DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

VIDENSKABELIGT FOLKEBIBLIOTHEK

KIRSTINE MEYER

RADIUM
OG RADIOAKTIVE STOFFER

FOLKE UNIVERSITETS RÆKKE № 6

PRIS 1 KR.

GYLDENDALSKE BOGHANDEL
NORDISK FORLAG

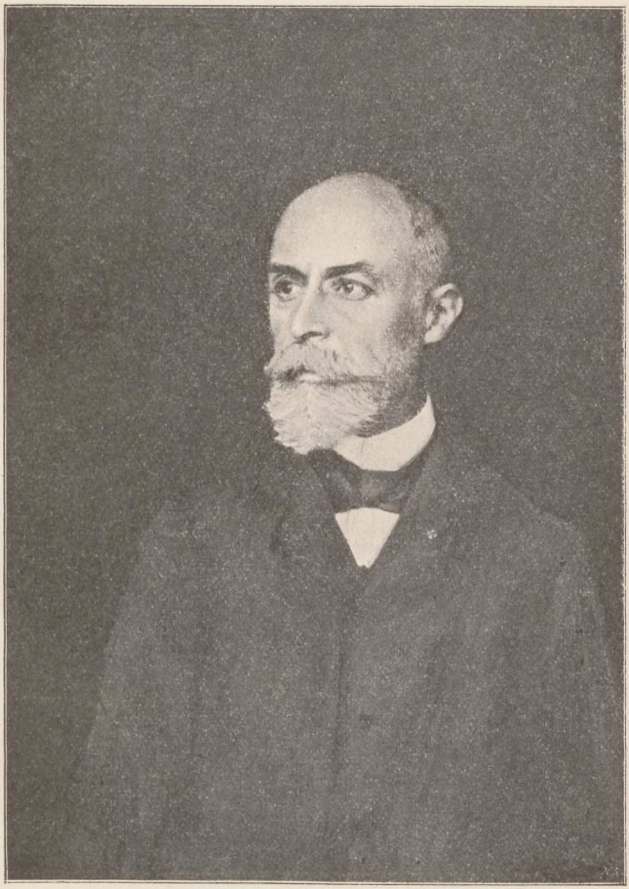
TB Gl.
546 Mey

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

RADIUM

OG

RADIOAKTIVE STOFFER



Henri Becquerel,
Opdager af Becquerelstraaler.

Fru Sklodowska Curie,
Opdager af Radium.

P. Curie,
Opdager af Radium.

RADIUM

OG

RADIOAKTIVE STOFFER

SAMT

NYERE OPDAGELSER ANGAAENDE
STRAALER

AF

KIRSTINE MEYER
f. BJERRUM

GYLDENDALSKE BOGHANDEL
NORDISK FORLAG
KØBENHAVN OG KRISTIANIA
1904

DANMARKS
TEKNISKE BIBLIOTEK

Fr. Bagges Bogtrykkeri. — København

INDHOLD

Side

Indledning 13
Hvad har givet Anledning til Efterforskning efter „straalevirksomme“ Stoffer? 14
Radium og flere radioaktive Stoffer findes 22
Straalernes Egenskaber 31
Straalernes Virkning 38
Ultraviolette Straaler 44
Elektriske Udladninger 57
Katodestraaler 61
Kanalstraaler 70
Røntgenstraaler 71
Radium udvikler stadig Varme 74
Radium afgiver stadig Luftarter 76
Emanation 77
Energi og Radioaktivitet 85
N-Straaler 91

Indledning.

I det sidste Aarstid har Opdagelsen af Radium og dets mærkelige Egenskaber tiltrukket sig Folks Opmærksomhed i en Grad, som sjældent bliver et naturvidenskabeligt Fænomen til Del, naar det ikke direkte griber ind i det praktiske Liv. Der er som en Eventyrets Glans om Radium, der trods dets ringe Mængde af egen Drift frembringer Virkninger, som Menneskeheden ellers kun naaer ad mange og kostbare Omveje; det er, som om Tanken pirres til at ane nye Veje for Naturforskningen, for hvilken man ellers efter det sidste Aarhundredes intensive Dyrkning mente at kende Hovedlinierne. — Som det fremgaar af nærværende Bogs Titel, skal der nu i det følgende ikke blot aflægges en Beretning om de mærkelige Egenskaber, som Radium og de øvrige saakaldte radioaktive Stoffer har, men tillige skal der gøres et Forsøg paa at klarlægge, hvorledes man er ført til at finde dem, samt hvilke beslægtede Fænomener man kender, som kan hjælpe og har hjulpet til en Forstaaelse af de nye Opdagelser, som har givet Ideer til Metoder til deres nærmere Undersøgelse, og som i og for sig har selvstændig Betydning baade for Teori og Praksis; derfor er „nyere Opdagelser angaaende Straaler" draget med ind under Bogens Emne.

Hvad har givet Anledning til Efterforskning efter „straalevirksomme“ Stoffer?

I Aaret 1895 blev nuværende Professor i Berlin, *Røntgens,* Navn med et Slag bekendt over hele den civiliserede Verden, fordi han havde opdaget nogle mærkelige Straaler, som siden den Tid bærer hans Navn. Han fandt dem under sit Arbejde med at undersøge Virkninger af elektriske Udladninger gennem Glasrør, af hvilke Luften var pumpet næsten helt ud. Naar der sendes elektriske Udladninger gennem et saadant Rør, ser man et svagt Lys derinde, men dette Lys standsedes i Røntgens Forsøg fuldstændigt, fordi han havde Røret indpakket i sort, lystæt Papir i en Kasse. Han havde endvidere til sine Forsøg benyttet en Skærm, hvorpaa der i Form af et Bogstav var lagt noget Pulver af et Stof, der hedder Baryumplatincyanur; han saa nu til sin Overraskelse, at Bogstavet paa Skærmen blev lysende, naar der gik elektriske Udladninger gennem det indpakkede Rør; fra dette maatte der altsaa udgaa en Virkning, der — skjønt den ikke direkte kunde gøre Indtryk paa Øjet — dog kunde frembringe Lys. Baryumplatincyanur hører imidlertid til de saakaldte fluorescerende Stoffer, d. e. Stoffer, der har Evne til at optage Straaler og sende dem ud igen i forandret Tilstand; den samme Egenskab findes f. Eks. hos Petroleum; de fleste har vistnok set, at Petroleum viser blaa Farve paa Overfladen, naar det staar i Sollys, mens det er farveløst, naar man ser igennem det. Grunden er, at Petroleum har Evne til at standse en Del af Straalerne i det hvide Sollys og sende dem ud fra Overfladen som blaa Straaler. Det samme Fænomen kendes fra en grøngul Vædske, som bruges meget

i Minimumstermometre; den viser sig gul, naar man ser igennem den, men ser man paa den fra den samme Side, hvorfra Lyset kommer, viser den sig grøn, fordi den har Evne til at standse visse Straaler i Sollyset og sende dem ud igen som grønt Lys. Det var nu bekendt, at Baryumplatincyanur i høj Grad havde fluorescerende Evne, og da nu dette Stof i et fuldstændig mørkt Værelse lyste med grønlig Glans, naar der gik Udladninger gennem Røret, laa det nær at mene, at der fra Røret udgik Straaler, som af Stoffet omdannedes til grønligt Lys; Røntgen kaldte dem X-Straaler, nu kaldes de hyppigst Røntgenstraaler.

At X-Straalerne virkelig gik i rette Linier ligesom Lysstraaler, kunde ses ved at holde et Metalstykke mellem Røret og en Skærm, der var helt oversmurt med Baryumplatincyanur; man saa da en Skygge af Metalstykkets Form paa Skærmen; tillige fik man jo herigennem at vide, at Straalerne ikke gik igennem Metal. Ved nu paa lignende Maade at undersøge, hvilke andre Stoffer Straalerne kunde trænge igennem, gjorde Røntgen den Opdagelse, der var Skyld i, at Straalerne vakte en saa uhyre Opsigt: Straalerne trængte let gennem Muskelvævet i det menneskelige Legeme, men kun i ringe Grad gennem Benvævet; da han holdt sin Haand mellem Udladningsrøret og Skærmen, saa han paa denne et Skyggebillede af Haandens Knogler. Det viste sig tillige, at Røntgenstraalerne paavirkede en fotografisk Plade, saa at det ikke blot var muligt at faa Skeletdele i det menneskelige Legeme at se ved deres Skyggebillede paa den omtalte Skærm, men endog at fotografere Skyggebilledet. Naar man ønsker et Fotografi f. Eks. af Knoglerne i sin Haand, lægger man den paa en fotografisk Plade, der er vel indpakket i sort Papir eller i en tæt Kasse for at beskyttes mod almindeligt Lys, og bestraaler dernæst Haanden med Røntgenstraaler;

disse vil da paavirke Pladen paa alle de Steder, hvor den ikke dækkes af Haandens Skeletdele, og ved Fremkaldelsen vil Omridset af disse staa tydeligt paa Pladen. Paa Figuren vises et saadant Fotografi; det ser ud, som om Fingrene var lange, fordi man uvilkaarlig regner Benene i Haanden med til Fingrene;

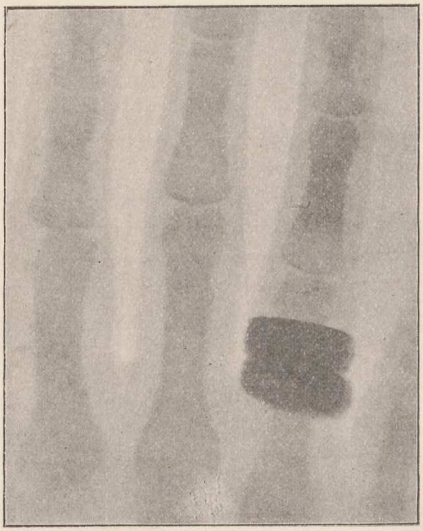


Fig. 1.

det sorte Baand paa den ene Finger skyldes to Guldringe; gennem Metallet har Røntgenstraalerne aldeles ikke kunnet paavirke den fotografiske Plade. Hvilken Betydning og Anvendelse disse Straaler har faaet, og hvilke Resultater den nærmere Undersøgelse af dem har bragt, skal senere omtales. Her skal blot præciseres, at Røntgenstraalerne var fundne ved følgende Egenskaber: [1]) de kan af visse fluorescerende

Legemer omdannes til almindeligt Lys,[2]) de trænger igennem en Mængde Ting, som er uigennemtrængelige for Lyset, [3]) de kan paavirke en fotografisk Plade.

Der begyndte nu paa mange Steder en ivrig Søgen efter Straaler med lignende Virkninger som Røntgenstraalerne, og som Middel til at finde dem brugtes hovedsagelig den fotografiske Plade, da man ved at paavirke denne i længere Tid vil kunne gøre sig Haab om at faa selv smaa Paavirkninger gjort synlige; det pirrende ved denne Søgen var, at da Røntgenstraalerne var fundne i stor Mængde hos noget, der var saa hyppigt anvendt som et Udladningsrør med fortyndet Luft, kunde man vente ogsaa at finde dem hos andre velkendte Ting, ja maaske fandtes de snublende nær. Der kom da ogsaa i Løbet af Aaret 1896 en Mængde Beretninger fra forskellige Mennesker om fotografisk Virkning af „sort Lys", som angaves at stamme fra de forskelligste Ting. Mange af disse fotografiske Virkninger er aldrig senere set af andre end den, der først har berettet om dem, og dog har mange af dem maaske været virkelige nok; det har nemlig vist sig, at den fotografiske Plades følsomme Hinde er udsat for talrige andre Efterstræbelser end Lysets. Svage Paavirkninger paa den kan endogsaa stamme fra selve de Papkasser, hvori Plader opbevares; saalænge disse, som de plejer, ligger to og to med Hindesiderne mod hinanden, er Faren for Paavirkning ikke stor, men naar Hinden ikke er beskyttet med en Glasplade, vil den kunne paavirkes uden Bestraaling af noget Legeme udefra; det er da klart, at smaa Paavirkninger paa den, naar den i tillukket Kasse udsættes for formodede Straaler fra et Legeme i Nærheden, slet ikke behøver at være foraarsagede af dette; først naar der paa Pladen kan frembringes et tydeligt Skyggebillede af en for Straalerne uigen-

nemtrængelig Genstand, som stilles paa deres Vej, kan deres Eksistens betragtes som konstateret.

Med størst Iver undersøgtes det, om de saakaldte fosforescerende Stoffer udsendte usynlige Straaler, der kunde paavirke en fotografisk Plade. Et fosforescerende Stof har Evne til, naar det i nogen Tid har været udsat for Lys, da i en vis Tid bagefter, naar Bestraalingen er ophørt at blive selvlysende; de fleste kender saadanne Stoffer fra de „selvlysende" Tændstikæsker, Kors, Dørplader eller lignende. Naar disse Ting om Dagen sættes i Solskinnet, vil de om Aftenen lyse i Mørket. Hos Farvehandlerne faaes en Slags Oliefarver — Balmainske Farver — der har denne Egenskab. Det var nu set, at Glasset i Udladningsrør, som udsendte Røntgenstraaler, i ringe Grad var fosforescerende, og derved førtes man til at undersøge, om andre fosforescerende Stoffer udsendte lignende Straaler; flere Iagttagere mente at have fundet saadanne, men ogsaa her var Resultatet usikkert. Da fandt den franske Fysiker *Becquerel* en utvivlsom Virkning fra et Stof, der indeholdt Metallet Uran; det paavirkede en fotografisk Plade gennem en tynd Aluminiumsplade, der er uigennemtrængelig for almindeligt Lys, og frembragte paa den et tydeligt Skyggebillede af en Metalgenstand, der blev anbragt mellem Pladen og Uranforbindelsen. Denne var fluorescerende og fosforescerende, og Becquerel mente først, at de Straaler, der paavirkede den fotografiske Plade, udsendtes samtidig med Fluorescens- eller Fosforescens-Lyset, og troede derfor, at det var nødvendigt, at Stoffet udsattes for Sollyset, enten samtidig med eller før det fotograferede. Et heldigt Tilfælde lod ham opdage, at dette var ganske uden Betydning for den fotografiske Virkning. Uranforbindelsen udsender Straaler, der kan fotografere, selv om det ligger

i Mørke i Aarevis. Stoffet kaldtes da radioaktivt d. e. virksomt ved Straaler.

Becquerel arbejdede nu med Iver paa at skaffe nye Oplysninger om de Straaler, han havde fundet, og han opdagede snart en ny Virkning af dem, der i høj Grad har lettet de senere Undersøgelser: *Straalerne fra Uranet kan gøre Luften ledende for Elektricitet.* For at det kan forstaas, hvad dette vil sige, og hvorledes det blev benyttet ved det radioaktive Stofs Undersøgelse, er det nødvendigt at omtale nogle Hovedregler for Elektricitetens Frembringelse og Virkemaade.

Man skaffer sig lettest et elektrisk Legeme ved at gnide f. Eks. en Glasstang eller en Lakstang eller et Penneskaft, en Kam eller lignende af hærdet Kautschuk (Ebonit) med en ulden Klud eller et Stykke Skind; man hører ofte en knitrende Lyd, naar en Kam stryges gennem tørt Haar; den opstaar ved, at Haaret og Kammen bliver elektriske ved at gnides mod hinanden. Elektriciteten mærkes paa, at Legemerne efter Gnidningen har Evne til at tiltrække lette Legemer f. Eks. smaa Stykker Papir, smaa Totter Vat, Haar o. l. Nogle Legemer er gode Ledere for Elektriciteten, d. v. s. den elektriske Egenskab breder sig med stor Hast over hele deres Overflade fra det Sted, hvor den er frembragt, og de afgiver Elektriciteten til andre gode Ledere, naar de berører dem. Gode Ledere er Metaller, Kul, Ting, der er fugtige, det menneskelige Legeme, Jorden. Slette Ledere er bl. a. Rav, Glas, Lak, Svovl, Ebonit, Silke, Luft. Vil man bevare Elektriciteten paa en god Leder, maa man isolere den, d. v. s. omgive den med slette Ledere; hvis Lederen er i Luften, der jo er en daarlig Leder, opnaas dette ved blot at stille den paa en isolerende Fod eller ved at ophænge den i en Silketraad. Har man først et elektrisk Legeme, vil dette kunne meddele Elektricitet til

andre Legemer. En nærmere Undersøgelse viser nu, at man ved Gnidning kan frembringe *to forskellige Slags Elektricitet,* som har faaet Navnene *positiv og negativ Elektricitet.* Den positive Elektricitet er den Slags, der frembringes, naar en Glasstang gnides med en ulden Klud, den negative faaes, naar man gnider en Lakstang med en saadan; alle andre Legemer bliver elektriske enten som Glasset eller som Lakket. *To ens elektriske Legemer frastøder hinanden; to forskelligt elektriske Legemer tiltrækker hinanden.*

Becquerel fandt altsaa, at Uranforbindelsen gjorde Luften i sin Nærhed ledende for Elektricitet; dette viste sig ved, at en ladet elektrisk Leder, der var isoleret, tabte sin Elektricitet til Luften, naar der i dens Nærhed var lidt af Stoffet. Til Paavisning heraf bruges et Elektroskop. Et saadant ses paa hosstaaende Figur 2. Apparatet bestaar af en Glasflaske gennem hvis Prop der er stukket en Metalstang, der foroven ender med en Plade; Flaskens Prop er af et Stof, der isolerer særdeles godt, og Flasken med dens Prop tjener kun som Fod og Isolator for Metalstangen; hvis man derfor lader denne med Elektricitet, vil den beholde sin Ladning uforandret. For at man kan se, om Stangen er elektrisk eller ikke, er den i sin nederste Ende forsynet med to tynde Strimler — Bladene kaldet — af Metallet Aluminium; saasnart Stangen bliver elektrisk, bliver Bladene det ogsaa, og da de bliver ens elektriske, søger de fra hinanden og staar som paa Figuren, mens de hænger lige ned, naar Stangen er uelektrisk. Berører man den ladede Metalstang med Fingrene, vil Elektriciteten ledes bort til Jorden gennem det menneskelige Legeme, der er en god Leder. Berører man det ikke,

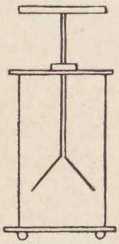


Fig. 2. Et Elektroskop.

vil Bladene blive ved at vise Udslag. Holder man imidlertid lidt af det radioaktive Stof hen i Nærheden, men uden at berøre Stangen, vil Bladene lidt efter lidt falde sammen som et Tegn paa, at Luften bliver ledende ved Straalernes Indvirkning.

Becquerel undersøgte forskellige Stoffer med Indhold af Uran og fandt, at de alle udsendte Straaler og stærkere, jo mere Uran de indeholdt; han antog da, at Straalerne stammede fra Uranet og kaldte dem Uranstraaler, senere kaldes de hyppigst Becquerelstraaler. Man kan faa et Begreb om de udsendte Straalers Forskel i Styrke dels ved at iagttage, hvor længe de er om at frembringe et tydeligt Billede paa en fotografisk Plade, dels og langt lettere ved at se, hvor stærkt de gør Luften ledende. Dette kan undersøges ved et simpelt Apparat, der er afbildet i Fig. 3. a og b er to isolerede Metalplader; der er et Lag Luft imellem dem. Den øverste Plade b er uelektrisk og er med en Metaltraad forbunden med Elektroskopet; dette vil da blive elektrisk, saasnart b bliver det. Den nederste Plade a elektriseres fra et elektrisk Legeme L, men dens Elektricitet kan ikke mærkes paa Elektroskopet, da Luften hindrer den i at komme over paa Pladen b; anbringes nu lidt Pulver af et Stof, der udsender Straaler, paa den nederste Plade, begynder Elektroskopets Blade efter kort Tids Forløb at vige fra hinanden

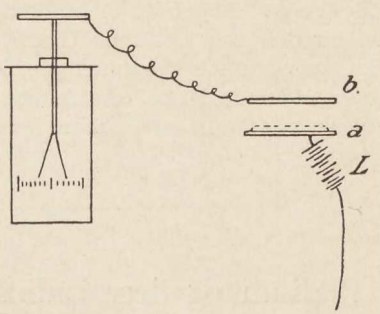


Fig. 3.
Apparat til at maale et Stofs Straaleevne.

som et Tegn paa, at der vandrer Elektricitet fra a til b gennem Luften, der bliver ledende, fordi Straalerne virker paa den. Under Elektroskopets Blade er der anbragt en Maalestok, for at man ved den kan maale Bladenes Udslag; man mærker sig da, hvor lang Tid der i forskellige Tilfælde forløber, inden Bladene har naaet at vige et bestemt Stykke fra hinanden. Det Pulver, der bruger kortest Tid til at frembringe dette Udslag, er da det stærkest virkende. Hvis Straalerne fra et Stof alene skyldes dets Indhold af Uran, maa man kunne forudberegne den Tid, i hvilken det kan lade Elektroskopet til et bestemt Udslag, hvis man kender den Tid, det rene Uran bruger. Hvis det f. Eks. paa samme Vægtmængde, kun indeholder den halve Mængde Uran, skulde det være den dobbelte Tid om at frembringe samme Virkning.

