

EEN PAAR PROEVEN MET X-STRALEN

DOOR

Dr. H. A. J. VALKEMA BLOUW.

In Januari van dit jaar werd in ons land bekend, dat prof. RÖNTGEN te Würzburg fluoresceerende verschijnselen opgemerkt had bij een schermpje, dat aan den eenen kant met bariumplatinacyanuur bestreken en met een zijner kanten naar een zoogenaamde vacuumbuis gekeerd was, terwijl deze buis in een omhulsel van dun zwart carton, derhalve onder een mantel van voor licht ondoordringbare stof zich bevond, en in verbinding met een Ruhmkorffklos (van groote afmetingen) opeenvolgende ontladingen gaf. Tegelijk kwam het bericht, dat bovengenoemde geleerde, bij vervanging van het schermpje door een gevoelige droge plaat in een gesloten chassis, eene ontleding van de plaat had opgemerkt en daarmede tegelijk de doordringbaarheid en de ondoordringbaarheid van stoffen ten opzichte van tot dusverre onbekende stralen (X-stralen) had gevonden. Bij velen wekten deze berichten een gevoel van verwondering, dat zeer spoedig voor uitingen van groote bewondering moest wijken.

Hetgeen de verschillende bladen en wetenschappelijke geschriften over de groote ontdekking bekend maakten, was trouwens ook alles-

zins geschikt om levendige belangstelling van leek en niet-leek in de ontdekking, die een groote toekomst belooft te hebben, te wekken.

Wie in het bezit was van de hulpmiddelen, die noodig zijn om de werking der Röntgensche stralen op gevoelige platen, volgens de methode, in Würzburg gevolgd, te constateeren, ging met lust aan het werk om het gewenschte resultaat te verkrijgen.

Het natuurkundig kabinet van het gymnasium te Haarlem heeft een inductieklos van RUHMKORFF en een buis van CROOKES. Daarom besprak ik met de leerlingen der 6^{de} klasse B (afdeeling der toekomstige medici en filosofen) de methode om met deze toestellen een onderzoek in te stellen naar de aanwezigheid van X-stralen.

De ontwikkeling van eenige gevoelige gelatinebroomzilver platen, die wij langeren of korteren tijd hadden opgesteld voor een buis van CROOKES, gaven ons evenwel het gezochte resultaat niet. Daarop heb ik mij, na mij eerst van de deugdelijkheid van den klos en van de Crookesbuis overtuigd te hebben, gewend tot den bekenden Haarlemschen photograaf CORDES, met het verzoek om een paar zijner platen, die ik wenschte te exposeeren, te willen ontwikkelen. Aan dit verzoek werd welwillend voldaan.

Wij verkregen door een proef, op 31 Januari genomen, het verwachte resultaat. Een expositie op 3 Februari gaf na ontwikkeling der plaat een duidelijker beeld. Na dien tijd heb ik, om verschillende redenen en op gevarieerde manier, tot op heden bijna dagelijks de proeven met X-stralen voortgezet. Bij de ontwikkeling der platen werd ik door amateur-photographen op de meest welwillende wijze ter zijde gestaan.

Zonder de goede hulp door den luitenant CROOCKEWIT, leeraar aan de militaire school, en door mijn leerling PANNEKOEK, bij het ontwikkelen van photogrammen, na 3 Februari aan mij verleend, zouden mijne proeven minder kans van welslagen gehad hebben.

Het vorige moge als inleiding voorafgaan aan het beschrijven van de methode, die bij het photographeeren door middel van X-stralen in het natuurkundig kabinet van het Haarlemsche gymnasium gevolgd is.

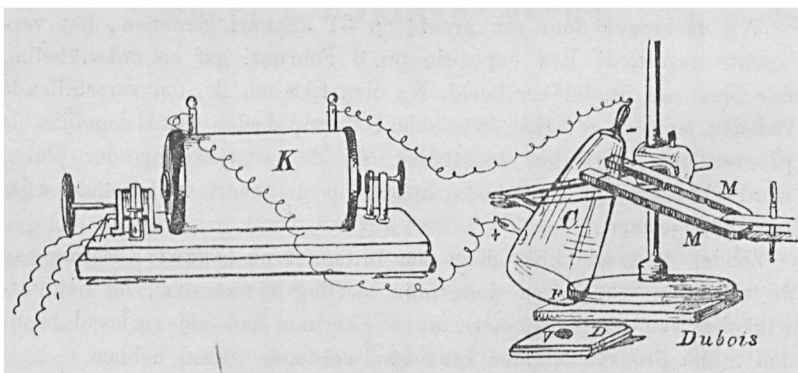
De lezer zal bespeurd hebben, dat in ditzelfde nummer van dit maandschrift een opstel van andere hand over de X-stralen voorkomt. Met vertrouwen naar den inhoud van dat stuk verwijzende, mag ik mij onthouden van een historisch overzicht over onderwerpen, als: electrische vonk, ontlading in lucht van gewone en lagere drukking, Geisslersche buizen met gassen verschillende in aard en spanning,

zoogenaamde vacuumbuizen van HITTORF, CROOKES en anderen, kathodestralen, fluoresceerende werking en Röntgenschestrallen. Mijn wensch bestaat dus alleen hierin, dat ik aan de lezers van het *Album der Natuur*, die voor het meerendeel als leeken op het gebied der experimenteële natuurkunde mogen beschouwd worden, maar niettemin groote belangstelling in de ontwikkeling der natuurwetenschappen aan den dag leggen, verklaar, hoe de proeven kunnen worden ingericht.

