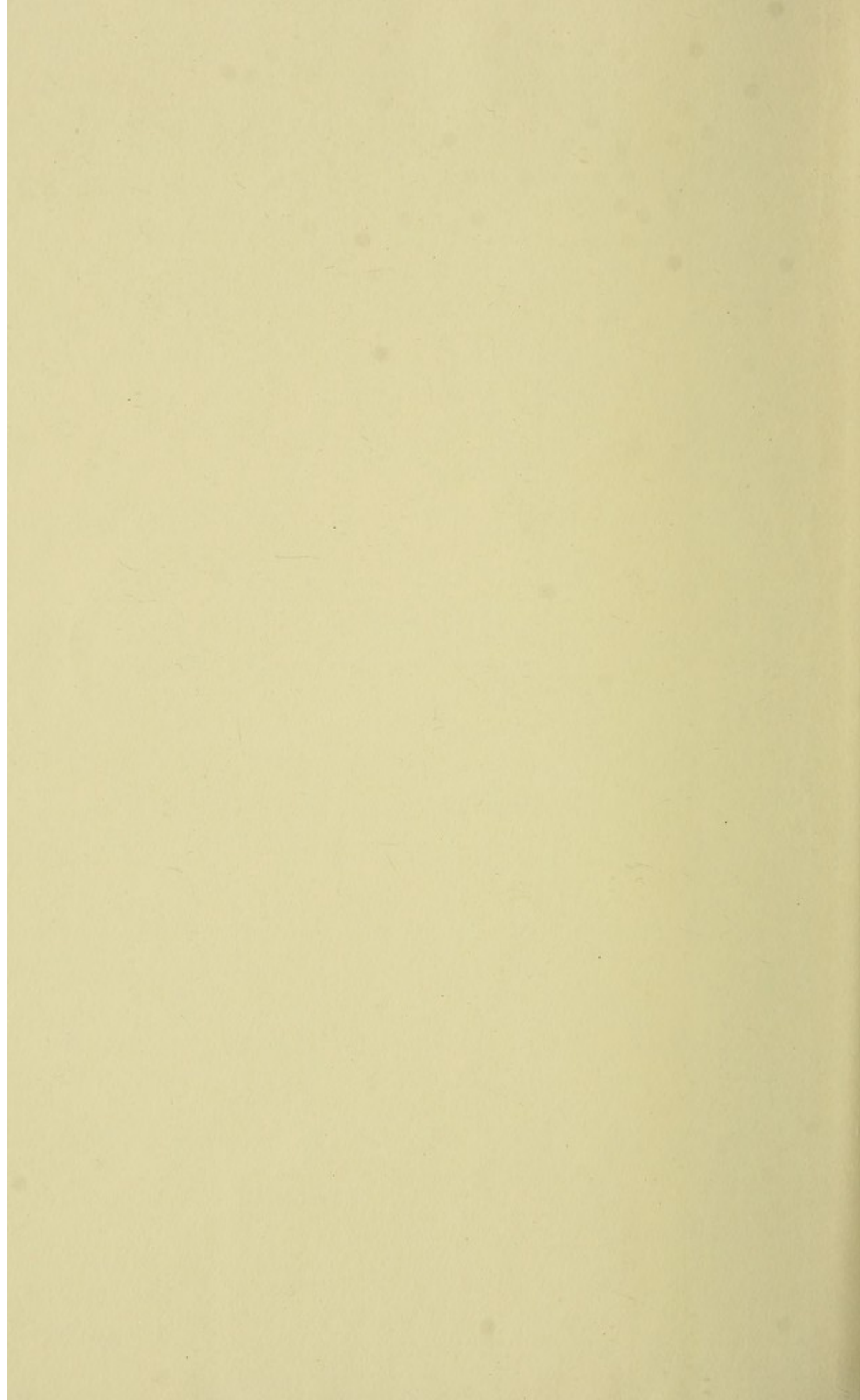
---

1896

---







One of the first - if not the first Danish publication on Roentgen Rays, dated 1896 (not listed in "Phillips", Gocht" or "Glasser").

COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE

QC  
481  
C46 D3

RARE BOOKS DEPARTMENT