Radium og flere radioaktive Stoffer findes.

Arbejdet med at søge efter radioaktive Stoffer blev nu taget op af flere; blandt disse har Hr. og Fru *Curie* gjort et særlig stort og udmærket Arbejde. Curie er Professor i Fysik ved Sorbonnen i Paris, hans Hustru, Sklodowska Curie, er af polsk Afstamning; hun er eller har været Lærerinde ved en Pigeskole og har i 1903 som Doktorafhandling udgivet en Redegørelse for sit Arbejde med de radioaktive Stoffer. Som en Anerkendelse af det udmærkede Arbejde, hun og hendes Mand har gjort paa dette Omraade, modtog de i Aaret 1903 Nobelprisen for Fysik; de har

helt igennem arbejdet sammen, men Fru Curie har dog hovedsagelig gennemført de Undersøgelser, der har ført til Opdagelsen og Fremstillingen af Radium. Hvorledes dette er sket, skal i Hovedtræk fortælles i det følgende.

Fru Curie benyttede til sine Undersøgelser et Apparat af et ganske lignende Princip som det i Figur 3 fremstillede, som tillod hende at undersøge, om et Stof var radioaktivt, og at maale Radioaktivitetens Styrke. Hun undersøgte først Grundstofferne, d. v. s. Stoffer, man ikke har formaaet at skille ad i forskelligartede Dele. Af saadanne kendes circa 80, og de fleste af dem er faste Stoffer; som Eksempler kan nævnes de ublandede Metaller, saasom Jern, Bly, Zink, Baryum, Vismut, Sølv, Guld o. fl. samt Svovl, Fosfor, Arsenik o. m. a. Uranium — forkortet Uran — er ogsaa et Grundstof. Hun fandt blandt Grundstoffer kun ét radioaktivt foruden Uran, nemlig Thorium, et sjældent forekommende Stof. Dets straalende Evne var forresten fundet tidligere af en Tysker Schmidt. Dernæst undersøgte hun en Masse Mineraler, som stammede fra forskellige Bjergværker, og som hun med velvillig Imødekommen fra mange Sider kom i Besiddelse af. Her fandt hun et Resultat, som skulde blive af stor Betydning. Blandt Mineralerne var der flere, som var radioaktive, men da de alle indeholdt Uranium og Thorium, var der i og for sig ikke noget mærkeligt deri; det paafaldende var, at de var langt stærkere — indtil 4 Gange — saa radioaktive som de rene Grundstoffer Uran og Thor. Et af Mineralerne kunde fremstilles ad kunstig Vej; det kunstigt fremstillede viste sig langt mindre radioaktivt end det, der fandtes i Naturen, og den Mængde Straaler, det udsendte i hvert Minut, var netop den, man skulde vente efter Uranindholdet. Fru Curie fik da den Tanke, at det i Naturen fundne

Minerals Evne til at udsende Straaler maaske skyldtes et eller flere hidtil ukendte Stoffer, som fandtes i Mineralet, og bestemte sig da til at undersøge, om hun kunde finde saadanne. Det var et langt og møjsommeligt Arbejde, hun der begyndte paa; først efter flere Aars Arbejde naaede hun sit Maal. Man faar en Forestilling om de Vanskeligheder, hun havde at overvinde, naar man hører, at det Mineral, Begblende, hvori hun søgte efter de formodede nye Stoffer, indeholder lidt af næsten alle Metaller, og naar man husker, at det eneste Kendetegn, hun havde paa de nye Stoffer, var deres Evne til at udsende Straaler. Fremgangsmaaden maatte da være den ad kemisk Vej, det vil sige ved Smeltning, Opløsning i forskellige Vædsker og lignende, at dele en Portion af Stoffet i flere Dele, dernæst at undersøge hver Dels straalende Evne, og naar denne viste sig forskellig da at gaa videre paa samme Maade med den Del, der var mest radioaktiv.

Fru Curie gik altsaa ud fra Mineralet Begblende, der havde vist sig 3 à 4 Gange saa stærkt straalende som rent Uranium. Dette Mineral brydes i et Bjergværk i Joakimsthal i Bøhmen for det Urans Skyld, som det indeholder; Uran bruges nemlig i Glasfabrikationen. Naar Mineralet er hugget løs, smeltes det sammen med Soda, og der heldes rent Vand paa den smeltede Masse; derved vil en Del af denne opløses, og i Opløsningen findes det Uran, for hvis Skyld Bjergværket holdes i Gang; Resten af den smeltede Masse bruges ikke. Denne Rest viste sig imidlertid stærkere radioaktiv end det oprindelige Stof, saa at det kunde formodes, at de søgte Stoffer fandtes deri. Da man nu kunde vide, at de i hvert Fald kun fandtes der i smaa Mængder, var det nødvendigt for Fru Curie at faa en stor Mængde af Raastoffet under Behandling, naar hun vilde gøre sig Haab om at faa frem-

stillet saa meget af de nye Stoffer, at de kunde faaes alene og i saa stor Mængde, at de kunde undersøges ordentligt. Ved den østerrigske Regerings Velvilje fik hun udleveret 1 Ton (2000 Pd.) af det ovenomtalte Affald, men stod saa overfor den Vanskelighed at faa det behandlet, da man jo ikke i et Laboratorium har Midler til at arbejde med saa store Stofmængder. En fransk kemisk Fabrik tilbød hende da uden Vederlag at stille Lokaler og Hjælp ved Behandlingen af de store Mængder til hendes Disposition. Baade dette og de Pengesummer, der i Løbet af Arbejdet fra flere Sider er stillede til hendes Raadighed, viser den Tiltro, Arbejdet har vakt fra første Færd, en Tiltro, som ikke blev skuffet.

Stoffet kogtes nu med forskellige Vædsker, af hvilke hver opløste sine Bestanddele; herved deltes det i flere Dele, af hvilke 3 har særlig Betydning; den ene indeholdt rigeligt af det velkendte Metal Baryum, den anden Vismut, den tredie hovedsagelig Jern; de fandtes alle tre radioaktive, især den første; den var 60 Gange saa radioaktiv som Uran, og der var til Raadighed 16 Pd. af den, som var udvundet af de oprindelige 2000 Pd. Baryum fandtes deri tæt forbundet med et andet Grundstof Chlor, og denne Forbindelse, der kaldes Chlorbaryum, er som mange andre Stoffer lettere opløselig i varmt Vand end i koldt Vand; det samme er f. Eks. Tilfældet med Soda, og mange har vistnok set, at naar man opløser en hel Del Soda i varmt Vand og lader Opløsningen staa, vil man faa en Del af Sodaen ud af Vandet igen; den viser sig som faste Dele — Krystaller — der lægger sig paa Bunden af det Kar, hvori Opløsningen er. Fru Curie opløste nu sit radioaktive Chlorbaryum i varmt Vand og lod Opløsningen staa og afkøle sig; der udskiltes da Krystaller, og det viste sig, at de Krystaller, der først kom frem, var langt mere radioaktive end dem, der

kom sidst. Dette kunde tyde paa, at der i Stoffet var en Bestanddel foruden Chlorbaryum, og at denne ikke saa let kan være opløst i koldt Vand. Ved nu at behandle disse først udskilte, stærkt radioaktive Krystaller paa samme Maade, kunde de igen deles i en mere og en mindre virksom Bestanddel, og saaledes kom Fru Curie efterhaanden til at skaffe sig et Stof, der var saa stærkt virkende, at dets Straaleevne kun usikkert kunde maales med det oprindelig brugte Apparat. Det syntes c. en Million Gange saa aktivt som Uranet. Fru Curie havde opdaget et hidtil ukendt radioaktivt Metal, som hun kaldte Radium. Det var imidlertid nødvendigt at faa sikrere Kendetegn paa, at Stoffet virkelig var nyt og hidtil ukendt og ikke blandet med andre kendte Stoffer. Et Middel til at afgøre dette haves i Spektralanalysen, og det blev nu ved dens Hjælp, at det blev fastslaaet, at den mærkelige straalende Evne virkelig tilhørte et nyt Stof. Fremgangsmaaden ved dens Anvendelse skal nu kortelig omtales.

Spektralanalysen er en Undersøgelsesmaade, der giver Oplysning om et Stofs Sammensætning ved Farven af det Lys, det kan bringes til at udsende. Øjet kan ikke uden Hjælpemidler afgøre, hvilken Farve Lys et glødende Legeme udstraaler. Saaledes synes Sollyset os hvidt, men lader man det falde gennem et tresidet Glas — et Prisme — vil man faa at se, at det Lys, der er gaaet igennem Prismet, er mangefarvet; falder det paa et Blad hvidt Papir eller paa en lys Væg, vil man se en Lysstribe, et farvet Baand med Regnbuefarverne rød, gul, grøn, blaa, violet. Dette farvede Baand kaldes Solspektret. Alle disse mange Farver findes i det hvide Sollys, men Øjet kan først opdage dem, naar de ved at gaa igennem Prismet skilles ad og gaar i forskellige Retninger; Prismet bryder nemlig Lyset, d. v. s. giver det

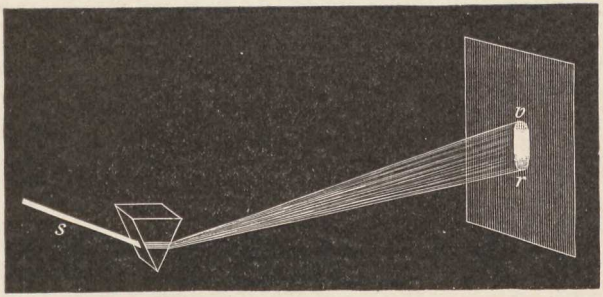


Fig. 4. Prismet skiller det hvide Lys i Farver. r betyder rødt, v violet.

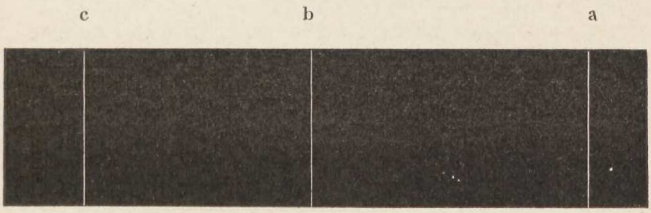


Fig. 5. Brintens Liniespektrum, naar Linien a tænkes rød, b grøn, c violet.

Fig. 6. Natriums Liniespektrum, naar den hvide Linie tænkes gul

en anden Retning end oprindeligt, men Lysstraaler af forskellige Farver brydes forskelligt; de røde Straaler afbøjes mindst fra den oprindelige Retning, de violette mest; et smalt Bundt hvide Straaler, der rammer Prismet, bredes herved ud til et langt Baand, hvor de enkelte Farver kan skelnes. Alle faste hvidglødende Legemers Lys er sammensat paa samme Maade og indeholder ovennævnte Farver; de kan derfor ikke skelnes fra hverandre, ved at man undersøger deres Lys. Anderledes forholder Sagen sig med Lyset fra glødende Dampe. Men hvorledes faar man glødende Dampe? Dette kan for Metallernes Vedkommende ske ved stærk Ophedning af Metallet selv eller af et Stof, hvori det findes; det er ikke vanskeligt at faa en saadan glødende Damp frembragt; lægger man et Par Korn Køkkensalt paa Vægen af en Spritlampe eller lægger dem i Flammen paa et Gaskogeapparat, farves Flammen gul; den gule Farve skyldes Damp af Metallet Natrium, som findes i Køkkensalt, og hvis Dampe dannes ved den stærke Opvarmning. Denne er dog for ringe til at frembringe Dampe af de fleste Metaller; hertil kan man bruge den stærke Varme, som findes mellem Kulstykkerne i det elektriske Buelys. Bringer man lidt af Metallet eller af et Stof, hvori det findes, ind i Lysbuen, vil Metallet fordampe, og Dampens Farve kan nu undersøges. Heller ikke her kan Øjet uden Hjælpemidler skelne de enkelte Farver i Lyset; man maa lade dette passere en smal Spalte og et Brændglas (en Linse) og dernæst træffe et Prisme; man kan dernæst paa det Lys, der er gaaet igennem Prismet se, hvilke Farver der har været i det indfaldende Lys, idet Prismet ogsaa her formaar at skille de enkelte Farver fra hverandre. Der viser sig da enkelte lyse Linier paa mørk Grund, og hvert Grundstof giver sin ejendommelige Samling af Linier, som

kaldes dets *Liniespektrum.* (Eks.: Fig. 5 og 6.) Det ovennævnte Metal Natrium giver et særlig simpelt Spektrum; det giver en gul Linie (eller rettere to, der ligger meget tæt ved hinanden). Disse Liniespektre kendes nu for de hidtil fundne Grundstoffer, og Tilstedeværelsen af et bestemt Grundstof i en Blanding af flere Stoffer kan da erkendes ved, at man bringer lidt af Stoffet i glødende Dampform og undersøger dets Lys. Ligeledes vil man kunne erkende nye Grundstoffers Tilstedeværelse i en Blanding af flere bekendte ved at se, om der i Blandingens Liniespektrum findes Linier, man ikke hidtil har kendt; det nye Stof vil paa denne Maade kunne mærkes, selv om det er til Stede i meget smaa Mængder. $^1/_{40000000}$ af et Milligram Natrium kan endnu ses paa en Flammes Lys.

Denne Fremgangsmaade tog nu Fru Curie sin Tilflugt til. Efterhaanden som hun skaffede sig Stof, der var mere og mere radioaktivt, undersøgtes dets Dampes Lys, og det viste sig, at foruden de Linier, som hører til Metallet Baryum, viste der sig først svagt og — efterhaanden som Stoffet blev renere — stærkere og stærkere nye Linier fra Lyset, mens Baryum Linierne blev svagere og svagere. De nye Linier maatte da stamme fra et nyt Grundstof, som Fru Curie kaldte Radium. Dets Linier kunde første Gang skimtes, da der fandtes en Vægt af $^2/_{100}$ af Radium for hver 100 Vægtdele Baryum, men denne Blanding var allerede 50 Gange saa radioaktiv som det oprindelige Mineral; det ses heraf, at Radioaktivitet er et langt finere Kendetegn paa de nye Stoffers Nærværelse end deres Lys' Ejendommelighed.

Ved fortsat Rensning af Stoffet forsvandt Baryumlinierne helt, og det nye Stofs Linier blev ene tilbage; da havde Fru Curie naaet sit Maal med den ene af de 3 radioaktive Dele af Begblende. Det nye Grund-

stof var fremstillet i Forbindelse med Grundstoffet Chlor; hun bestemte dernæst, hvor stor en Del af Forbindelsen der var Radium. Hun fandt, at for hver $70,_8$ Vægtdele Chlor, var der 225 Vægtdele Radium, denne Vægt kaldes Radiums Atomtal. Af 2000 Pd. af det oprindelige Materiale vandtes 2 à 3 Tiendedele Gram; et Gram er en Femhundrededel af et Pund. Det er da ikke mærkeligt, at det har kostet stor Møje at finde saa ringe en Mængde ud af den store Bunke Stof; Opgaven minder noget om den at finde en Knappenaal i et Høiæs, men er blot langt vanskeligere; i disse store Vanskeligheder ligger Grunden til Radiums høje Pris.

Ogsaa de andre radioaktive Dele af Begblende er blevne undersøgte, men uden at Undersøgelsen har naaet et saa bestemt Resultat som for den Baryumholdige Del. Fru Curie gav det radioaktive Stof, som formodentlig ledsager Vismut, Navnet *Polonium;* det adskiller sig fra Radium derved, at *dets straalende Evne taber sig med Tiden;* i Løbet af 11 Maaneder gaar den ned til det halve; det er ikke lykkedes at skille Polonium fra Vismut; at der findes et nyt Grundstof er altsaa ikke sikkert. Der staar for Øjeblikket en Strid om Polonium. Professor *Marckwaldt* fra Berlin mener at have fundet endnu et nyt radioaktivt Grundstof i Begblende, som han kalder Radiotellurium; dets Egenskaber minder i visse Henseender om Poloniums. Fru Curie og mange med hende har da hævdet, at det er urimeligt at indføre et nyt Navn for noget, som maaske vil vise sig identisk med Polonium.

I den 3die Bestanddel af Begblende mener Franskmanden *Debierne* at have sporet et nyt Grundstof, som paa Forhaand er kaldet *Aktinium,* men som endnu er meget lidt kendt.

Det var altsaa nu lykkedes at finde det stærkt ra-

dioaktive Radium; dette betød da nye Maal for Forskningen. Det galdt om at undersøge Straalernes Egenskaber og Virkninger og om muligt faa Klarhed over deres Natur.

Straalernes Egenskaber.

Straalernes Eksistens og deres Egenskaber kan kun undersøges ved Hjælp af de Virkninger, Straalerne har. Af disse Virkninger bruges de to mest til Undersøgelse af Straalernes Egenskaber, som allerede er omtalte, den fotografiske og den elektriske Virkning. For at det skal være berettiget at tale om, at der kommer Straaler ud fra Stoffet, maa man vise, at Virkningen kan spores efter rette Linier; dette kan ses af, at det Skyggebillede af en Metalgenstand, som de frembringer paa en fotografisk Plade har samme Form som Genstanden ligesom den Skygge, der kastes paa en hvid Væg af en mørk Genstand, der holdes foran et Lys, har samme Omrids som Genstanden selv, fordi Lyset forplanter sig i rette Linier. Fig. 7 viser Omridset af en Jernkrog og af to Bogstaver, skaaret ud i Bly, fotograferet ved Radiumstraaler.

Den fotografiske Virkning af de nye Stoffer er saa stærk, at en fotografisk Plade paavirkes næsten øjeblikkelig i Nærheden af dem, mens den maa udsættes for Uranets Paavirkning i 24 Timer, for at den kan spores.

Det viste sig nu hurtigt, at der var forskellige Slags Straaler fra de nye Stoffer:

I. a-Straaler, der standses let af andre Stoffer, og derfor kun mærkes til ca. 7cm. fra Stoffet i Luften.

II. b-Straaler, der trænger bedre gennem Luft og faste Dele end a-Straalerne og

III. c-Straaler, der er meget gennemtrængende; selv Bly, som helt standser a- og b-Straalerne, yder ikke nogen stærk Hindring for deres Udbredelse; de svækkes kun til $^1/_4$ ved at passere gennem to Tommer Bly. Fra de reneste Radiumpræparater kan b- og c-Straalerne mærkes 2 à 3 Meter fra Stoffet. Til Sammenligning af de tre Straalearters Gennemtrængelighedsevne kan anføres, at de alle kan trænge

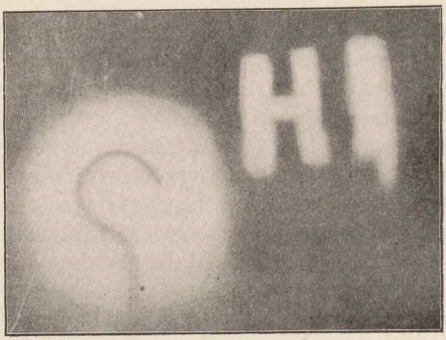


Fig. 7. Fotografi taget ved Radiumstraaler.

gennem tynde Lag af Metallet Aluminium, men de Lag, de skal gaa igennem, før deres Virkning er formindsket til det halve, er henholdsvis $0{,}_{0005}$, $0{,}_{05}$ og 8 Centimeter.

Radium udsender alle tre Slags Straaler, Polonium kun a-Straaler.

Straalerne ligner ikke Lysstraalerne i Egenskaber. Lyset kastes tilbage, naar det møder hvide eller glatte Legemer; dette sidste er Grunden til, at der dannes Spejlbilleder i Glas eller Vand eller blanke Metalflader. Radiumstraaler kan ikke danne saadanne Billeder, da de ikke kan kastes

tilbage. Endvidere forandrer Lyset Retning ved at trænge ind i et Legeme; dette drager man Nytte af ved Kikkerter, hvor der ved Lysets Gang gennem buede Glas dannes Billede af fjærne Genstande, ved Billeddannelsen i vort Øje, der hjælper os til at se Tingene omkring os, ved Brændglas, der hjælper til at forstærke Solstraalernes Virkning ved at samle dem paa det samme Sted. Noget saadant kan ikke ske med Radiumstraalerne. Derimod kan a- og b-Straalerne bringes til at forandre Retning ved Hjælp af en Magnet, mens denne er ganske uden Indflydelse paa Gangen af en Lysstraale. For at forstaa, hvorledes Straalerne bøjes ved en Magnet, kan man tænke sig Radium anbragt i en Fordybning i en Blyklods, som hosstaaende Tegning viser. Straalerne vil da alle gaa i rette Linier ud derfra; disse Linier er de midterste i Bundtet paa Figuren, og en fotografisk Plade, der holdes tværs paa Straalernes Retning vil paavirkes paa en lille Plet. Tænker man sig dernæst en kraftig Hesteskomagnet anbragt saaledes, at dens Nordpol er ovenover Papiret og dens Sydpol bag ved det, vil a- og b-Straalerne bøjes, som Figuren viser. Den fotografiske Plade vil nu paavirkes paa en Plet til højre og en til venstre for den oprindelige. Pletten til venstre, der frembringes af a-Straalerne, bliver

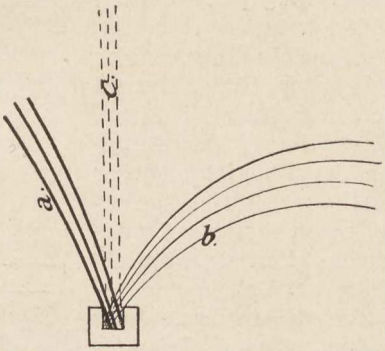


Fig. 8. Radiumstraaler bøjes ved en Magnet.

den stærkeste, hvis Luften er skaffet bort paa Straalernes Vej, thi a-Straalerne udgør Hovedmassen af Straaler fra Stoffet. b-Straalerne bøjes et langt større Stykke end a-Straalerne; c-Straalerne bøjes ikke, og derfor bliver der en svag Paavirkning paa Pladen i samme Retning som oprindeligt.

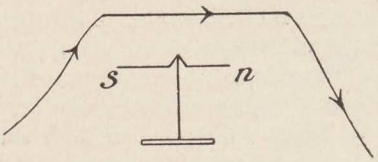


Fig. 9. Ørsteds Forsøg.

Denne Iagttagelse har ført et stort Skridt fremad mod Kendskab til Straalernes Natur; den Bevægelse, man her iagttager, er nemlig meget ejendommelig, og en lignende kendes kun fra et eneste Omraade i Naturen. Det ejendommelige er, at Straalerne under Magnetpolernes Paavirkning hverken nærmer sig til disse eller fjerner sig fra dem, men viger til Siden for dem. I alle Tilfælde, hvor Legemer paavirker hinanden undtagen i et eneste, viser det sig, at de enten søger at nærme sig til hinanden eller at fjærne sig fra hinanden; saaledes falder alle Ting, der ikke støttes, til Jorden, fordi Jorden trækker dem til sig, Jærnet søger til Magneten af lignende Grund; to elektriske Legemer vil enten søge at nærme sig til hinanden eller at fjærne sig fra

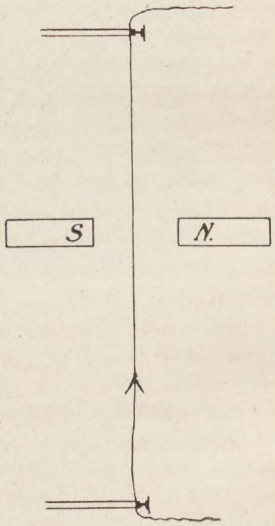


Fig. 10. En elektrisk Strømledning bevæges af en Magnet.

hinanden, to Magnetpoler ligeledes. Ørsted opdagede i 1820 det eneste hidtil kendte Omraade, hvor Forholdene er anderledes, nemlig naar en Metaltraad, hvori der gaar en elektrisk Strøm, og en Magnet faar Lejlighed til at paavirke hinanden ved at bringes i hinandens Nærhed. Ørsted udspændte en Traad, hvorigennem der sendtes en elektrisk Strøm, ovenover en Magnetnaal, der frit kunde dreje sig (se Fig. 9). Hvis der i Traaden løber en Strøm af positiv Elektricitet i den Retning, som Pilen paa Figuren angiver, vil Magnetnaalens Nordende drejes ind bag ved Papiret, Sydpolen ud fra dette. Hvis Ledningen var bevægelig, vilde Magneten dreje den. Dette kan vises meget tydeligt paa følgende Maade (se Fig. 10). En lang (c. 1m.) tynd Platintraad hænges op i lodret Stilling men saaledes, at den hænger slapt ned. En elektrisk Strøm sendes igennem den, saa at den gløder, og derved bliver let at se. To Magnetpoler anbringes som paa Figuren. Man ser da, at Traaden bevæger sig saaledes, at den gaar tværs paa Forbindelseslinien mellem Polerne. Hvis der sendes positiv Elektricitet igennem den, som Pilen peger, bevæger den sig i Retning ud fra Papiret; sendes derimod negativ Elektricitet fra neden og opad, flyttes den den modsatte Vej. Hvis man paa Fig. 8 tænkte sig en Ledningstraad for en elektrisk Strøm fæstet i Blyklodsen og spændt ud i Retning af Straalerne, vil den, naar Magneten anbringes som ovenfor nævnt, bøje af til højre, til samme Side som b-Straalerne, hvis der sendes en Strøm af negativ Elektricitet igennem den fra neden og opad, til venstre — som a-Straalerne — hvis der gaar en Strøm af positiv Elektricitet samme Vej. Efter dette faar man da den Formodning:

b-Straalerne skyldes en Strøm af negativ Elektricitet.

a-Straalerne skyldes en Strøm af positiv Elektricitet.

Naar en saadan Hypotese opstilles, maa man søge mange Bekræftelser paa den, før dens Rigtighed kan anerkendes; Bekræftelse eller Benægtelse faar man ved at forudse, hvad der i forskellige Tilfælde maatte finde Sted, hvis Hypotesen var rigtig, og dernæst ved Forsøg prøve, om det, man har forudset, indtræffer eller ikke. En af Hypotesens Følger vil være: Hvis Straalerne er af elektrisk Natur, maa de kunne paavirkes af elektrisk ladede Legemer. Dette kan prøves ved den Fremgangsmaade, der er antydet i Figur 11. Lidt Radium anbringes i Hulheden i Blyklodsen BB; til højre og venstre for Straalerne anbringes to elektrisk ladede Metalplader, det kan da mærkes, at Straalerne afbøjes, a-Straalerne til venstre — de tiltrækkes af den negative Plade, — b-Straalerne til højre — de søger den positive Plade — som man maatte vente, hvis Hypotesen er rigtig. Straalernes Retninger kan findes ved en fotografisk Plade eller ved at prøve, hvorledes man skal opstille de to Metalplader i Fig. 3, for at Straalerne kan gaa ind imellem dem og gøre Luftlaget ledende for Elektricitet.

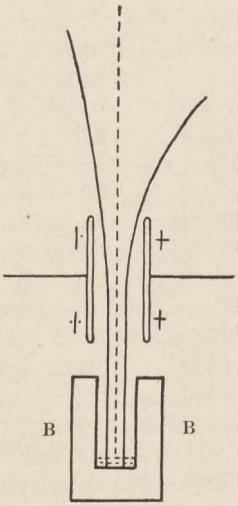


Fig. 11. Straalerne bøjes af elektriske Legemer.

En anden Konsekvens af Hypotesen er følgende: Hvis et Legeme rammes af Straalerne og kun optager én Art af dem f. Eks a-Straalerne, skulde man vente, at Legemet blev positiv elektrisk, hvis a-Straalerne

virkelig er en Strøm af positiv Elektricitet. Noget saadant er virkelig vist. Curie opdagede først noget, der pegede i denne Retning. Han havde i en lille tilsmeltet Glasbeholder lidt af en Radiumforbindelse, som havde ligget der i længere Tid; da han en Dag vilde bruge noget deraf, satte han en Kniv til for at skære Hul paa Glasset, men fik, da han rørte dette med Kniven en lille elektrisk Udladning, en lille Gnist. Sagen er, at Glasset standser største Delen af a-Straalerne, mens b-Straalerne med deres negative Ladning gaar omtrent uhindret igennem; derved bliver Glasset efterhaanden ladet stærkere og stærkere med positiv Elektricitet. Fru Curie gjorde en hel Del Forsøg for at vise, at denne Forklaring er rigtig. Sagen kan vises ved et simpelt Forsøg, der først er foreslaaet af Englænderen *Strutt*. Radiumpulveret findes i et lille Glas, hvis Overflade er gjort ledende for Elektricitet, som foroven er ophængt i en isolerende Traad og forneden forsynet med to tynde Aluminiumsblade, der vil slaa ud fra hinanden, hvis det Legeme, de sidder paa, bliver elektrisk; det hele er anbragt i en Glasbeholder, af hvilken Luften pumpes ud; denne Luft vilde ellers blive ledende for Elektricitet, ved at Straalerne gaar igennem den, og derved kunne føre Elektricitet fra det inderste Hylster ligesaa hurtig, som den dannes. Det viser sig nu, at Bladene langsomt viger fra hinanden paa Grund af positiv Elektricitet; dette betyder altsaa, at a-Straalerne, der standses paa deres Vej og derved tvinges til at blive i Hylstret med Radium, har positiv Elek-

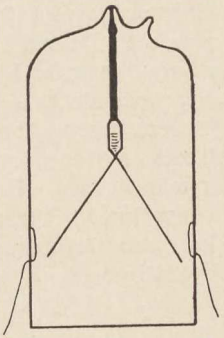


Fig. 12. Forsøg, der viser, at Radium stadig af sig selv kan gøre et Legeme elektrisk.

tricitet. Efterhaanden naar Bladenes Udslag det yderste Hylster, der er afledet til Jorden; deres Elektricitet borttages, de falder sammen, men vil dernæst igen elektriceres og begynde deres Vandring paany. Her er altsaa vist det mærkelige: *Radium kan stadig af sig selv gøre et Legeme elektrisk.*

Mange Spørgsmaal trænger sig nu paa. Hvilke Virkninger kan saadanne Straaler af elektrisk Natur have paa deres Omgivelser? Kender vi lignende Straaler fra andre Omraader? Hvad er Bærer for Elektriciteten? Vi har hidtil ikke set Elektricitet gaa paa egen Haand i Verden; den pleier at blive baaret af et eller andet Legeme. Forat kunne haabe at give Svar paa de to sidste Ting, maa det første grundigt undersøges; jo flere Virkninger, man finder af de nye Straaler, des sikrere kan deres Slægtskab eller Ensartethed med eller deres Forskellighed fra andre bedre kendte Straaler fastslaaes, og des mere Haab kan man derigennem gøre sig om at finde, hvoraf de egentlig bestaar.

Straalernes Virkninger.

Saasnart de stærkt virkende radioaktive Stoffer var fundne, opdagede man en hel Del andre Virkninger end de to oprindeligt kendte og netop saadanne, som har vakt Opmærksomhed for disse Stoffer udenfor Fagfolkenes Kreds. Særlig Radiumstraalernes Virkninger er kraftige og bedst undersøgte.

Straalerne fremkalder Fluorescens hos en Mængde Legemer d. v. s., de standses af disse og udsendes

igen som Lys. Alle tre Slags Straaler fremkalder Fænomenet, og det kan mærkes saa langt fra det straalende Stof, at der kun kan være c-Straaler tilbage. Diamanten siges at fluorescere paa en særlig pragtfuld Maade; da Efterligninger gør det i langt ringere Grad, har man herigennem et Middel til at kende de ægte Diamanter fra de falske. Glas fluorescerer ogsaa stærkt og samtidig hermed faar det en anden Farve, forskellig efter Glassorten; det kan blive brunt, gult og violet; efterhaanden taber det sin fluorescerende Evne, men ved Opvarmning taber det sin Farve og faar sin fluorescerende Evne igen.

En berømt engelsk Fysiker *Crookes* har lavet et nydeligt lille Apparat, der viser Lysfænomener fremkaldt ved Straalerne; det kaldes et Spinthariskop og ses i Gennemsnit paa hosstaaende Figur. Det bestaar af et kort Messingrør, hvis Bund indvendig er beklædt med en lille Papirskærm, oversmurt med et Stof, der hedder Zinksulfid; et lille bitte Stykke over Bunden sidder der ud fra Siden en tynd Metalnaal, paa hvis Spids der er anbragt lidt af et Stof, der indeholder Radium. Man ser ned i Apparatet gennem en Lupe. Naar man er i et mørkt Værelse og bedst om Aftenen, ser man et meget smukt Lysfænomen paa Skærmen; den ligner en Stump mørk Vinterhimmel med funklende Stjærner; ethvert Sted af Skærmen, der rammes af en a-Straale lyser op; at det er a-Straalerne, der fremkalder Lyset, kan ses af, at Fænomenet ophører, naar man lægger en tynd gennemsigtig Plade af Marieglas (Glimmer) mellem Naalen og Skærmen. Denne Plade standser a-Straalerne, men lader de andre gaa uhindret igennem sig; da der nu ingen Lysvirkning

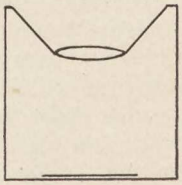


Fig. 13. Et Spinthariskop i Gennemsnit.

kommer, kan man vide, at det er a-Straalerne, der har fremkaldt den. Apparatet er ikke særlig dyrt; det kan faas for 11 Kr.; et lidt større koster ca. 20 Kr.; der er ganske vist heller ikke meget Radium paa Naalen. Man behøver dog ikke at frygte, at det skal bruges op. Hidtil er det ikke lykkedes at vise, at Radium taber i Vægt samtidig med, at det udfolder sin rige Virksomhed. — Prøver man paa om Dagen at se i Spinthariskopet, kan man intet opdage, med mindre man har været et Kvarterstid i et mørkt Værelse; Øjets Nethinde er saa trættet af Dagslyset, at den først maa være udhvilet, inden saa svage Lysglimt kan paavirke den.

Øjet kan forresten paavirkes direkte af Radiumstraaler; baade ser Øjet Radium i Mørke, og de reneste Præparater siges at udstraale et Lys, der er saa kraftigt, at Bogstaver kan skelnes derved, og desuden kan Radiumstraalerne fremkalde Lysindtryk, selv om Straalerne ikke gaar den sædvanlige Vej ind i Øjet, men trænger ind gennem Tindingebenet. Paa denne Maade har selv Folk med Stær faaet Lysindtryk fra Radium; denne Øjensygdom bestaar i, at Linsen i Øjet bliver uklar og derved uigennemtrængelig for almindeligt Lys, saa at Patienten bliver blind af denne Grund; Nethinden er derimod ikke beskadiget; denne kan da godt paavirkes af Radiumstraalerne, som trænger igennem den uklare Linse eller Hovedskallens Ben. Det er blevet vist, at de enkelte Dele i Øjet fluorescerer under Paavirkning af Radiumstraaler; det er da sandsynligt, at Lysindtrykket faas ved, at Radiumstraalerne bringer Øjets Dele til at fluorescere, hvilket jo betyder, at en Del af Straalerne optages og sendes ud igen som almindeligt Lys. Naar Nethinden er syg, eller naar den mangler f. Eks. naar Øjet er taget ud, har man ikke kunnet give Folk et Lysindtryk med Radium,

selv om Synsnerven ellers var til Stede. Hvis dette er rigtigt, vil det sige, at Radiumstraalerne ikke kan paavirke Hjærnen direkte uden Nethindens Hjælp. Maaske da Radium kan blive en Hjælp for Lægerne til at afgøre, om Nethinden er beskadiget eller ikke. Derimod har Ting, der har været skrevne om Radium som „et Haab for Blinde", idet det skulde kunne hjælpe dem til at se, vist sig at bero paa helt fejlagtige Slutninger.

Straalerne virker paa levende Væsner paa forskellig Maade. De virker paa Menneskers Hud. Hvis man lægger en lille Kapsel af Kautschuk eller Celluloid, indeholdende et virksomt Radiumpræparat, paa Huden og lader den ligge der i nogen Tid, vil Huden blive rød paa det paavirkede Sted enten straks eller efter nogen Tids Forløb; Rødmen kommer des senere, jo kortere Tid Kapslen har ligget; ved længere Tids Bestraaling kan der komme slemme Saar. Curie mærkede denne Virkning snart efter, at Radium var fremstillet; han lod en Gang et Sted paa sin Arm paavirke i 10 Timer af et forholdsvis svagt Præparat. Armen blev straks rød, og der dannede sig et Saar, som var 4 Maaneder om at heles, og som gav et grimt Ar som Tegn paa, at Huden og Vævene nærmest under den var ødelagt af Straalerne. Et Saar, der var fremkaldt paa samme Maade efter $^1/_2$ Times Bestraaling, helbrededes efter 15 Dages Forløb; 8 Minutters Bestraaling medførte kun en rød Plet, som først viste sig længere Tid efter Bestraalingen, og som var uden Betydning. Man ser heraf, at det ikke er tilraadeligt at gaa med Radium i Lommen, hvis man ejer noget; det vil give Saar paa Kroppen indenfor Lommen. Det er forstaaeligt, at Curie skal have sagt, at hvis der virkelig blev fremstillet et Kilogram (2 Pd.) Radium, vilde han ikke vove at være i Stue med det, da det sikkert vilde ødelægge hans Hud og

mulig gøre ham blind. Senere er Virkningen paa Huden undersøgt nøjere af andre. Huden er bleven undersøgt mikroskopisk, efter at den havde været bestraalet i kort Tid; den viste lignende Forandringer som Hud, der havde været udsat for stærkt Lys. Virkningen holder sig ikke til Overhuden alene, men trænger ned i Lagene under Huden. Er denne behaaret, vil Haarene falde af 2 à 3 Uger efter Bestraalingen.

Som det efter dette var at vente, paavirkes Dyr stærkt af Radiumstraaler, og særlig skæbnesvanger er deres Indvirkning paa Nervesystemet. Nogle Mus, der holdtes i et lukket Rum, og der bestraaledes af lidt Radium i 48 Timer, mistede Haarene, blev lamme i Bagkroppen og døde efter 3 à 4 Dages Forløb; ved den følgende Undersøgelse viste det sig, at Hjærnehinderne var beskadigede; lignende slemme Følger havde det for Kaniner at blive bestraalet i nogle Timer. Ogsaa Planter ødelægges; Blade gulner og visner, og Frø har tabt Spireevnen ved Bestraaling.

Særlig Interesse har det at undersøge Virkningen paa Bakterier; det har vist sig, at Radiumstraaler kan dræbe Bakterier, men meget langsomt; de er flere Timer om at dræbe Bakterier, som ved Lysstraalers Hjælp kan dræbes i faa Sekunder. Det er bleven prøvet, om Straalerne ogsaa kan dræbe Bakterier, der er beskyttede ved et Lag af levende Væv: en Plade med Bakterier dækkedes med et Kaninøre; de dræbtes da ved Bestraaling i 6 à 10 Timer; Drabet kunde ogsaa ske gennem det dobbelte Lag. Dette tyder altsaa paa, at Radiumstraalerne kan trænge ned i Vævene under Overhuden og dog bevare deres Egenskaber; heri ligger Grunden til de dybe Saar og den stærke Ardannelse, der kommer efter lang Tids Bestraaling af Huden. Efter disse Iagttagelser laa det jo ret nær at forsøge, om ikke Sygdommen i Huden og de nærmest

under den liggende Lag — især naar de skyldtes Bakterier — kunde helbredes ved Radiumstraaler; en saadan Sygdom er Lupus, og en Mængde Forsøg har været anstillede særlig i Paris for at prøve, om man kan opnaa Helbredelse ad denne Vej; noget endeligt Resultat foreligger ikke, men de foreløbige Resultater siges at være lovende. Ogsaa enkelte Tilfælde af Hudkræft er blevne behandlede og siges at være helbredede, men der er endnu gaaet for kort Tid til, at der kan vides noget afgørende om, om Helbredelsen vil være varig. Det er jo klart, at de stærke Virkninger, som Straalerne har paa det sunde Væv, maner til stor Forsigtighed i Anvendelsen. Skulde det vise sig, at en Behandling i korte Tidsperioder virker helbredende paa de syge Væv uden at give varig Ødelæggelse af de sunde Væv i Nærheden, vil Radium kunne faa Anvendelse; det har det Fortrin, at Virkningerne fremkaldes af saa smaa Mængder af Stoffet, at den vil kunne faas paa Steder i Legemet, der ellers vanskeligt kan behandles f. Eks. indre Hulheder.

Naar man hører om disse Virkninger, drages Tanken uvilkaarlig hen paa Lyset og de Virkninger, som dette har til Helbredelse af Sygdomme i Huden; der gives jo mange Arter af Lysstraaler, men langt fra alle kan bruges paa denne Maade. Virkningen skyldes især nogle usynlige Straaler, som følger med Lyset, og hvis Iagttagelse, Egenskaber og betydningsfuldeste Virkninger vi i det følgende vil omtale. Mange af disse Virkninger minder om Becquerelstraalernes, saa at der bliver Lejlighed til en Sammenligning mellem de to Straalearter.

Ultraviolette Straaler.

Det er tidligere omtalt, at Lyset fra Solen og fra et fast hvidglødende Legeme indeholder alle Regnbuens Farver, men at disse først kan ses, naar Lyset er bleven afbøjet fra sin oprindelige Retning, hvorved de enkelte Farver skilles fra hverandre, da de ikke bøjes ligemeget. Lader man dette spredte Lysbundt falde paa en Skærm, faar man et farvet Baand — et Spektrum, hvor de enkelte Farvers Virkninger kan undersøges hver paa sit Sted. Det viser sig, at alle Lysstraaler har Varmevirkning men i ulige høj Grad; mens de blaa og violette Straaler kun kan opvarme det, de falder paa, i meget ringe Grad, har de røde en betydelig Varmeevne; man opdager tillige, at der maa findes Straaler helt udenfor det røde, som Øjet ikke kan se, thi ogsaa der kan der mærkes en Opvarmning; disse Straaler kaldes de ultrarøde; de gaar ikke igennem alle de Ting, som Lyset kan gaa igennem. Vand og Glas standser saaledes største Delen af dem.

Der følger imidlertid andre usynlige Straaler med Lyset. Lader man det spredte Lys falde paa en Skærm, der er oversmurt med et fluorescerende Stof, ser man, at Spektret strækker sig langt ud over det violette, idet Skærmen lyser langt længere ud, end hvor dette rammer; der maa altsaa findes Straaler, der er usynlige for Øjet, og som er afbøjet stærkere fra deres oprindelige Vej end de violette; de bliver synlige, fordi de kan fremkalde Fluorescens, ja det viser sig, at det netop er dem, hvem denne Evne hos Lyset skyldes. Har man nemlig ladet Lys gaa igennem et Kar med en gennemsigtig fluorescerende Vædske, er disse Straaler derved

standsede, og Lyset har samtidig mistet Evnen til at fremkalde Fluorescens paa et Legeme, som det nu rammer, og som ellers kan fluorescere. De ultraviolette Straaler standses for en Del af Glas; hvis man spreder Lyset ved Linser og Prisme af Kvarts i Stedet for af Glas, bliver de ultraviolette Straalers Mængde større, og Spektret paa den fluorescerende Skærm bliver betydelig længere. Hvis man ombytter den fluorescerende Skærm med en fotografisk Plade, vil man se, at denne paavirkes særligt af de blaa, violette og ultraviolette Straaler, men ikke af de andre Lysstraaler. Det er derfor, at man i Fotografernes Mørkekammer har rødt Glas paa Lamperne; dette lader kun røde Straaler slippe igennem, og disse er uden Indvirkning paa den fotografiske Plade. Straalernes Virkning paa denne bestaar i, at det Stof, den er oversmurt med, forandres; de har i det hele taget Evne til at faa Stoffer til at slutte sig sammen og til at faa Grundstoffer, der er forbundne, til at skilles ad; man siger da, at de har kemiske Virkninger, thi Kemien er netop Læren om Stoffernes Forbindelser og Adskillelser; man kalder dem derfor de kemiske Straaler; det er deres Skyld, at vort Tøj falmer i Sollys. — Vore sædvanlige Lyskilder giver ikke lige mange kemiske Straaler; der er rigeligt af dem i Sollyset, og det elektriske Buelys er rigt paa dem, men der kommer næsten ingen af dem fra vore Petroleumslamper og Gasblus; at disse ogsaa er fattige paa blaa Straaler, kan mærkes paa, at blaat og violet Tøj faar rødligt Skær i Lampelys. Man kan skaffe sig Straalekilder, der næsten udelukkende giver kemisk virksomme Straaler; en Lampe af denne Art er konstrueret af Overlæge Dr. med. Bang.

Mens Planterne særlig drager Nytte af de røde Straaler som Hjælpemiddel ved deres Vækst — ja de kan endog visne og gulne ved stærk Indvirkning af

ultraviolette Straaler — saa synes de blaa, violette og ultraviolette Straaler at øve stor Indflydelse paa Dyreverdenen. En Mængde morsomme Iagttagelser og Forsøg i den Retning er gjorte af Professor *Niels Finsen* og omtalte i Hospitalstidende af 1895 under Titlen: „Lyset som Incitament". Denne Afhandling slutter med følgende Udtalelse: „Vi kende alle den ejendommelige Virkning, som Sollyset har paa alle levende Væsner, vi mærke den og se den dog ikke saa meget under det jævne, stadige Solskin, men iagttage den tydeligt ved de pludselige Overgange. Har Himlen f. Eks. været overtrukken paa en Sommerdag, og Solen pludseligt bryder frem, sker der som en Forvandling i Naturen, der bliver Liv overalt, Insekterne kravle lystigt omkring eller flyve summende og glade rundt i Luften, Firben og Øgler komme frem og tumle i Solskinnet, Fuglene synge og juble, ogsaa vi selv paavirkes.

Denne noget ubestemte men tydelige Virkning af Lyset — man kunde kalde den „livsvækkende" i den Betydning, at den fremkalder mere Liv, mere Bevægelse — kan jeg vist rolig sige hidtil væsentligt er bleven tillagt Solstraalernes Varme og Lysets psykiske Virkning, det forekommer mig imidlertid, at mine Forsøg og Kontrolforsøg have paavist, at den største Andel i denne Virkning — i hvert Fald for de lavere Dyrs Vedkommende — tilkommer de kemiske Straaler."

Af de her omtalte Forsøg skal enkelte beskrives; dog maa et Par Bemærkninger forudskikkes. Man kan skaffe sig ensfarvet Lys paa anden Maade end ved at sprede Lysstraalerne fra hverandre; man kan lade Lyset passere rent farvede Glasplader. En rød Glasplade vil hovedsagelig lade rødt Lys gaa igennem og standse det andet, et grønt Glas lader grønt Lys passere; gennem et ikke for tykt blaat Glas kan man faa blaa, violette og lidt ultraviolette Straaler

o. s. v. Endvidere kan man ved et Hulspejl skaffe sig et smalt og kraftigt Bundt af Lysstraaler. Hvis S paa Figuren er et hult Spejl, der rammes af Lys, vil Straalerne gaa, som Pilene viser og altsaa samles paa en lille Plet i B.

Finsen anbragte tre Salamanderunger i en flad Skaal med Vand, den ene Unge var et Døgn, de to andre en Time gamle; det var smaa, slanke c. 1 Ctm. lange Dyr; de laa i Reglen stille i Vandet; naar de bevægede sig, skete det paa den Maade, at de foer frem i lige Retning og stod saa stille igen. Da Dyrene var saa unge, var de endnu „om jeg saa maa

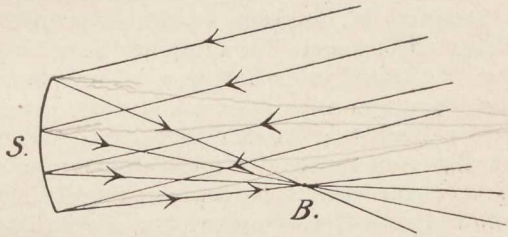


Fig. 14. Et Hulspejl samler Straaler.

sige temmelig umiddelbare"; de laa ganske rolige, bevægede sig ikke gærne uden ved ydre Paavirkning; ældre Dyr vilde have haft flere Bevægelsesmotiver, som vilde kunne forstyrre Iagttagelserne. Skaalen med Dyrene stilledes i Skygge men saaledes, at man med et lille Hulspejl kunde kaste Sollys paa Dyrene enkeltvis. Naar Lyset traf et af Dyrene, foer dette efter nogle Øjeblikkes Forløb gennem Vandet og stod saa stille igen; holdtes der derimod en rød Glasplade mellem Hulspejlet og Dyret, saa at dette kun ramtes af rødt Lys, rørte det sig ikke. Samme Resultat med gult og grønt Lys. Blaat Lys havde akkurat samme Virkning som hvidt Lys og virkede lige saa

hurtigt. Heraf synes altsaa at fremgaa, at blaat Lys fremkalder Tilbøjelighed til Bevægelse.

Andre Forsøg viser det samme. I en langagtig Æske anbragtes en Snes Regnorme jævnt fordelte; som Laag benyttedes en Række forskelligt farvede Glas, som blev holdt sammen ved en Ramme og stillet i Ordenen: rødt, gult, grønt, blaat. Efter nogen Tids Forløb var alle Ormene krøbne hen under det røde Glas. Laaget vendtes nu om; Ormene blev da urolige, bevægede sig, krøb frem og tilbage, fandt tilsidst paa at krybe hen under det røde Glas, hvor de fandtes liggende roligt i en Klump efter $^1/_2$ à 1 Times Forløb. Forsøget gentoges mange Gange med samme Resultat; det prøvedes ogsaa med andre Dyr. Ørentvister viste samme Resultat; det hele foregik hurtigere, da disse Dyr er hurtigere i Bevægelserne. Forsøgene gentoges ofte, og morsomt nok syntes de voksne Dyr tilsidst at forstaa Situationen og vandrede straks i den rigtige Retning mod det røde Lys, naar Laaget blev vendt. Forsøgene prøvedes ogsaa med mindre lyssky Dyr. Spyfluer travede om Dagen rundt i Kassen under alle Farverne, men naar Aftenen kom, sov de altid alle under det røde Glas; der kunde Søvnen aabenbart bedst faa Bugt med dem. Sommerfugle var de eneste af de undersøgte Dyr, der helst syntes at opholde sig i det blaa Lys. Ved alle Forsøgene kontrolleredes det, at det ikke var Forskel i Temperatur, der havde noget at sige.

Foruden disse Forsøg omtales mange andre; de viser alle tydeligt, hvor stærk Indvirkning de kemiske Straaler har paa Dyr i Forhold til Varmestraalerne (de røde) eller stærke Lysstraaler (de gule). De giver et godt Begreb om de kemiske Straalers Virkning paa Organismen, der her viser sig som en pirrende Virkning paa Nervesystemet.

Paa den menneskelige Organisme virker Straa-

lerne rimeligvis paa lignende Maade, men ogsaa paa anden Vis spores deres Indflydelse. Huden paavirkes af dem; det er dem, der gør os solbrændte om Sommeren. Den første, der paaviste dette, var Professor *Vidmark* i Stockholm. Han viste, at naar han dækkede sin Arm med en Glasplade, hvori der var indsat en Rude af Bjergkrystal, blev Armen solbrændt under Bjergkrystalpladen, men ikke under Glasset; Forskellen mellem dem er jo imidlertid, at de ultraviolette Straaler gaar langt rigeligere gennem Bjergkrystalpladen; det maa da være dem, der har fremkaldt Solbrændtheden; ved denne sker der en Forandring i Huden. Forandringen bestaar i, at der efter mer eller mindre stærke Betændelsesfænomener — Rødme, Hævelse, Ømhed — udskiller sig et brunt Farvestof, som dernæst har Evne til at standse de kemiske Straaler og hindre, at de yderligere angriber Vævene. At denne Forklaring er den rigtige, er ogsaa først fastslaaet ved Forsøg af Vidmark 1889; tidligere troede man, at det var Varmestraaler, der var Skyld i Betændelsen og Farvningen af Huden, om end enkelte havde fremsat den Formodning, at det er de kemiske Straaler, der er virksomme. — Det er ikke blot Sollyset, der kan frembringe Betændelse og Farvning af Huden; stærkt elektrisk Buelys kan gøre det samme, ja i Fabrikker, hvor dette anvendes med særlig stor Lysstyrke f. Eks. ved Svejsninger af Metaller, har det skaffet Arbejderne saa store Lidelser, at det selv for høj Betaling er vanskeligt at faa Arbejdere dertil.

Finsen har allerede tidligt (1893) gjort Forsøg for at vise, at den her fremsatte Opfattelse af Solbrændtheden er rigtig. Bl. a. faldt det ham ind, at man herigennem kunde faa en Forstaaelse af den tilsyneladende Uhensigtsmæssighed af Naturen at give Negrene, der lever under de varmeste Himmelstrøg, den

mest modtagelige, mørke Farve. Han mente, at Grunden maatte være, at Farverne i Huden var til Beskyttelse mod Solens kemiske Straaler. Nogle Iagttagelser fra Dyr bestyrkede ham i denne Tanke. Naar Dyr fodres med Boghvede, er de tilbøjelige til at faa Udslet, naar de kommer i Sollyset. Dette Udslet angriber ikke de mørkt farvede Dyr, men er værre jo lysere Dyret er, og jo stærkere Sollyset er; Dyr, der holdes i Mørke, bliver ikke angrebne. Man har prøvet at oversmøre en hvid Ko med Tjære paa den ene Side; den fik da kun Udslet paa den lyse Side. — Kamæleonens Forhold tyder i samme Retning; den har Celler med mørk Farve i Overhuden, og disse kan bevæges; i Mørke ligger de dybt, men i Lys ligger de i Overfladen. *Paul Bert* meddeler den Iagttagelse, at naar man lader Lys falde gennem blaat Glas paa den bageste Halvdel af en Kamæleon og gennem rødt Glas paa den forreste Halvdel, bliver Dyrets Farve under det blaa Glas næsten pludselig mørk, medens Farven under det røde Glas i lang Tid holder sig lys. Dyret skyder aabenbart sine bevægelige Celler med den mørke Farve frem for at dække sig mod ubehagelig Lysvirkning. For nu at skaffe Bevis for Rigtigheden af Hypotesen angaaende Negrenes Farve gjorde Finsen følgende Forsøg. Paa sin hvide Underarm malede han med Tusch en c. 2 Tommer bred Stribe tværs over Armen og udsatte den derefter i c. 3 Timer for stærkt Sollys. Da han derpaa vaskede Farven af, viste Huden derunder sig ganske hvid og normal, mens den paa begge Sider var rødlig og efter et Par Timers Forløb blev stærkt rød, hævet og øm; dette holdt sig et Par Dage, og derefter viste Huden paa disse Steder sig stærkt brun. Nu udsattes samme Arm igen for Sollyset i et Par Timer, denne Gang uden at være sværtet. Resultatet var nu lige det modsatte af første Gang; det hvide Hud-

bælte blev nu irriteret, mens den farvede Hud syntes upaavirket — maaske dog lidt mere brun. — Farvningen hos Polardyr synes ogsaa at staa i Forhold til Lyset; de mørke Farver i den lysrige Sommer, den hvide Farve i den lysfattige Vinter.

Finsen henleder dernæst Opmærksomheden paa nogle gamle Beretninger om, at man ved at lade Koppepatienter ligge i Mørke havde sparet dem for den vansirende Ardannelse og havde faaet et lettere Forløb af Sygdommen. Finsen bemærker hertil: „Denne noget rigoristiske Behandling af Kopper ved fuldstændig Udelukkelse af Dagslys kan i Følge vor nuværende Viden om de enkelte Lysstraalers Virkning lempes en Del; et tætsluttende rødt Gardin eller Vinduer med rødt Glas vil utvivlsomt gøre samme Nytte." I disse Ord ligger Spiren til den Finsenske Behandling af Kopper med rødt Lys, som nu anvendes allevegne. „Det røde Værelse" har været medvirkende til at gøre hans Navn berømt. De røde Straaler, der trænger ind til Koppepatienten, har altsaa ikke direkte helbredende Virkning paa hans Sygdom. Behandlingen er blot den rent forebyggende: at holde de kemiske Straaler, der irriterer Saarene, borte; de røde Straaler gør blot ingen Skade, og det er mindre deprimerende for Patienten at ligge i rødt Lys end i Mørke. At Behandlingen er god, kan ses af følgende. Forslaget fremkom i Hospitalstidende Juli 1893; 1896 bemærker Finsen i en Afhandling om de kemiske Straaler, at der indtil da er behandlet 70 Patienter paa denne Maade, og kun i ét Tilfælde har Metoden slaaet fejl.

Det har allerede længe været erkendt, at Lyset kan dræbe Bakterier, og at det er de kemiske Straaler, der er Skyld deri; de røde og gule er ganske uden Betydning i denne Henseende. Drabet foregaar i overordentlig kort Tid, naar Lyset samles med en

Linse; Bakterier dræbes da i faa Sekunder. Det er Professor Niels Finsen, der først har foreslaaet at bruge denne Evne hos Lyset til Helbredelse af visse Hudsygdomme særlig Lupus, der skyldes en ødelæggende Virkning af Tuberkelbaciller paa Huden og Vævene derunder.

Fordi Lyset kan dræbe Bakterier, der i deres Næringsvædske er udbredt paa en Plade, er det jo imidlertid langt fra sikkert, at de kan dræbes, naar de ligger i Huden og Vævene under den; hertil kræves først og fremmest, at de virksomme Straaler kan trænge ned i Vævene. At selve Lysstraalerne kan trænge igennem, kan ligefrem ses; den simpleste Prøve, man kan gøre herpaa, er at lukke Øjenlaagene og se mod Lyset; holder man dernæst Haanden for Øjnene, mærker man, at en ret betydelig Lysmængde er trængt igennem Øjenlaagene. At der gaar rigeligt Lys gennem et Øre og en Haand har vel de fleste lagt Mærke til. Et slaaende Bevis derfor findes i en af Meddelelserne fra Finsens Lysinstitut; der findes hosstaaende Billede, der er Gengivelse af et Fotografi af et Billede paa en anden fotografisk Plade, som er taget ved Hjælp af rødt og gult Lys, der har passeret en Haand, der var $2,_8$ Centimeter tyk. Der brugtes en fotografisk Plade, der ved en særlig Fremgangsmaade var gjort følsom for gule og røde Straaler. Det Spørgsmaal, der her har Interesse, er imidlertid, hvorvidt de kemiske Straaler kan trænge ned

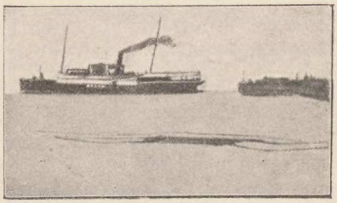


Fig. 15. Fotografi overført ved Hjælp af Lysstraaler, som har passeret en Haand af $2,_8$ Ctm. Tykkelse.

i Vævene. Finsen gjorde 1896 et lille Forsøg, der oplyste ham om disse Forhold, som senere har været Genstand for en nøjere Undersøgelse. Paa den ene Side af et Menneskes Øre anbragte han noget fotografisk Papir, som kun kunde paavirkes af de kemiske Straaler og lod nu noget stærkt samlet Sollys falde paa den anden Side af Øret. Efter 5 Minutters Forløb var Papiret endnu ikke paavirket. Han tog dernæst to Glasplader og trykkede Øret mellem disse, saa at det blev ganske blodtomt, og nu var Papiret efter 5 Minuters Forløb helt sort. Ved fortsatte Forsøg fandtes, at Papiret efter 20 Sekunders Forløb

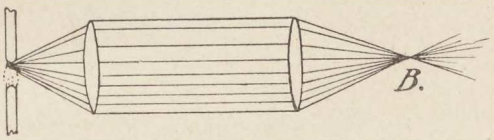


Fig. 16. Lyset fra en kraftig elektrisk Buelampe samles ved to Linser paa det af Lupus angrebne Sted.

var tydelig farvet. Dette Forsøg godtgjorde paa det tydeligste, at Blodet danner en væsentlig Hindring for de kemiske Straalers Indtrængen i Vævene, samt at de, naar Blodet trykkes bort, kan gaa nogenlunde dybt men ellers ikke. Det har senere vist sig, at der er en stor Del af de mest afbøjede af de ultraviolette Straaler, som vanskeligt kan gaa ned under Overhuden.

Finsens Fremgangsmaade ved Lupusbehandling er nu følgende. Lyset fra en kraftig, elektrisk Buelampe gaar igennem en Linse af Kvarts; derved forandres Straalernes Gang, og de gaar alle i samme Retning gennem et Rør, der i den anden Ende ligeledes er lukket med en Kvartslinse; naar Straalerne træffer denne, forandrer den igen deres Retning og samler dem i B. Lyspletten ved B bringes nu til at

falde paa det syge Sted. Herved er der imidlertid den store Vanskelighed, at der paa dette Sted bliver overordentlig varmt, saa at Huden bliver forbrændt. Dette undgaas paa to Maader. For det første fyldes

Fig. 17.

Røret mellem de to Kvartslinser med Vand, der standser en stor Del af de ultrarøde Straaler, som er Skyld i den største Opvarmning, og dernæst anbringes paa det syge Sted et saakaldet Trykglas, hvis Bestemmelse er dobbelt: at afkøle det bestraalede Sted og

at presse Blodet bort, som ellers vilde hindre de kemiske Straaler i at udøve deres Virkning. Trykglasset bestaar af to Kvartsplader, der sidder i et kort Rør i lille Afstand fra hinanden. Apparatet spændes paa Patienten saaledes, at det ved sit Tryk holder Blodet borte, og gennem to Rør vedligeholdes en stadig Strøm af koldt Vand gennem Mellemrummet mellem de to Plader, hvorved den generende Varmevirkning hindres. Hosstaaende Billede, der findes i Finsens første Redegørelse for Lysbehandlingen af Lupus, viser et Eksempel paa Trykapparatets Anbringelse.

Af alle de Straaler, som samles paa det syge Sted, er det kun en lille Brøkdel, der gør den Nytte at dræbe Bakterierne, som foraarsager Sygdommen; de røde, gule og grønne Straaler hjælper slet ikke ja gør snarest Fortræd ved deres Varmevirkning. Det er da klart, at det vilde være af stor Betydning, om ogsaa disse Straaler kunde bringes til at gøre Gavn; herved vilde Behandlingen kunne tilendebringes i langt kortere Tid, end det nu er Tilfældet. At der er en Mulighed herfor, synes at fremgaa af en Beretning om nogle Forsøg af Dr. Georges Dreyer, som findes i Meddelelser fra Finsens Lysinstitut Decbr. 1903. Det har i de sidste 30 Aar været bekendt, at man ved at behandle almindelige fotografiske Plader med visse Stoffer kan gøre Hinden følsom for rødt og gult Lys i lige saa høj Grad som for de kemiske Straaler; de Stoffer, der bruges som Hjælpemiddel hertil, er hyppigst visse fluorescerende Farvestoffer. Et saadant — Erythrosin — har nu Dr. Dreyer brugt ved sine Forsøg. Han har benyttet det paa dobbelt Maade. For det første satte han lidt Erythrosin til den Vædske, Bakterierne var i; dette viste sig uden Indvirkning paa dem, naar de ikke belystes; lod man nu stærkt Lys af forskellig Farve

falde paa dem, viste det sig, at de nu dræbtes lige saa hurtigt af rødt og gult Lys som af de kemiske Straaler. For det andet vistes, at Vævene i et levende Dyr blev modtagelige for Straalerne, naar de indsprøjtedes med lidt Erythrosin. En Kanins Øre indsprøjtedes f. Eks. dermed; det influerede ikke paa Kaninens Velbefindende; udsattes Øret nu for stærkt rødgult Lys, kom der paa det de samme Betændelsesfænomener, som ellers kun fremkaldes af de kemiske Straaler. Da det nu saaledes er vist, at de røde og gule Straaler under disse Omstændigheder virker baade paa Bakterier og paa sund Hud som ellers de kemiske Straaler, er der en Mulighed for, at de kan benyttes til Helbredelse ligesom disse.

Af det her anførte fremgaar det, at der er stor Lighed i Virkninger mellem de ultraviolette Straaler og Becquerelstraaler. Begge kan paavirke en fotografisk Plade, kan fremkalde Fluorescens, kan virke bakteriedræbende, kan virke paa Huden og Vævene derunder — i Retning af at gaa i Dybden i Vævene er Becquerelstraalerne de overlegne —; endvidere kan begge gøre Luften ledende for Elektricitet. Alligevel kan de ikke være af samme Art, da der er den Væsensforskel imellem dem, at de ultraviolette Straaler kan kastes tilbage fra Spejle og brydes af Linser, hvad Becquerelstraaler ikke kan, mens paa den anden Side Lysstraalerne slet ikke paavirkes af en Magnet. For at finde noget med Becquerelstraalerne beslægtet vender vi os da til Straaler af elektrisk Natur, hvis Undersøgelse i de sidste tyve Aar har beskæftiget mangfoldige Videnskabsmænd.

Elektriske Udladninger.

Professor Christiansen indleder en lille Bog om Røntgenstraaler med at citere en gammel Udtalelse af Priestley, falden for over hundrede Aar siden: „Elektriciteten staar langt over de andre Grene af Fysiken, thi den giver ikke alene Fysikeren nok at tænke paa, men den skaffer alle Mennesker Fornøjelse." Er der noget Omraade inden for Elektricitetslæren, hvor disse Ord særligt passer, da er det paa alt, hvad der angaar elektriske Udladninger gennem Rør med fortyndet Luft; de Ting, der her viser sig, er saa smukke og saa afvekslende og mærkelige, at de maa fængsle selv den ukyndigste, der

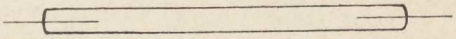


Fig. 18. Et Udladningsrør.

ser dem, og de indeholder paa den anden Side Spirer til Forstaaelse af Elektricitetens Natur og Forhold til andre Omraader, saa at de i det sidste Aar i høj Grad har givet Fysikerne „nok at tænke paa".

Et Udladningsrør kan have mange forskellige Former, som senere skal ses; det simpleste er et Glasrør, som hosstaaende Billede viser, i hvis to Ender, der er indsmeltet to Platintraade. Efter at Luften er pumpet delvis ud af Røret, sendes der en elektrisk Udladning igennem det fra den ene Spids til den anden, ved at den ene Spids sættes i Forbindelse med en kraftig Kilde til positiv Elektricitet, den anden med en Kilde til negativ Elektricitet; de to Elektriciteter vil da under visse Forhold kunne have saa stor Kraft, at de forener sig gennem Rørets Indre og gennembryder den fortyndede Luft; den Traad,

hvortil den positive Elektricitet føres, kaldes *Anoden;* den negatives Traad, *Katoden.*

Den Elektricitet, der bruges til disse Udladninger, frembringes ved særlige Apparater,*) der kan give den saa stor Kraft, at den kan springe over gennem Luften, der jo ikke ellers kan lede Elektriciteten, og derved give smaa Lyn. Elektriciteten frembringes i en lang, tynd Metaltraad, der er viklet op paa en stor Rulle; naar Traadens Ende forsynes med Kugler, der holdes et Stykke fra hinanden, springer der en elektrisk Gnist over imellem dem; man kan ogsaa sætte Traadenderne i Forbindelse med en Spids og en Plade og lade Gnisten gaa over mellem dem. Gnisten følger ikke den lige Linie mellem Kuglerne eller mellem Spidsen og Pladen, men gaar i Zigzag netop som Lynet; mellem Spids og Plade kan dette faas længere end mellem Kugler.

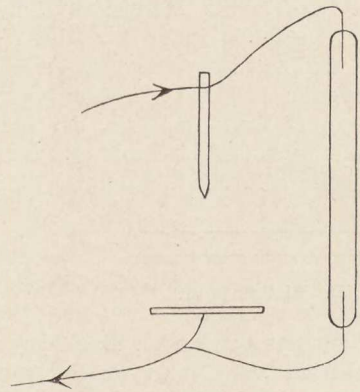


Fig. 19. Elektriciteten gaar let gennem et Udladningsrør.

Lad os antage, at vi med et nogenlunde stærkt Apparat kan faa Lyn i c. $^1/_2$ Alens Afstand mellem Spids og Plade; hvis man nu, som paa Figuren antydet, tillige sætter Enderne af Traadene i Forbin-

*) Angaaende saadanne Apparater se: Christiansen, Røntgen Straaler, Kbhvn. 1896.

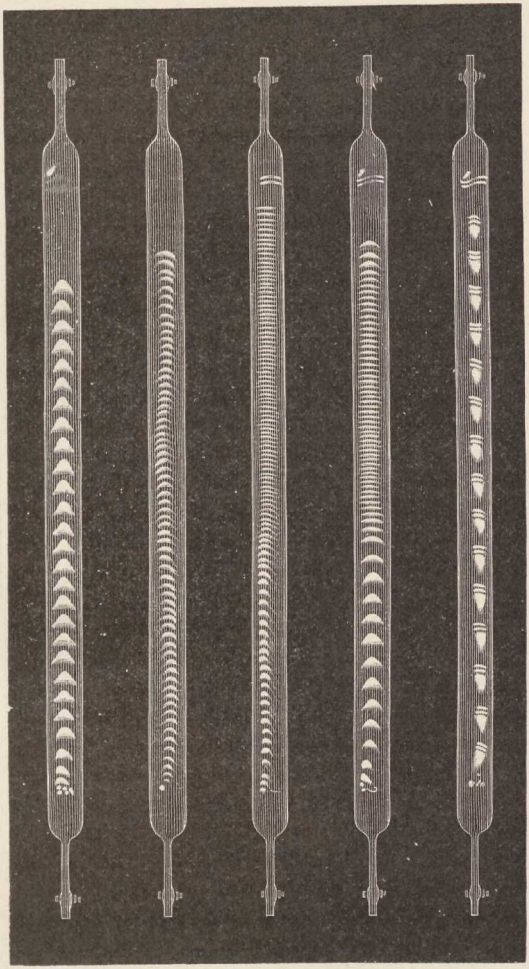


Fig. 20. Lagdeling af Lyset i Udladningsrør.

delse med et Udladningsrør, saa at Elektriciteten kan vælge, om den vil gaa gennem Røret eller fra Spids til Plade gennem Luften, viser det sig, naar der kun er c. $^1/_{200}$ af Luften tilbage i Røret, at Gnisten gaar langt lettere gennem Røret, og at det næsten er ligegyldigt, hvilken Længde og Form Røret har; om det f. Eks. er retlinet eller ikke, er uden Betydning. Røret fyldes under Udladningen med et taaget Lys, der strækker sig fra Anoden hen mod Katoden. Hvis man nu forandrer Luftmængden i Røret, forandres Gnistens Udseende; beholder man mere Luft derinde, faar Gnisten ogsaa her et Udseende som Lynet, som en skarpt begrænset Lysstribe; pumper man mere Luft ud, bliver Lyset derinde ogsaa anderledes; det deler sig i Lag af forskellige Former og Farver, som er meget smukke at se; da man nu tillige kan tildanne Rørene som Spiraler, Bogstaver, eller i hvilke Former man i det Hele ønsker, bliver Resultatet overordentlig afvekslende og fornøjeligt at se. Billedet Fig. 20 viser forskellige Former af Lagdeling. — Lysets Farve afhænger for en stor Del af, hvilken Luftart man har i Røret. Dette ses særlig tydeligt, naar man gør Røret smalt paa Midten som hosstaaende; Lyset i det smalle Rør viser da meget tydeligt forskellig Farve efter Luftarten i Røret, og undersøger man dette Lys ved at lade det brydes gennem Linser og Prisme, faar man en Række lyse Linier at se, der er forskellige efter Luftartens Natur (Eks. Fig. 5).

Fig. 21.

Det røde Anodelys er en elektrisk Strøm, der paa sædvanlig Maade paavirkes af en Magnet; dette vises meget smukt ved et Rør som er afbildet i Fig. 22; a er Anoden, d er Katoden; den er her bøjet i Form af en Ring, og det røde Lys gaar fra a til et Punkt af

Ringen. c er en Magnet der fra neden stikkes op i et Hulrum i Glasset; man ser da den røde Stribe dreje sig rundt om Magneten forneden, mens den foroven stadig hænger fast ved a; da den er en elektrisk Strøm, maa den nemlig stadig vige til Siden for Magnetpolen, og da den skal følge Ringen, bliver Resultatet en stadig Drejning.

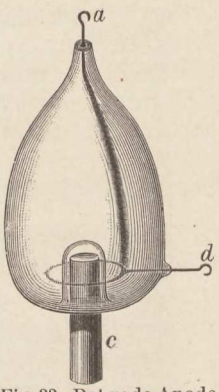


Fig. 22. Det røde Anodelys drejes af en Magnet.

Paa Katoden har der under disse Udladniger kun vist sig ligesom en tynd Hud af et hvidligt Lys omkring Traaden. Naar nu Lufttrykket i Røret formindskes, breder dette Lys sig, mens Anodelyset svinder bort; samtidig bliver det vanskeligere og vanskeligere at faa Udladningen igennem Røret. Tilsidst bliver Lyset fra Katoden saa langt, at det naar Glasset, og dette viser da en meget kraftig Fluorescens. De Straaler, der fremkalder denne kaldes *Katodestraaler,* og deres mærkelige Egenskaber skal der nu gøres nærmere Rede for.

Katodestraaler.

En stor Del af de Forsøg, der nu skal omtales, stammer fra den engelske Fysiker *Crookes;* han viste dem og gjorde Rede for sine Anskuelser om Katodestraalernes Natur paa et Naturforskermøde i 1884 og baade hos dem, der hørte ham, og dem, der bag

efter læste derom, gjorde hans Beretning et stærkt Indtryk. Crookes, der var Spiritist, mente, at han i Røret havde Stoffet i en hidtil ukendt Tilstandsform, hverken fast, flydende eller luftformig, som han kaldte „straalende Materie", og om hvilken han i Slutningen af sit Foredrag spørger, om vi maaske her har truffet „de smaa udelelige Dele, Uratomerne, om hvilke man med god Grund forudsætter, at de danner den fysiske Grundvold for Verdensaltet? ...

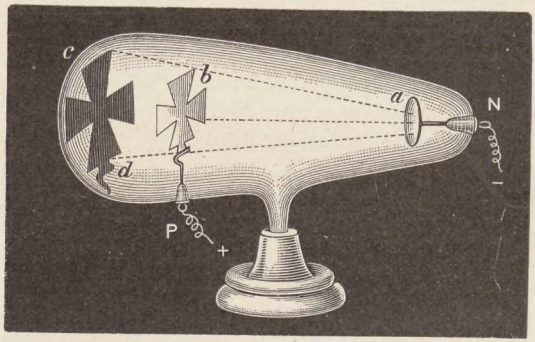


Fig. 23. Katodestraalerne gaar i rette Linier.

Vi har her i Virkeligheden berørt det Grænseområde, hvor Kraft og Stof synes at gaa over i hinanden, det Skyggerige mellem det Bekendte og Ubekendte, som altid har en særlig Tiltrækning for mig. Jeg antager, at Fremtidens største videnskabelige Problemer — ja selv noget derudover — vil finde deres Løsning i dette Grænseland; her synes det mig, ligger de sidste Realiteter." Crookes Foredrag med sine glimrende Forsøg og til Dels mystiske theoretiske Spekulationer vakte som sagt stor Opsigt; den amerikanske Fysiker Tesla siger herom: „Da jeg endnu var paa Højskolen, læste jeg Beskrivelsen af hans Forsøg over straalende Materie. Jeg

læste dem kun en Gang i mit Liv — paa den Tid — og dog kan jeg til denne Dag huske alle Enkeltheder

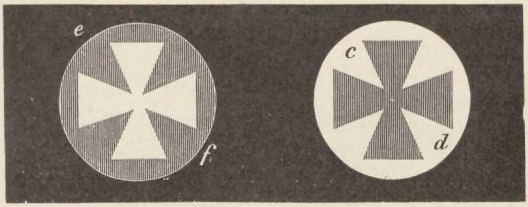


Fig. 24.

af hint betagende Arbejde." Men nu til Katodestraalerne og deres Egenskaber!

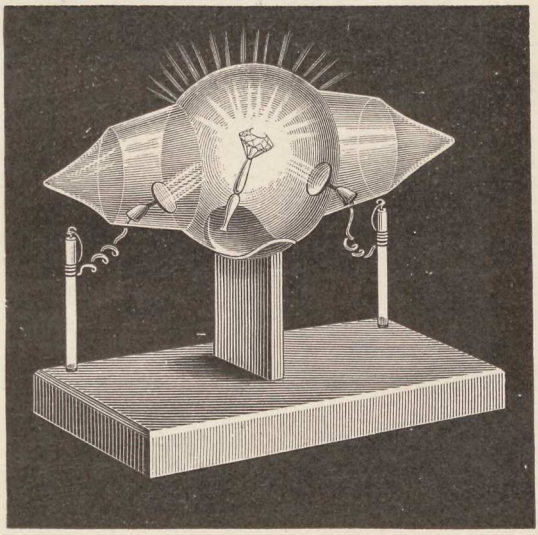


Fig. 25. Diamanten fluorescerer stærkt.

Katodestraalerne følger ikke Retningen i Røret fra Katode til Anode, men *gaar i rette Linier ud fra Katoden.* Dette vises ved et Crookes Rør, som er af-

bildet i Fig. 23. Katoden er ved N, Anoden ved P. Katoden ender med en Plade, fra hvilken Straalerne udgaar i rette Linier. Paa deres Vej er stillet et Kors, der er lavet af en tynd Metalplade; det ses da, at Korset kaster en Skygge paa den Katoden modstaaende Glasvæg ved c; uden for Skyggen fluorescerer Glasset med grønt Lys. Røret er som oftest indrettet saaledes, at man ved at støde til Glasset, kan faa Korset til at falde ned; man skulde da vente, at Skyggen vilde forsvinde, og at Glasset vilde lyse ens over hele Væggen ved c, men til sin Overraskelse ser man, at der nu staar et lyst Kors paa lidt mørkere Grund; Billedet (Fig. 24) viser Væggens Udseende, naar Korset skygger, og efterat det er faldet. Det er, som om Glasset bliver træt af at fluorescere, saa at det lyser stærkere op paa de Steder, der hidtil har været beskyttede; en lignende „Træthed" viste jo Glasset efter nogen Tids Fluorescens ved Radiumstraalers Indvirkning. *Katodestraaler har* ligesom disse stor *Evne til at fremkalde pragtfuld Fluorescens* hos mange Ting, som ikke fluorescerer ved Paavirkning af ultraviolet Lys; ogsaa Fosforescens fremkalder de i mange Tilfælde; man ser derfor hyppigt Ting, der

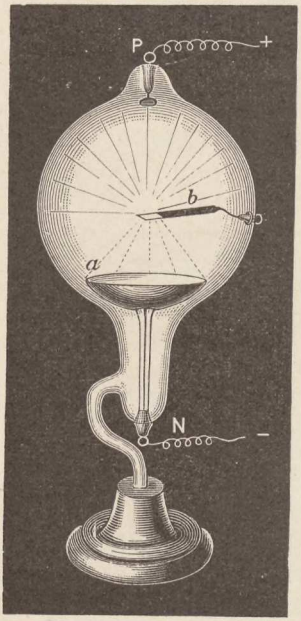


Fig. 26. Katodestraalerne gør en Plade glødende.

er anbragte inde i Rørene, lyse længe efter, at de er blevne ramte af Katodestraalerne. Billedet (Fig. 25) forestiller et Glas med en Diamant, som fluorescerer meget stærkt under Katodestraalernes Paavirkning.

Katodestraalerne kan frembringe stærk Opvarmning. Dette vises ved et Rør, som er afbildet i Fig. 26. Katoden er dannet af en Aluminiumsplade, der er krummet som et Stykke af en Kugleoverflade. Katodestraalerne vil da krydse hinanden i Centrum; paa dette Sted anbringes en lille Plade af Platin, der bæres af Armen b; den kan taale stærk Opvarmning

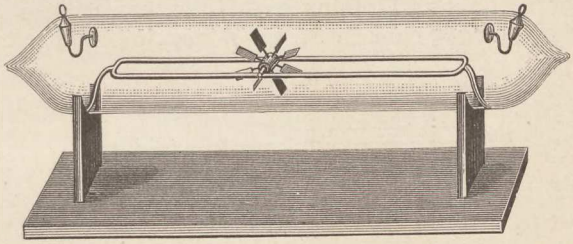


Fig. 27. Katodestraalerne kan dreje Møllen.

uden at smelte. Anoden er ved P. Katodestraalerne gør da Platinpladen glødende paa en lille Plet.

Katodestraalerne kan frembringe Bevægelse. Dette viste Crookes paa flere Maader bl. a. ved et Rør, som er afbildet i Fig. 27. En lille let Mølle med Vinger af Marieglas kan rulle meget let paa to Glasskinner inde i Røret; kommer der nu Katodestraaler fra højre og rammer de øverste Vinger, løber Møllen til venstre og omvendt, hvis Katodestraalerne kommer fra venstre Side. Det ser her ud, som om der fra Katoden udkastedes Smaadele, der ved deres Stød kan sætte Møllen i Gang.

Endelig er det eftervist, at *Katodestraalerne paavirkes af en Magnet.* Dette kan vises med Røret med Korset; nærmer man en Magnet til Røret, flytter

Skyggen sig, hvilket jo kun kan ske, ved at Straalerne skifter Retning. Tydeligst ses det ved et saakaldet Brauns Rør (Fig. 28). Figuren forestiller et Gennemsnit af Røret. K er Katode, A er Anode. Ved S sidder der en Glasvæg med et Hul i, T er en Skærm af Marieglas, belagt med et fluorescerende Stof. Naar Udladningen gaar igennem Røret, faas en lille lys Plet paa Skærmen, da kun et smalt Bundt Katodestraaler har kunnet gaa igennem Glasvæggen. Nærmer man nu en Magnet til Røret, flytter Pletten sig som et Tegn paa, at Katodestraalerne paavirkes af Magneten. Paa Flytningens Retning kan man se, at de opfører sig som en *Strøm af negativ Elektricitet,*

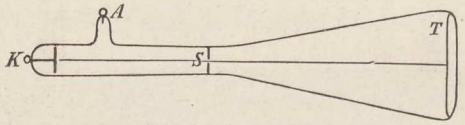


Fig. 28. Brauns Rør.

og *de afbøjes netop paa samme Maade som b-Straalerne fra Radium.*

Det er lykkedes at faa Katodestraaler ud i Luften; det viste sig nemlig, at de kunde gaa igennem en meget tynd Plade af Metallet Aluminium; en saadan blev da indsat i et Rør lige overfor Katoden; gennem denne traadte da Katodestraalerne ud i Luften, og i et mørkt Værelse saa man et taaget Lys tæt uden for „Vinduet" af Aluminium, men det tabte sig allerede i kort Afstand derfra, som et Tegn paa, at Katodestraalerne standses let af Luften.

Hvad er nu disse Katodestraaler? Alle deres Virkninger forklares bedst ved at antage, at de er smaa Dele, der er ladede med negativ Elektricitet, og som bevæger sig overordentlig hurtigt. Herved forklares deres Evne til at fremkalde Bevægelse, deres Varme-

virkning, idet mange Stød af Legemer, der gaar hurtigt, fremkalder stærk Varme; endvidere kan deres Afbøjning ved en Magnet forklares ved denne Antagelse, thi en Masse smaa ladede Legemer, der bevæger sig i samme Retning, maa virke som en stadig Strøm af Elektricitet, og en saadan kan bevæges ved en Magnet. At de virkelig fører negativ Elektricitet med sig, er vist paa flere Maader; man har for det første prøvet, at et Legeme, der rammes af dem og standser dem, bliver negativ elektrisk, og dernæst har man vist, at de kan paavirkes af elektrisk ladede Legemer. Hvis man inde i et Brauns Rør anbringer

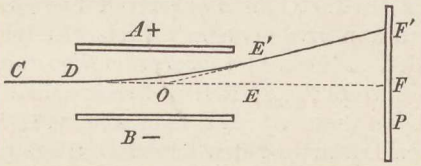


Fig. 29. Katodestraalerne bøjes af elektriske Legemer.

to Plader A og B, som lades med positiv og negativ Elektricitet, vil Straalebundtet C E F ses at bøje sig til den positive Plade og ramme F', i Stedet for F — akkurat samme Fænomen, som vistes for b-Straalerne fra Radium.

Hvad maa nu antages at være Bærer for denne negative Elektricitet? Man skulde jo nærmest vente, at det var Smaadele af Katoden eller af Luften i Røret, som blev elektriske ved Berøring med Katoden og dernæst frastødt saa stærkt af denne, at de kom i hurtig Bevægelse, men slet saa simpelt kan Sagen ikke forholde sig. Naar man i det Hele kan udtale sig om dette Spørgsmaal, er Grunden den, at det er lykkedes ved direkte Maaling at skaffe at vide, hvor hurtigt Smaadelene i Katodestraalerne gaar, og hvor

tunge de er. Metoden hertil er at maale, hvor langt de trækkes ud af deres Bane baade ved Indvirkning af en Magnet og af de ladede elektriske Plader; jo hurtigere de er i Gang, og jo tungere de er, des mindre vil de forandre deres Bevægelsesretning, naar et Træk søger at føre dem ud af deres Bane; maaler man derfor paa Skærmen i Brauns Rør det Stykke, de flyttes, kan man faa at vide, hvor hurtigt de bevæger sig og faa et Begreb om, hvor tunge de er. Det har da vist sig, at de gaar *overordentlig hurtigt;* man har fundet Hastigheder af dem, der ligger mellem 4000 og 10 000 Mil i Sekundet; hvor stor Hastigheden bliver, afhænger af, med hvor stor Kraft Elektriciteten drives gennem Røret, hvilket kan maales ved Længden af de „Lyn", den kan give gennem Luften. Endvidere har man fundet, at *Delene er overordentlig smaa;* deres Vægt er omtrent $^1/_{2000}$ Del af Brintatomet. For at forstaa, hvad dette vil sige, maa man vide følgende: Brint er en Luftart, og den letteste Luftart man kender; den er et Grundstof. Disse tænker man sig opbyggede af smaa udelelige Dele Atomerne, hvis Vægt er forskellig for de forskellige Grundstoffer; lettest af alle er Brintatomet; hvor lille det maa antages at være, faar man en Forestilling om, naar man hører, at i en lille Terning fyldt med Brint, hvor Kanten er en Centimeter, og hvor Brinten vejer omtrent $^1/_{10000}$ Gram, er der rimeligvis 56 Trillioner Brintatomer. Smaadelene i Katodestraalerne er altsaa endda et Par Tusinde Gange lettere; deres store Virkninger skyldes da deres uhyre Hastighed. Det viser sig nu, at baade Hastigheden og Vægten af Smaadelene *slet ikke afhænger af, hvad Katoden bestaar af, eller hvilken Slags Luft, der er i Røret;* det maa da være Smaadele, der er forbundne med alle Stoffer, der danner Straalerne. Man har kaldet Smaadelene Elektroner — Bærere af Elektricitet. I Katodestraa-

lerne har man da med negative Elektroner at gøre; at der ogsaa findes Elektroner med positiv Elektricitet, skal senere vises. Man tænker sig Elektronerne forbundne med alle Stoffers mindste Dele og først stødt bort derfra under særlige Omstændigheder som f. Eks. i dette Tilfælde ved den stærke negative Ladning paa Katoden. I andre Tilfælde har man set, at ultraviolet Lys har foraarsaget, at en Metalplade som i lufttomt Rum belystes dermed, afgav negative Elektroner og blev derfor selv positiv elektrisk tilbage. Hvis nu denne Forestilling er rigtig, er Atomerne ikke at opfatte som noget ret usammensat og simpelt bygget, men snarere som et Slags Solsystem i det smaa, hvor Myriader af Elektroner maaske kredser med uhyre Hastigheder om Atomets egentlige Kærne og kun ved voldelig Indvirkning udefra kastes ud af deres Bane og slynges ud i Rummet og gør deres Virkninger ved deres uhyre Hastigheder.

Det vil nu af dette fremgaa, at Katodestraalerne næsten i et og alt ligner b-Straalerne fra Radium. Virkningerne er de samme, og de paavirkes af de samme Ting. En stor Forskel er der, idet Katodestraalerne standses let af Luften, mens b-Straalerne kan gaa et langt Stykke gennem Luften uden at svækkes synderligt. Dog ogsaa denne Forskel kan forstaas under Forudsætning af, at b-Straalerne ligesom Katodestraalerne bestaar af en Strøm af negative Elektroner. Hastigheden af deres Elektroner er nemlig langt større; denne er bestemt paa samme Maade som for Katodestraalernes og fandtes at være kun lidt mindre end Lysets; dette gaar 40 000 Mil i Sekundet; naar Smaadelene slynges ud med en saa svimlende Hastighed, er det jo ikke mærkeligt, at de kan gaa et langt Stykke, inden de standses ved Stød selv mod de forholdsvis store Luftdele.

Det synes altsaa, at der er løftet lidt af Sløret for Hemmeligheden angaaende b-Straalernes Natur; véd man nu ogsaa noget om a-Straalernes? Ogsaa for deres Vedkommende har man faaet Oplysninger fra Udladningsrørene. I disse har man fundet endnu en mærkelig Art af Straaler:

Kanalstraaler.

Disse er fundne under følgende Omstændigheder. Udladningsrøret er delt i to Dele af Katoden; den er gennemhullet som en Si; A er Anoden. Sendes nu en elektrisk Udladning gennem Røret, faar man Katodestraaler i det nederste Rum paa Figuren. I det øverste foregaar der imidlertid ogsaa noget; der viser sig et gulligt Lys, og Glasset ligeoverfor Katoden fluorescerer svagt. Ved mange og vanskelige Undersøgelser er det lykkedes at vise, at der ogsaa her gaar Straaler, som er forskellige fra Katodestraalerne paa flere Maader; de kaldes Kanalstraaler, efter den Form Straalebundterne faar paa Grund af Hullerne i Katoden. De *kan fremkalde Fluorescens* paa en saadan Maade, at den taber sig efter nogen Tids Bestraaling, og i mange Tilfælde forandres de fluorescerende Legemer ved Bestraalingen; *Straalerne har i det Hele taget kemiske Virkninger;* de kan foraarsage, at et Stof skilles i sine Bestanddele, og at andre forbinder sig med hinanden. *Straalerne afbøjes af en Magnet til modsat Side af den, hvortil Katodestraalerne bøjes.* Heraf maa formodes, at de skyldes en Strøm af po-

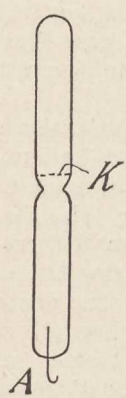


Fig. 30. Rør til at vise Kanalstraaler.

sitivt ladede Dele. De afbøjes ikke nær saa stærkt som Katodestraalerne, og Grunden er, at Smaadelene i disse er tungere, og Hastigheden af dem noget mindre. Her synes Delenes Vægt at afhænge af, hvilken Luftart der er i Røret. Vi har her med de ovenomtalte positive Elektroner at gøre; de synes her som allevegne tungere end de negative og nærmere knyttet til det Stof, hvorfra de kommer.

Disse Straaler synes efter alt at dømme at være beslægtede med a-Straalerne fra Radium. De ligner hinanden i Virkninger; de fører begge positiv Elektricitet; de afbøjes til samme Side af en Magnet og af elektriske Plader, og de Bestemmelser, man har prøvet paa at gøre af Elektronernes Hastighed og Vægt — disse Bestemmelser er her langt vanskeligere, da Afbøjningerne er ringe — har givet ens Resultater for begge. At a-Straalerne standses langt lettere af Luft og andre Ting end b-Straalerne, forstaas nu; Grunden er, at deres Elektroner gaar langsommere og er tungere.

Vi har altsaa ved Hjælp af de elektriske Udladninger i de lufttomme Rør faaet Oplysning om a- og b-Straalerne og deres Natur. Vi kan gaa endnu videre og finde Straaler, der ganske ligner c-Straalerne, men hvis Natur forøvrigt er gaadefuld; det er:

Røntgenstraaler.

Disse Straaler opstaar, naar Luften i et Udladningsrør er saa stærkt fortyndet, at Katodestraalerne kan naa Glasset, og de synes at udgaa fra de Steder af Glasset, hvor Katodestraalerne rammer, og hvor Glasset lyser stærkt grønligt. Et Rør af hensigtsmæssig Indretning til at give Røntgenstraaler er afbildet

paa Fig. 31. K er Katoden, C et Prisme af Metal, der sættes i ledende Forbindelse med Anoden A. C rammes da af Katodestraalerne og sender dernæst kraftige Røntgenstraaler ud. Straaler af denne Art kan ikke tilbagekastes eller brydes, de kan ikke afbøjes ved en Magnet; de udmærker sig ved deres store Evne til at trænge igennem selv faste Legemer; gennem Papir, Træ, Læder, Muskelvæv gaar de med Lethed, vanskeligere gennem Benvæv, vanskeligst gennem Metaller. Det er tidligere omtalt, at Straalerne fremkalder Fluorescens. Naar man mellem den fluorescerende Skærm og Røntgenrøret holder en tyk Bog, kommer der kun en svag Skygge paa Skærmen som et Tegn paa, at Straalerne gaar næsten usvækkede gennem Papiret; har man derimod lagt en Metalting, en Sax, en Haarnaal, i Bogen, ses dens mørke Skygge tydeligt paa Skærmen, da Metal er langt mindre gennemtrængeligt end andre Ting. Lægerne, der paa mange Maader har taget Røntgenstraalerne i Medicinens Tjeneste, bruger ogsaa dette; ved at gennemlyse Dele af det menneskelige Legeme med Røntgenstraaler kan det opdages, f. Eks. om en Kugle eller Hagl er trængt ind, eller hvor en Naal eller andet Metallegeme har forvildet sig hen.

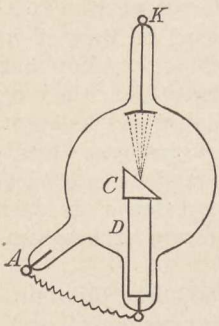


Fig. 31. Et Røntgenrør.

Straalernes Gennemtrængelighedsevne er forresten meget forskellig og afhængig af, hvor stærkt Luften i Røret er fortyndet, og især med hvor stor Kraft Elektriciteten drives over; de Straaler, man faar ved svage Udladninger, kaldes bløde og kan knapt vise Formen af en Haands Knogler paa den fluorescerende Skærm, fordi de ogsaa daarligt trænger igennem Muskelvæ-

vet, saa at man faar Omridset af hele Haanden at se i Stedet for. Straaler, som man faar med overordentlig stærke Udladninger gennem stærkt udpumpede Rør, kaldes haarde og kan være saa gennemtrængende, at man med dem heller ikke kan faa Skyggebilledet af Haandens Knogler at se men denne Gang, fordi de gaar omtrent lige godt gennem Muskelvæv og Knogler, saa at man i det hele taget kun faar en svag Skygge at se paa Skærmen.

Røntgenstraalerne gør Luften i høj Grad ledende for Elektricitet. Naar et ladet Elektroskop træffes af Røntgenstraaler, taber det sin Elektricitet. Ved at holde Plader af forskellige Metaller mellem Røntgenrøret og Elektroskopet opdager man, at de fleste Metaller i tynde Lag lader nogle Røntgenstraaler gaa igennem sig; flest gaar der gennem et saa let Metal som Aluminium, færrest gennem det tunge Bly.

I de sidste Aar er Røntgenstraalerne taget i Medicinens Tjeneste paa anden Maade end de hidtil omtalte; de kan nemlig dræbe Bakterier, om end langsommere end Lyset, da de ikke samles ved Linser; de kan endvidere virke paa Huden og Vævene derunder; det siges, at de bløde Straaler ødelægger sundt Væv, men de haarde ikke. Man er begyndt at behandle Kræftsvulster med Røntgenstraaler og mener at have faaet opmuntrende Resultater, og det angives, at man ved Brug af haarde Straaler vil kunne opnaa at ødelægge Kræftsvulsterne uden at beskadige de sunde Dele deromkring. Med Sikkerhed kan man nok endnu intet sige om Resultaterne.

Røntgenstraalerne har i det hele Egenskaber fælles med c- Straalerne fra Radium; de har de samme Virkninger, har samme store Gennemtrængelighedsevne og forandrer som de ikke Retning ved at paavirkes af en Magnet eller ved Tilbagekastning eller Brydning. Røntgenstraalernes Natur er forøvrigt

ubekendt og dermed ogsaa c-Straalernes, men da Røntgenstraalerne let kan frembringes i stor Mængde, er der en større Mulighed for at blive paa det rene med deres Natur, end hvis man kun kunde arbejde med de sparsomt forekommende c-Straaler.

Efter denne Redegørelse vil det ses, at selve de Straaler, som de radioaktive Stoffer udsender, ikke er enestaaende Fænomener i Naturen, baade finder man Straaler med lignende Virkninger og af beslægtet Natur andre Steder, og ved at sammenholde de Erfaringer, man har gjort med dem alle, har man dog faaet nogen Oplysning om Straalernes Natur; det er jo forresten ganske mærkeligt at tænke paa, at man efter disse maa antage, at man i Spintharikopet ligefrem ser for sine Øjne et Bombardement af Dele saa smaa som Atomer — disse Smaadele, som man hidtil kun har iagttaget i store Masser og ikke drømt om, at man kunde faa at se enkeltvis virkende.

Endnu er der Gaader nok at løse angaaende Straalerne; den største er den, hvordan Stoffet vedblivende utrættet kan udsende dem; dog herom senere. Virksomheden i og ved det radioaktive Stof er af anden og mangfoldigere Art end den, der er knyttet til Straalerne.

Radium udvikler stadig Varme.

Curie fandt i Foraaret 1903, at Radium stadig er indtil 3 ^{0} varmere end sine Omgivelser og derfor uafbrudt sender Varme til disse. For at forstaa det mærkelige og overraskende heri, maa man tænke paa, hvorledes en varm Ting plejer at bære sig ad,

naar den tages bort fra Ilden. Et varmt Strygejern f. Eks. vil efterhaanden faa akkurat samme Varmegrad som Omgivelserne, hvorefter det hverken faar Varme fra eller giver Varme til disse. Anderledes altsaa med Radium. Hvilken rent økonomisk Betydning det vilde have, om denne Egenskab fandtes hos en Ting, der kunde skaffes i større Mængde, kan ses af et Eksempel. Naar Vandet i en Dampkedel eller i en Suppegryde er blevet saa varmt, at det er kommet i Kog, maa man dog vedblive at fyre, for at det kan holdes i Kog; under denne Fyring bliver Vandet ikke varmere, men der gaar altsaa Brændsel med, blot for at Suppens Kogning eller den stærke Dampdannelse kan vedblive. Havde man nu rigeligt af et Stof med samme Egenskab som Radium, at det stadig kunde holde sig nogle Grader varmere end Omgivelserne, vilde det kunne anbringes i passende Mængde i Kedlen eller Gryden — det kunde godt være indelukket i en Kapsel — og det vilde da stadig give Varme til Vandet og derved holde det i Kog. Naar saa Suppen var kogt, eller Dampen havde gjort sit Arbejde, kunde det varmeafgivende Stof tages op; dets Mængde er ikke forandret; det vil kunne bruges i hvert Fald i en uoverskuelig Aarrække uden at mindskes — altsaa vilde den stadige Udgift til Brændsel ikke behøves. At dette ikke er et rent Tankeeksperiment, er

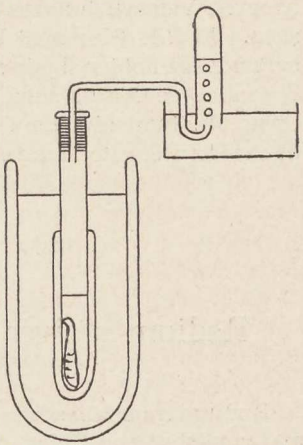


Fig. 32. En Vædske holdes i Kog ved Radium.

vist af Curie. Han havde en Vædske, — flydende Brint — som koger ved meget lav Temperatur. Han havde lidt af den i det inderste af saadanne to Kar, som er afbildede paa Fig. 32; dette staar ned i et større Kar med samme kolde Vædske, for at man kan være sikker paa, at der ikke kommer Varme udefra til den inderste Vædske; Karret, hvori den er, har desuden dobbelt Væg med lufttomt Rum imellem, hvorved Varmen hindres i at gaa til eller fra Vædsken. Et lille Glas med Radium anbringes nu deri, og Vædsken holder sig da i Kog og udvikler Damp, der opsamles saaledes, som det ses paa Figuren. Et Gram Radium udvikler i en Time saamegen Varme, at den kan smelte samme Vægt af Is.

Radium afgiver stadig Luftarter.

Radium fremstilles ikke alene men forbundet med et af Grundstofferne Chlor eller Brom; en saadan Forbindelse kaldes et Salt; et Radiumsalt udvikler stadig Luft, især naar det haves opløst i Vand. Curie havde et Par Uheld med Radiumsalte, som forklares herved. Et lille Glas, der var omtrent fyldt med Radiumsalt, havde ligget tilsmeltet i et Par Maaneder; ved en ringe Opvarmning eksploderede det temmelig voldsomt, sikkert fordi der er bleven en hel Del Luft udviklet derinde siden Tilsmeltningen, og ved Opvarmningen har denne faaet et stort Tryk. Noget ganske lignende skete med stor Voldsomhed ved en større Beholder. — Hvad er det nu for en Slags Luft, der stadig udvikles? — Et Svar herpaa kan man faa ved

at indeslutte lidt af Luften i et Udladningsrør, sende en elektrisk Udladning igennem det og undersøge Lyset. Man saa da følgende mærkelige Ting: Luftarterne var hovedsagelig Ilt og Brint, to Luftarter, man faar, naar Vand adskilles i dets Bestanddele. Deres Nærværelse maa da antages at stamme fra, at Radium har Evne til kemisk Sønderdeling af Vandet. Derefter bortskaffede man Ilten og Brinten af Udladningsrøret for at faa Oplysning om, hvad der ellers var i den udviklede Luft; man saa da, at der var en 3die Luftart til Stede, som hedder Helium; den forekommer sjældent her paa Jorden, er først funden her for nogle Aar siden; paa Lyset fra Solen kan man se, at der findes rigeligt af den der; derfra stammer dens Navn Helium af Helios — Solen.

Emanation.

Der er det mærkelige ved de radioaktive Stoffer, at de er smitsomme, saa at Legemer, der er i Nærheden af dem, faar samme Evne til at udsende Straaler. Curie opdagede tidligt, at han paa Grund af sit Arbejde med dem, slet ikke kunde være i Stue med et ladet elektrisk Legeme, uden at det tabte sin Ladning. Hvis man f. Eks. lukker op for et Rør, der indeholder lidt kraftigt Radiumsalt, og helder Indholdet om i et andet f. Eks. for at veje det, vil Værelsets Luft blive saa smittet, at et Elektroskop ikke kan lades derinde i den første Tid derefter. En amerikansk Fysiker *Rutherford,* der i de sidste Aar har gjort et stort Arbejde med de radioaktive Stoffer, op-

dagede, at det særlig var Legemer, der var negativt ladede, der blev radioktive. Naar et Legeme er blevet radioaktivt paa denne Maade, beholder det ikke denne Egenskab; dets straalende Evne taber sig efterhaanden. Hvor længe det beholder den, afhænger af, hvilket Stof den stammer fra, og om Legemet selv er fast eller luftformigt. Det synes kun at være Radium og Thorium, der paa denne Maade kan meddele sig til Omgivelserne. Polonium formaar det ikke. — Det er ikke Straalerne, der er Skyld i dette. Curie viste det med et Apparat, som hosstaaende Afbildning viser. Det bestod af en helt lukket Blykasse; nede i denne var der en lille Blyskaal med Radium, som kun var aaben ved o, saa at Straalerne kun kunde komme denne Vej ud. P er en tyk Blyplade, A, B, E og D er Plader, der alle blev radioaktive, selv D, der umuligt kunde rammes af Straaler af nogen Art.

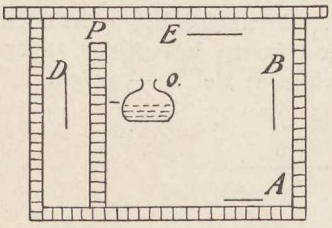


Fig. 33. Det er ikke Straalerne, der meddeler Radioaktivitet.

Rutherfords Undersøgelser har gjort det rimeligt, at disse Forhold skyldes, at der fra Radium og Thorium udgaar en Slags Damp, som han kalder *Emanationen,* som breder sig over hele det Rum, hvor Stoffet er, og som derfor kan slaa sig ned paa alle de Ting, som er i Rummet. Denne Damp maa formodentlig være positiv elektrisk, siden den helst sætter sig paa et negativt elektrisk Legeme; den udsender Straaler ligesom det radioaktive Stof, hvorfra den kommer.

Naar en Vædske, f. Eks. Vand, kan fordampe, gør den det mere, naar den opvarmes; blæser man en Luftstrøm hen over den, fordamper den ogsaa mere,

— derfor tørrer Tøj hurtigt i Blæsevejr og i varmt Vejr; hvis Dampen afkøles, fortættes den og bliver til Vædske igen. Ganske lignende Ting kan nu vises om Emanationen. Rutherford sugede Luft hen over noget Radiumsalt og lod denne Luftstrøm gennem nogle Rør føres hen til et ladet Elektroskop, som velbeskyttet mod Radiumstraalernes Indvirkning stod langt borte; det viste sig da, at Luften kunde udlade Elektroskopet og des hurtigere, jo varmere Radiumsaltet var, som et Tegn paa, at den har revet Emanation med derfra, og at der dannes mere af denne, jo varmere Radium bliver. Dernæst lod han Rørene afkøles ved flydende Luft til ÷ 200°; da standsedes Emanationen, og Luftstrømmen kunde ikke mere udlade Elektroskopet; dette synes at tyde paa, at Emanationen er bleven fortættet ved Afkølingen; i de kolde Dele af Røret kunde man ganske vist ikke se nogen Vædske, saaledes som der plejer at dannes, naar en Damp fortættes, men noget ejendommeligt var der dog at se: Røret var lysende paa det afkølede Sted. Opvarmedes det nu til — 150°, forsvandt Lysningen, og samtidig udladedes Elektroskopet pludselig af Luftstrømmen, aabenbart fordi Emanationen dannedes igen og blandede sig med den.

For at faa at vide, hvad Emanationen egentlig er, har man prøvet den paa mange Maader; den er bleven undersøgt med alle mulige kemiske Prøvemidler, men intet kan forandre den. Man har dernæst prøvet paa at undersøge den i et Udladningsrør som en almindelig Luftart. Et saadant Rør smeltedes til det ovenomtalte Rør, hvori Emanationen var fortættet, og al anden Luft pumpedes bort af Udladningsrøret. Dernæst toges det hele op af det kolde, og Emanationen bredte sig over Udladningsrøret; da man nu sendte Elektricitet igennem, fik man et Liniespektrum at se, som ikke svarede til noget af de Legemer,

man kender; 4 Dage efter undersøgtes det samme Udladningsrør, som jo altsaa i Mellemtiden havde henligget tilsmeltet; *da fik man Heliums Liniespektrum at se.* Dette er nu lige saa forbavsende, som om man hørte, at nu kunde man den Kunst at lave Guld. Helium anses nemlig ligesom Guld for at være et Grundstof, og et saadant kan ikke opstaa, hvor det ikke før har været. Iagttagelsen er senere gjort et Par Gange til, og det er en af Englands berømteste Fysikere, der har gjort den, hvilket jo dog er en Borgen for, at der er taget alle mulige Forsigtighedsregler mod Fejltagelser, men alligevel afventer man med stor Interesse videre Bekræftelse paa Sagen.

Emanationen taber sin straalende Evne, naar den opbevares, og den Tid, der forløber, inden denne er gaaet ned f. Eks. til det halve, er forskellig for Emanationerne fra Radium og Thorium, den er for Radiumemanationen 4 Dage, længere for Emanationen fra Thorium; ved at iagttage denne Tid kan man derfor afgøre, om en Emanation stammer fra det ene eller det andet af de to Stoffer; en saadan Afgørelse har man nu ikke sjældent Brug for, idet det viser sig, at Emanation findes overordentlig udbredt i Naturen.

Som det tidligere er omtalt, kan almindelig Luft ikke lede Elektriciteten, men den kan forandres saaledes, at den kan gøre det; denne Forandring kan netop fremkaldes af de her omtalte forskellige Arter af Straaler. Hvis man nu tænker sig, at man har to helt tillukkede Rum med Luft, saa at denne ikke stadig kan blandes med Luften udenfor, og man dernæst i det ene Rum anbringer en lille Smule af et radioaktivt Stof, er det klart, at Luften i dette Rum vil blive ledende for Elektricitet paa Grund af Straalerne fra Stoffet; det samme vil imidlertid aabenbart ske med Luften i det andet Rum, naar

denne blandes med Emanation; dog vil dens Evne til at lede Elektriciteten kun i Begyndelsen stige, fordi Emanationen udsender Straaler, men Stigningen vil her ikke vedblive, da Emanationen taber sin straalende Evne.

Professorerne *Elster* og *Geitel* fra Wolfenbüttel har i flere Aar arbejdet med Undersøgelser af de elektriske Forhold i den Luft, der omgiver os, Atmosfæren. Ved deres og andres Undersøgelser har det nu vist sig, at Luften i Atmosfæren undertiden er ledende for Elektricitet, saa at et elektrisk Legeme taber sin Ladning, naar det staar i Luften; det viste sig tillige, at den ikke var lige ledende allevegne eller under alle Forhold; saaledes var — mærkeligt nok — tør, klar Luft som oftest bedre ledende end taaget Luft. Særlig godt ledende var Luft fra underjordiske Hulheder. En Kælder i Bibliotheket i Wolfenbüttel, der længe havde været lukket og en Hule i Harzen viste sig at indeholde Luft med forbavsende stor Ledningsevne. Her hos os har f. Eks. en Maaling vist, at Luften i et Gravkammer fra Oldtiden var mange Gange bedre ledende end Luft fra Eremitagesletten. For at undersøge disse Forhold nærmere brugte Elster og Geitel et Apparat, der i Hovedsagen bestod af en stor lukket Klokke, hvor der var anbragt et Elektroskop; Klokken var forsynet med to Rør, saa at man kunde suge Luft ud af den og fylde ny Luft ind; endvidere kunde man udefra forsyne Elektroskopet med Ladning. Det viste sig da, at dette kun tabte meget lidt af sin Elektricitet til Luften i den første Tid efter, at der var bragt ny Luft derind, men fik Apparatet Lov til at staa i flere Dage med den samme Luftmængde, steg dennes Ledningsevne til en bestemt Grænse; det synes jo saaledes, at der er noget derinde, som virker til at forøge Luftens Ledningsevne netop paa den Maade, som

Emanationen gør det. Ved nu at fylde Klokken med Luft, der var taget forskellige Steder fra, opdagede de det, som ovenfor er fortalt, at Luft fra underjordiske Hulrum er stærkt ledende. Hvis man driver et Rør et Par Fod ned i Jorden og suger ved den øverste Ende, kan man trække „Grundluft" op, som ligeledes viste sig stærkt ledende; saadan Grundluft har Elster og Geitel undersøgt fra mange Egne; de har ladet den suge op, fylde paa Flasker og faaet den sendt til sig.

At der nu virkelig er Emanation i den frie Luft, viste Elster og Geitel direkte. De udspændte i Luften en lang Metaltraad mellem isolerende Støtter, gjorde den stærkt negativ elektrisk og lod den staa i et Par Timer; derefter blev den gnedet haardt med Skind, og dette viste da alle Tegn paa, at det havde faaet et radioaktivt Stof fra Traaden; det kunde udlade et Elektroskop, kunde paavirke en fotografisk Plade og faa en fluorescerende Skærm til at lyse; dets radioaktive Evne tabte sig med Tiden, som et Tegn paa at den skyldtes en Emanation, og netop saaledes at det kan ses, at denne stammer fra Radium. Hvis den udspændte Traad var ladet med positiv Elektricitet, fandtes intet af det nu beskrevne. Herefter maa det da betragtes som sikkert, at der er Emanation i Luften.

Hvorfra stammer nu denne Emanation? For at faa dette Spørgsmaal besvaret er der gjort mangfoldige Undersøgelser. Luften er prøvet i mange Egne, ved Jordens Overflade og højt oppe i Luften. Luften højt oppe over Nordsøen undersøgtes ved at sende Drager op; den indeholdt ingen Emanation; nede ved Kysten af Nordsøen fandtes der noget, men Mængden er langt større inde over Fastlandet; særlig stor synes den at være i Alpeegnene, dog ikke saaledes, at Højden over Havet har stort at sige; i et Dalstrøg

c. 600 Meter tilvejrs var der særlig meget; den syntes at stamme fra Grundluften. Alt dette tyder jo paa, at Emanationen har sin Oprindelse i Jordbunden, hvad man ogsaa kunde vente, da Grundluften er saa stærkt ledende for Elektricitet. Naar der da et Sted over det faste Land bliver lavt Barometer, hvilket vil sige et ringe Lufttryk, suges Grundluften op og medfører Emanation og blander sig med de nederste Luftlag af Atmosfæren. Disse kan ogsaa faa Emanationen andensteds fra, idet Jordbunden meddeler Emanation til alt fersk Vand; at dette er Tilfældet, har man opdaget ved at lade Luft boble gennem Vand; den bliver da rig paa Emanation. Ikke alt Vand har lige stort Indhold heraf. Mærkeligt nok har det vist sig, at mange Kilder, som fra gammel Tid har været kendt for deres helbredende Evne, har særlig meget f. Eks. Kilder i Baden-Baden, Fachingerkilden o. fl. Petroleum, der kommer lige op af Jorden, er stærkt radioaktiv; at den Petroleum, man bruger, ikke er det, kommer af, at den er destilleret, og derved er Emanationen dreven ud.

Alle disse Ting synes at tyde paa, at Radium findes vidt udbredt i Jordskorpen; er der nu nogle Dele, der er særlig rige derpaa og da hvilke? Ogsaa her er man begyndt at prøve sig frem, men Resultaterne er ikke store.

I Sommeren 1903 undersøgte Geitel Jordluften i en Egn i Harzen; han fandt et Sted, hvor den var stærkt fyldt med Emanation. Han gav sig da til at undersøge, hvorvidt Jordlagene paa dette Sted indeholdt radioaktivt Stof, hvorfra Emanationen kunde stamme. Allerede c. 1 Meter nede fandt han Stengrund; over denne laa der en Slags Skifer og derover igen et løsere Jordlag, der var dannet ved, at Skiferen var forvitret under Vejrligets Indflydelse. Dette øverste Jordlag viste sig nu radioaktivt og paa en saadan

Maade, at det ikke tabte sin straalende Evne med Tiden; dette er et Tegn paa, at det er et radioaktivt Stof, der er til Stede og ikke dets Emanation; desværre var det for svagt straalende, til at man kunde haabe ved Fru Curies Metode at vinde det radioaktive Stof ud deraf. Mærkeligt nok var Skiferen, hvorfra de løse Jordlag stammede, ikke synderlig radioaktiv; det kan dog nok forstaas, at Radioaktiviteten mærkes mere hos den løse Jord end hos Skiferen, thi de to Ting, hvorved den stærkest viser sig, er a-Straalerne og Emanationen, der kun udgaar fra Overfladen, og denne er betydelig større for samme Mængde af Stof i den løsere Jord end i Skiferen. — Elster fik nu Lyst til at prøve andre Jordarters radioaktive Evne. Han fik da i Hænde et Stof, der hedder Fango; det stammer fra en Springkilde af vulkansk Oprindelse ved Battaglia i Italien og er en Slags Slam, der forsendes og gaar i Handelen, da det bruges til Omslag og medicinske Bade. Fango viste sig radioaktivt og langt stærkere end de ovenomtalte Jordlag i Harzen, og det opførte sig saaledes, at man kunde skønne, at dets Radioaktivitet skyldtes Radium; blandt andet sluttedes det af, at den Emanation, der kom derfra, opførte sig som Emanationen fra Radium. At det just ikke er store Mængder af Radium, der er Tale om, kan ses af, at Fango virker 1180 Gange svagere ved sine Straaler end Begblende; maaske dog dets helbredende Virksomhed staar i Forbindelse med dets Radiumindhold.

Vi har nu i Hovedtræk gjort Bekendtskab med den rige Virksomhed i Nærheden af de radioaktive Stoffer, og der staar nu tilbage at tale lidt om det mærkelige i, at denne stadig kan vedligeholdes.

Energi og Radioaktivitet.

Det Spørgsmaal, der straks og uvilkaarlig meldte sig, da man havde opdaget de radioaktive Stoffer, var: fra hvilken Kilde stammer hele den Virksomhed, der her iagttages. Grunden til, at dette Spørgsmaal trænger sig paa, og at Svaret kan blive af stor Betydning, er den saakaldte Lov om Energiens Bestaaen. Energi betyder Arbejdsevne. Denne Lov er et Resultat af det 19de Aarhundredes store Virksomhed paa Naturvidenskabens Omraade, idet man under alle de mange Iagttagelser og Forsøg stadig har maattet erkende, at Arbejde ikke faas for intet, at hvergang et Legeme har faaet Evne til at gøre et vist Arbejde, har et andet Legeme mistet den samme Arbejdsevne. Denne Erkendelse er da efterhaanden bleven en Grundpille for al Nutidens Forstaaelse af Naturfænomener, saa det er intet Under, at det vakte Opsigt, da Hr. og Fru Curie kunde melde, at de i deres Eje havde lidt af et Stof, der ganske af sig selv uden tilsyneladende at forandres i mindste Maade, strøede om sig med Arbejdsevne. Alt, hvad der kommer fra Radium, har nemlig Arbejdsværdi. Først er der Straalerne. At de fører Arbejdsevne med sig, kan allerede ses af alt, hvad de kan udrette, men kan yderligere forstaas af, hvad der er fortalt om deres Natur. Et hvert Legeme, der er i Bevægelse, har nemlig Arbejdsevne; derfor kan en faldende Hammer drive Søm ind i en Planke, derfor kan en Geværkugle og en Kanonkugle overvinde overordentlige Modstande, derfor kan Blæsten drive en Mølle, og strømmende Vand bruges til mange Arbejder. Det er imidlertid for alle disse Ting let at eftervise Kilden til deres Energi. Den løftede Hammer har faaet den fra Armen, der

har hævet den, Gevær- og Kanonkuglen ved Krudtets Eksplosion. Blæsten er opstaaet ved Solvarmens Hjælp, og denne samme har hævet Vandet i Form af Dampe højt over Jordens Overflade og derved givet det Arbejdsevne. Smaadelene i Becquerelstraalerne er jo imidlertid Legemer i Bevægelse; de har saa store Hastigheder, at selv den hurtigste Geværkugles er at betragte som Hvile i Forhold dertil; selv om nu Delene er meget smaa, vil de dog paa Grund af deres Hastighed stadig føre Energi med sig bort fra det Legeme, hvorfra de kommer; men hvad foregaar der her, hvorved de kan kastes ud?

Straalerne har ogsaa en anden Form af Arbejdsevne. De repræsenterer jo en stadig Strøm af Elektricitet, og en elektrisk Strøm har Arbejdsevne; det véd enhver, der har set en elektrisk Strøm drive en Maskine, eller som har set den føre Sporvogne og Avtomobiler frem. For at faa en elektrisk Strøm plejer man da ogsaa at betale noget, der har Arbejdsevne; Strømmen til Sporvogne leveres af Maskiner, der holdes i Gang ved Dampmaskiner. Strøm til mindre Virksomheder kan frembringes ved saakaldte galvaniske Elementer, hvor der sker kemiske Omdannelser af forskellige Stoffer for at holde Strømmen i Gang. De elektriske Strømme, der udgaar fra de radioaktive Stoffer synes ikke at have nogen Kilde af denne Art.

Endelig udstraaler Radium stadig Varme, men Varmeudstraalingen betyder et stadigt Tab i Energi. Varmen kan nemlig gøre Arbejde; man behøver blot at tænke paa, at det er den Varme, der udvikles, naar Kul brænder, der er Skyld i, at Dampmaskiner kan udrette alt deres Arbejde.

Emanationen, der udgaar fra de radioaktive Stoffer, maa ogsaa føre Energi med sig, da den stadig udsender Straaler.

For nu at kunne forklare sig, hvor al denne Energi stammer fra, — man tvivlede nemlig ikke om, at Loven om Energiens Bestaaen vil overleve dette tilsyneladende Angreb, — har man tænkt sig to Muligheder. Den ene er, at Verdensrummet er gennemkrydset af visse hidtil ukendte Straaler; disse formaar de radioaktive Stoffer at omdanne til Energi af anden Form, ligesom f. Eks. Baryumplatincyanurskærmen kan optage Røntgenstraaler og omdanne dem til Lysstraaler. Den anden er: Den store Udsendelse af Energi skyldes en stadig Omdannelse af Stoffet selv indenfor dets mindste Dele, Atomerne. Men hvorledes kan nu dette, at der forsvinder visse Atomer og dannes nye, forklare den store Udstraaling af Energi? Kun hvis de Atomer, der forsvinder, har et rigere Forraad af Energi end de, der opstaar; i det Omdannelse sker, skulde den da være ledsaget af saa store Omvæltninger inden for Atomet, at en stor Mængde Energi bliver fri; samtidig forsvinder da Stoffet i dets oprindelige Form og bliver efterhaanden til noget andet, der ikke har Evne til at udsende Energi. Hvad taler nu for, at denne Anskuelse kan være den rigtige? Forskellige Kendsgerninger, af hvilke de tre er berørte i det foregaaende, støtter denne Antagelse:

1) Emanationens langsomme Omdannelse til Helium under Udsendelse af Straaler tyder paa, at Helium stadig dannes, samtidig med at Straalingen sker; her maa da være foregaaet en Forandring indenfor de mindste Dele, da Helium ikke oprindelig var til Stede.
2) At Helium stadig findes i den Luft, der udvikles fra Radium, kunde tyde paa, at den stadig dannes.
3) Helium — der ellers er en sjældent forekommende Luftart — er fundet i alle de Mineralier, hvor de radioaktive Stoffer er.

4) Polonium findes i Begblende i stærkt aktiv Tilstand, skjønt det er konstateret, at det, — naar det er fjærnet fra Mineralet — taber sin Radioaktivitet i ikke særlig lang Tid; den gaar i et Aar ned til det halve; det synes da ikke urimeligt at antage, at det er et Stof, der stadig dannes.

5) Endelig er der et Slags direkte Bevis, en Iagttagelse, der først blev gjort ved Thorium og senere for andre af de radioaktive Stoffer. Rutherford og Soddy havde en Thoriumopløsning i et Kar. Ved til denne at helde lidt Ammoniak (Salmiakspiritus) fik de den adskilt i to forskellige Dele; den ene, som bestod af faste Smaadele, laa paa Karrets Bund, den anden var den derover staaende Vædske. Bundfaldet siedes fra denne og indeholdt alt det Thorium, der havde været i den oprindelige Opløsning. Desuagtet var det kun en Fjerdedel saa radioaktivt som denne. Derimod skaffede man sig ved Inddampning af den klare Vædske, der var bleven skilt fra Bundfaldet, en ganske ringe Mængde af et Stof, der slet ikke indeholdt Thorium, men som desuagtet var c. 1000 Gange saa radioaktivt, som den oprindelige Opløsning, men denne Radioaktivitet holdt sig ikke. Efter seks Ugers Forløb var den praktisk talt forsvundet, men samtidig var Bundfaldet kommet sig og blevet lige saa straalevirksomt, som den oprindelige Opløsning. Dette kunde jo tyde paa, at der stadig sker en Omdannelse indenfor Stoffet, hvorved der dannes lidt nyt Stof med meget stor straalende Evne, der dernæst igen ved sin Udstraaling taber denne Evne; naar et radioaktivt Stof stadig synes lige virksomt, skulde Grunden være den, at der stadig dannes lige saa meget af det straalevirk-

somme Stof, som der samtidig ødelægges af det ved Udstraalingen. Lignende Forhold som ved Thorium er iagttaget ved Radium og Uran.

Da Uran og Helium altid findes sammen med de radioaktive Stoffer, har man tænkt sig, at Uran var det energirigeste Atom, der under langsom Omdannelse efterhaanden frembragte de energiafgivende radioaktive Stoffer, der tilsidst efter at være befriet for den store Energimængde endte som Helium. En saadan langsom Omdannelse af Grundstoffer er imidlertid noget ganske nyt og ukendt, som, hvis den kan konstateres, vil forandre Forestillingerne om dem. — I hvilken Form Energien er til Stede hos de Atomer, der omdannes, kan kun være Genstand for Gætning; man kan gøre sig en Forestilling derom ved den Antagelse, der tidligere er berørt, at der er knyttet en Mængde baade positive og negative Elektroner til Atomet, de positive stærkest knyttet til Stoffet, de negative holdt til ved de elektriske Tiltrækninger mellem de modsatte Elektriciteter; disse Elektroner tænkes at kredse indenfor Atomet med uhyre Hastigheder, og i disse hurtigt bevægede Dele har da Atomet et Forraad af Energi, som det kan afgive til Omverdenen under sin Omdannelse. Paa denne Maade tænker man sig hovedsagelig Energien til Stede i Form af Bevægelse, men ogsaa andre Muligheder lader sig opstille. I hvert Fald faar man den Forestilling, at Atomet er noget langt mindre usammensat end man i ældre Tider mente.

De brændende Spørgsmaal angaaende de radioaktive Stoffer er da for Øjeblikket disse: kan det ene af dem omdannes til de andre, hvad bliver deres Skæbne i Tidens Løb, og ad hvilke Veje gaar Udviklingen? Man arbejder nu paa mange Maader paa at faa dette besvaret; for Øjeblikket minder Tilstan-

den lidt om den astronomiske Videnskabs Stilling overfor Kant — La Places Theori om Planetsystemets Udvikling fra en glødende Taagemasse. Man ser rundt om i Universet Stjærnetaager af saadanne Former, som dem man tænker sig, der ligger imellem den glødende Tilstand af Urtaagen og den nuværende Tilstand af Planetsystemet, men den sukcessive Sammenhæng har Menneskeheden levet for kort til at kunne se paa hvert enkelt Sted. Ligesaa her. Denne nye Hypotese om de radioaktive Stoffer antager, at det oprindelige Produkt er Uranium — der altid findes i de radioaktive Mineraler — og ud fra dette udvikles efterhaanden andre for gennem Emanation at omdannes til Helium; enkelte Steder af denne Udviklingsgang mener man at have erkendt, som det ovenfor er fremstillet, men det er kun enkelte spredte Stadier; den sukcessive Sammenhæng er endnu ikke eftervist. Kan den vises, er det dermed givet, at de her omhandlede Stoffer ikke er Grundstoffer i Ordets sædvanlige Forstand, men rokkes der først ved nogle Grundstoffer, er der Rimelighed for, at flere falder fra deres Værdighed som saadanne.

Særlig for den kemiske Videnskab er det af Betydning, hvilken Forestilling man gør sig om Stoffernes indre Bygning, men det er nu ikke blot af Interesse for Naturvidenskaben, hvilke Forestillinger der bliver de raadende, om „den fysiske Grundvold for Verdensaltet". Det præger en Tidsalder, om dens dannede Almenhed har en Forestilling om Jorden som Universets Centrum og væsentligste Bestanddel, eller om Jorden som en lille Del af et Solsystem, der igen er et Atom blandt mange i det uendelige Rum, men det vil ogsaa være af Betydning for Menneskehedens Forestillingskreds, om man maa regne med Atomerne som mange forskelligartede udelelige Dele, eller om de er at betragte som en Samling Solsystemer i det

smaa, opbyggede maaske af et enkelt Urstof. Menneskene har aabenbart en stærk Tilbøjelighed for Forestillingen om et saadant Urstof; fra de gamle græske Filosofers Tid til vore Dage har mange søgt ad Spekulationens Vej at konstruere sig til, at et saadant maatte eksistere — Crookes og mange med ham ser jo dette forbundet med „de sidste Realiteter" — men først nu er der aabnet en Mulighed for ad Iagttagelsens Vej at naa hen derimod. Det er da rimeligt, at den dannede Almenhed med Interesse lægger Mærke til, hvad Resultatet bliver af disse tilsyneladende saa teoretiske Undersøgelser.

Det vil forhaabentlig fremgaa af hele denne Redegørelse, at Undersøgelsen af de radioaktive Stoffer ikke blot har Kuriositetsinteresse, men at Undersøgelsernes Resultater paa mange Maader er af stor Betydning for andre og væsentlige Dele af Naturvidenskaben.

N-Straaler.

Beretningen om „nyere Opdagelser angaaende Straaler" bør ikke slutte, uden at de sidst opdagede Straaler — N-Straalerne — omtales. Historien om dem er interessant paa dobbelt Maade; den har psykologisk Interesse foruden — muligvis — fysisk Interesse.

I Aaret 1903 var den franske Fysiker Blondlot i Nancy beskæftiget med Forsøg over Røntgenstraaler; han fik ved disse visse mærkelige Resultater, der syntes at tyde paa et nærmere Slægtskab mellem Røntgenstraaler og Lysstraaler, end man hidtil har regnet

med, da han ved at fortsætte sine Undersøgelser opdagede, at hans Slutninger var fejlagtige, idet de Virkninger, hvorpaa de grundedes, slet ikke skyldtes Røntgenstraaler, men en Art Straaler, der ligesom Lyset kunde brydes gennem et Prisme af Kvarts, men blot langt stærkere end nogen Art af Lys. De kunde gaa igennem tykke Egeplanker og tykke Lag af Aluminium og flere andre Metaller, mens de standsedes af selv et ganske tyndt Lag Vand, af Bly og nogle andre tunge Metaller. Til Ære for Byen Nancy kaldte Blondlot dem N-Straaler. De Virkninger, hvorved deres Eksistens er opdaget, og deres Egenskaber nærmere undersøgte, er følgende: 1) En elektrisk Gnist springer lettere over mellem to elektrisk ladede Metallegemer, naar Mellemrummet imellem dem rammes af N-Straaler. 2) En lille, svagt lysende Flamme f. Eks. en Kogegas-Flamme bliver mere lysende under deres Indvirkning. 3) En Plade, der fosforescerer svagt, lyser stærkere op, naar den bestraales af dem. Al Iagttagelse af dem beror altsaa paa det menneskelige Øjes Evne til at skælne Forskelle i Lysstyrke, der er saa smaa, at de kun kan opdages i et ellers mørkt Værelse. Dette er straks en meget uheldig Ting, thi Øjet er ikke nogen ubestikkelig Iagttager, der under alle Forhold er ens og uafhængig af det Ønske, dets Ejer muligvis nærer om at se noget. Det sete afhænger jo, som det gamle Ord siger, af Øjet, der ser. Man har prøvet paa, om ikke Straalerne kunde paavirke en fotografisk Plade, der maa antages at være paalideligere end Øjet, men uden Resultat. For at gøre Iagttagelsen sikrere har man da brugt forskellige Kunstgreb. Paa Figur 34 er illustreret en saadan Fremgangsmaade. a og b betyder to svagt fosforescerende Plader, A B er en ret tyk Blyplade, som er uigennemtrængelig for N-Straaler. Øjet holdes ud for

denne Skærm og ser paa begge de lysende Plader. Anbringes nu en Kilde til N-Straaler i C, kan disse bestraale a, men ikke b, og Øjet kan da se, om a lyser op, ved at det har b til Sammenligning. — Der er ogsaa brugt et Arrangement, som er antydet ved den næste Figur; paa et Stykke Papir er anbragt en Række Pletter af et svagt fosforescerende Pulver, der holdes fast ved et Klæbemiddel. Pletterne lyser saa svagt, at de i et mørkt Værelse, set i nogen Afstand, ikke kan skelnes enkeltvis; naar de bestraales af N-Straaler, bliver de saa lysstærke, at de kan skelnes fra hverandre.

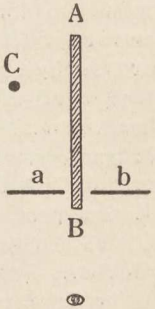


Fig. 34.

Blondlot gjorde nu Slag i Slag mange Opdagelser angaaende N-Straaler. Han fandt, at de udgaar fra næsten alle almindeligt brugte Lyskilder, særlig rigeligt fra Auerlyset og Nernstlampen, ja endog blandt Solstraalerne fandt han dem. Han beskriver sit Forsøg til at vise dette. Af et Værelse med et solbeskinnet Vindue blev Sollyset lukket ude med tykke og tætte Skodder af Egetræ; i Værelset c. 1 Meter fra Vinduet

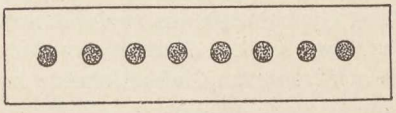


Fig. 35.

anbragtes et Rør med et svagt fosforescerende Pulver; det viste sig da, at naar man anbragte sin Haand eller en tyk Blyplade eller et Kar med Vand mellem Røret og det tillukkede Vindue, blev Røret svagere lysende — efter Blondlots Mening, fordi N-Straalerne fra Solen standses af disse Dele, — mens det lyste op

igen, naar disse Ting fjernedes. Og ikke blot Lyskilder leverer N-Straaler. Blondlot har fundet dem udstraalende fra enhver Ting, der er sammentrykt eller spændt. Træ og Glas, der er sammenpresset, hærdet Staal, en Mursten er Eksempler paa Legemer, der udsender dem; hærdet Staal synes at kunne udsende dem uophørlig i en ubegrænset Tid; en Kniv, der var fundet i et Gravsted fra Merovingernes Dage, var en ligesaa kraftig Kilde til N-Straaler som Staal, der nylig var hærdet. Endvidere angives, at Havvand og Stene, der udsættes for Sollyset, opsamler N-Straaler, som derefter igen udsendes. Men ikke nok hermed. Blondlots Forsøg blev i Nancy taget op af Dr. Charpentier, der undersøgte N-Straalernes Forhold til det menneskelige Legeme og fandt med et mildt Ord forbløffende Ting.

For det første kan det menneskelige Legeme udstraale N-Straaler. Naar man i Nærheden af et Rør eller en Plade, der fosforescerer svagt, først holder sin Haand udstrakt og derefter knytter den, vil den sidste Bevægelse foranledige, at Røret eller Pladen — som jo her som altid maa iagttages i et mørkt Værelse — pludselig lyser op, fordi der ved Spændingen i Musklerne udgaar N-Straaler fra Haanden. Fra Hjærteregionen udgaar der stadig N-Straaler paa Grund af Hjærtemusklens varierende Spænding. Ogsaa Hjærnevirksomhed skulde give Anledning til Udsendelse af Straalerne, hvilket skulde kunne vises ved et Forsøg som følgende: En Person anbringes i Mørke i et Værelse og faar paa Panden anbragt en Plade, der fosforescerer svagt; Personen skal imens — saavidt mulig — tænke paa ingenting. Derpaa faar han f. Eks. en lidt vanskelig Regneopgave, hans Hjærne arbejder, udsender N-Straaler, og Pladen lyser op!

Men ikke blot — siger Dr. Charpentier — udgaar der

N-Straaler fra Dele af Legemet, men disse Straaler har de mærkeligste Virkninger paa Sanseorganerne. Som Eksempel kan anføres deres Virkninger paa Øjet. I et Værelse med lukkede Skodder trængte der saameget Lys ind gennem Sprækker, at den hvide Skive paa et Ur akkurat kunde skimtes. Naar man nu nærmede en Kilde til N-Straaler f. Eks. en knyttet Haand, en spændt Staalfjeder, til Øjet, kunde dette se Urskiven tydeligere, ja kunde skælne Viserne og Tallene! Dog kom Virkningen ikke straks, men kun lidt efter lidt. — Ligeledes: et lugtende Stof anbringes et Stykke fra Næsen; en Kilde til N-Straaler f. Eks. en knyttet Næve nærmes enten til Næsen, til det lugtende Stof eller til Hjærneskallen; i alle Tilfælde forøger N-Straalerne Lugtefornemmelsen!

Alt dette lyder jo som det rene Eventyr, og dog er det Beretninger, der har nydt den Ære at blive forelagt det franske Videnskabernes Selskab og trykt i dets Tidsskrift; dets Præsident er draget til Nancy for at kontrollere Forsøgene paa Stedet, og mange ansete Mænd baade i og udenfor Frankrig har gjort Forsøgene efter. Enkelte Franskmænd — dog langt fra alle, der har prøvet dem — har fundet dem bekræftede, men intet Øje udenfor Frankrig har kunnet opdage det svageste Spor af N-Straaler. Man er da tilbøjelig til at mene, at N-Straalerne er analoge med „Kejserens nye Klæder". Man har ikke blot prøvet at iagttage dem med Øjets Hjælp, men ogsaa objektivt at eftervise dem. Der eksisterer nemlig et Stof, der hedder Selen, der har den mærkelige Egenskab, at den Modstand, som det yder den elektriske Strøm, forandres under Indvirkning af Lys, der falder paa det. Hvis man altsaa sender en elektrisk Strøm igennem det, vil man paa den Styrke, denne faar, kunne afgøre, om Selenet bliver mer eller mindre stærkt belyst. Der blev nu lavet et elektrisk Kredsløb, hvor

Strømvejen paa et Stykke var af Selen. Ligeoverfor dette anbragtes en lille svagt lysende Flamme; den udsattes da for Paavirkning fra forskellige af Blondlots Kilder til N-Straaler. Hvis Flammen da virkelig blev lysere, vilde den ogsaa belyse Selenet stærkere, og dette maatte kunne mærkes paa Strømmen. Der var imidlertid intet at opdage. Hvis der virkelig er nogen Forandring, er den altsaa i hvert Fald saa overordentlig ringe, at den ikke kan mærkes ad denne Vej.

Hvis nu virkelig N-Straalerne ikke eksisterer, som mange formoder, hvorledes er det da muligt, at de mange Opdagelser har kunnet gøres; man har jo ikke at gøre med Mænd, der vil bedrage, men med Mennesker, der handler og beretter i fuldstændig god Tro; de har sikkert set alt, hvad de fortæller om, men der er jo den Mulighed, at hele Fænomenet er et stort Sansebedrag og mange af dem, der forgæves har prøvet paa at iagttage N-Straalerne, har givet en Forklaring af, hvorledes efter deres Mening de fejle Slutninger kan være dragne. Det vægtigste Forklaringsbidrag er givet af en Tysker *Lummer,* og hans Redegørelse skal nu i korte Træk gengives, da den giver et interessant Bidrag til Forstaaelsen af de indviklede Forhold ved vor Synsopfattelse.

Øjets Nethinde, der modtager alle Lysindtryk og bringer dem videre til Hjærnen, ses i Mikroskopet at bestaa af to forskellige Dele Stave og Tappe, der hver synes at have sin Bestemmelse, som man først i de senere Aar er bleven klar over. Tappene findes hovedsagelig paa den midterste Del af Nethinden, den saakaldte gule Plet, som benyttes, naar Øjet rettes lige mod en Ting. Paa og omkring den gule Plet findes ingen Stave, men gaar man bort fra denne og ud mod Randen af Nethinden, aftager Tappenes Antal, mens Stavenes tiltager. Naar Øjet faar rigeligt

Lys — Dagslys eller almindeligt Lampelys — ser det ved Hjælp af Tappene; tillige er det ved Hjælp af dem, at de forskellige Farver opfattes. Stavene er derimod farveblinde, men de indeholder et Stof — Serødt — der gør dem langt mere modtagelige for svagt Lys end Tappene. Dette spiller en stor Rolle ved Iagttagelse af smaa svagt lysende Legemer i mørkt Værelse. Et Forsøg, som Lummer har vist paa sine Forelæsninger, vil oplyse herom. Gennem en lille tynd Platinplade sendes en elektrisk Strøm; derved opvarmes Platinpladen og den og Iagttageren, hvis Øje er vel udhvilet fra Dagslyset, befinder sig i et mørkt Værelse; nu forøges langsomt Strømmens Styrke, og Pladens Temperatur stiger til 400°; da er den saa varm, at der fra den udgaar et svagt Lys, der kan paavirke Stavene, men ikke Tappene; ser Øjet nu lige paa den — fikserer den, som det kaldes — saa at Lyset fra den rammer den gule Plet paa Nethinden, ses den ikke, thi i Nethindens midterste Del er der jo ingen Stave; ser Øjet imidlertid andetsteds hen, saa at Straalerne fra Pladen kommer skraat ind i Øjet, ses Pladen derimod med et lyst graaligt Skær. Den gør da et mærkeligt spøgelseagtigt Indtryk: Øjet ser ved visse Stillinger en svagt lysende Plet svære i det mørke Rum, men prøver Øjet at se ordentlig lige paa den, forsvinder den. Vokser nu Temperaturen til lidt over 500°, bliver Straalerne saa stærke, at de ogsaa kan paavirke Tappene. Da ser man Pladen rød, naar man fikserer den, men graalig og lysere, naar man ser lidt til Siden for den.

Interessant er det hermed at sammenholde Blondlots Beskrivelse af nogle af sine Forsøg. Han siger om en svagt lysende Papirstrimmel, at den blev mørkere og ligesom rødlig, naar N-Straalerne ikke traf den, men lysere og skarpere i Omrids, naar N-Straalerne rammer den — den samme Virkning vilde faas

uden mindste Forandring ved Papirstrimlens Lys blot ved en lille Drejning af Øjet. At fiksere en svagt lysende Genstand i længere Tid skal imidlertid være ganske overordentlig vanskeligt og kræver stor aandelig Anspændelse. Som et Tegn herpaa kan anføres, at vedholdende Fikseren af en svagt lysende lille Genstand er det virksomste Middel til at sætte en Person i hypnotisk Søvn! Da nu Blondlot slet ikke anfører, at han har haft sin Opmærksomhed henvendt paa Vanskeligheder af denne Art, er det ikke usandsynligt, at en Del af de Forandringer i Lysstyrke, som af ham tilskrives N-Straaler, slet ikke har været virkelige Forandringer, men kun er fremkomne i Iagttagerens Hjærne ved smaa ubevidste Drejninger af Øjet. Hermed være nu ikke sagt, at alle Blondlots Iagttagelser kan forklares paa denne Maade, men saameget er sikkert, at Tvivlen overfor dem vokser i hvert Fald udenfor Frankrig. I Frankrig vinder han stadig nogle Tilhængere, som kan se det samme som han, og de finder stadig nye og mærkelige Resultater. En nærmere Fremtid vil dog sikkert træffe Afgørelse mellem de stridende Parter. — N-Straalernes Historie er dog allerede nu et karakteristisk Tegn paa, hvorledes der i en Tidsalder som denne, der er rig paa naturvidenskabelige Opdagelser, ubevidst vækkes i Menneskers Hjærne en Tilbøjelighed til at se Mærkeligheder af denne Art, men tillige hvorledes den store Opøvelse i Iagttagelser straks foraarsager, at de mødes med en Kritik, der selv bygget paa solidere Iagttagelser ikke blot søger at paavise Fejl, men ogsaa søger at forklare, hvorledes Fejlene har kunnet gøres.

LITERATURHENVISNING

C. Christiansen: Røntgenstraaler.
Fysisk Tidsskrift 1902—04: Forskellige Artikler om radioaktive Stoffer, Luftelektricitet og N-Straaler.
Madame Curie: Recherches sur les substances radioactives. Paris 1904.
Ramsay: Einige Betrachtungen über das periodische Gesetz der Elemente. Leipzig 1903.

VIDENSKABELIGT FOLKEBIBLIOTHEK

1 KR. PR. INDB. BOG

UDKOMMEN ER:

(FOLKEUNIVERSITETS-RÆKKEN)

A. B. DRACHMANN: FRA DEN ROMERSKE KEISERTID (KULTURBILLEDER).

P. LA COUR: TIDENS NATURLÆRE.

CL. WILKENS: DET PRODUKTIVE SAMFUND.

P. MUNCH: DET DANSKE FOLKS POLITISKE OG NATIONALE GENNEMBRUD EFTER JULIREVOLUTIONEN. (1830—1848).

VICTOR MADSEN: JORDENS UDVIKLINGS-HISTORIE.

(STUDENTERSAMFUNDS-RÆKKEN)

GUSTAV BANG: DEN SOCIALISTISKE FREMTIDSSTAT.

ARNOLD MØLLER: SUNDHED OG LIVSNYDELSE.

KØLPIN RAVN: OM ARVELIGHEDSLOVENE.

VALDEMAR BIE: LYSETS ANVENDELSE I LÆGEVIDENSKABEN.

N. V. USSING: VULKANER OG JORDSKÆLV.