In de leerzaal voor physica bevindt zich een werktafel, die van boven, behalve in het middelste gedeelte, met glas van 7 mm. dikte gedekt is. Dicht daarbij is een goed ingerichte trek- of zuurkast, die een geschikte plaats levert om de elementen van een Bunsens batterij naar eisch in gereedheid te brengen.

Bezoekers hebben geen last van de prikkelende dampen, die nu door trekking in de kast een geschikten uitweg vinden. De batterij, door mij gebruikt, bestaat uit 4 vrij groote elementen.

Vóór elke proef wordt de batterij van standvastige stroomsterkte in alle opzichten goed gecontroleerd. De dikke geleidende koperdraden aan de uiterste kool- en zinkpolen (positieve en negatieve polen) verbonden, loopen langs vloer en werktafel naar de klemschroeven van



een *commutator*, die zich aan den linkerkant naast den inductor op het voetstuk van den toestel bevindt. Deze commutator dient om bij het begin der proef den stroom in den primairen klos voor het eerst te sluiten en bij het eindigen der proef voor goed te verbreken.

Ik wil als bekend onderstellen, dat snel op elkaar volgende sluitings- en verbrekingsstroomen in den primairen klos, geholpen door een kernbundel van overlans liggende en van elkaar geïsoleerde weekijzeren staafjes, die gemagnetiseerd en gedémagnetiseerd worden, inductie-

stroomen in een secundairen klos doen ontstaan, die afwisselend sluitings- en verbrekings-inductiestroomen zijn.

Voor het snel opvolgen zorgt een hulptoestel, *interruptor* genaamd. Deze bevindt zich aan den rechterkant naast den inductor op het voetstuk van den toestel.

Op den toestel ziet men aan den bovenkant zoowel rechts als links een koperen knop. De koperen knoppen zijn in verbinding met de uiteinden van den secundairen draad. In de koperen knoppen kan men koperdraden vastklemmen. Is bij mijn toestel de afstand der koperdraadpunten niet meer dan 4 cM., dan ziet men een snel opvolgen van overspringende, knetterende, helder glinsterende vonken. Bij elke proefneming tracht ik, door het inzetten van koperdraden, mij te overtuigen of de klos de grootste vonkengte van 4 cM. al of niet geeft. Hieruit blijke, dat mij geen groote, maar een betrekkelijk kleine klos van RUHMKORFF ten dienste staat. De koperdraden, worden bij het experiment vervangen door koperen geleidingsdraden, die door een of andere stof goed geïsoleerd zijn. Deze draden worden bevestigd in de aanhechtingsoogjes van de Crookesbuis.

Door den commutator voor- of achterwaarts een spildraaiing van 90° te geven, kan men bij de eerste stroomsluiting in den primairen klos er voor zorgen, dat de kathode (negatieve pool) aan een bepaald uiteinde van de Crookesbuis gevonden wordt; de andere pool heet anode (positieve pool). De Crookesbuis, door mij gebruikt, is peervormig. De kathode moet zich hierbij altijd bevinden aan het dunnere uiteinde, terwijl de anode dan dicht bij het breede uiteinde in den zijwand van de buis te zoeken is.

Bij het werken van den klos ontstaat er op deze wijze in de buis tegenover de kathode, op den breeden gebogen wand een fluoresceerende, (geelgroen lichtende) plek; het overige gedeelte der buis vertoont, in het donker beschouwd, een flauwlichtende weerschijn. De fluoresceerende lichtplek schrijft men toe aan donkere kathode-stralen, die van uit een stralingspunt bij de kathode hunne banen volgen.

De lichtplek wordt beschouwd als de uitgangsplaat der Röntgensche stralen, die, voor ons oog onzichtbaar, rechtlijnig in de ruimte buiten de buis, de op hun weg zich bevindende lichamen al of niet doordringen.

Voordat de fluoresceerende plek in de Crookesbuis tegenover de kathode mag ontstaan, dus voordat het experiment begint, stelt men tegenover het breede uiteinde een chassis (houten doos met twee afdeelingen) op, waarin een gevoelige glasplaat zich bevindt.

De chassisdekplaat van goed droog hout is 4 mM. dik, achter haar is de gelatine-broomzilverkant der photographieplaat, daarachter een metalen plaat, die de twee helften van het chassis scheidt.

Het behoeft natuurlijk alleen ter loops opgemerkt te worden, dat straks de X-stralen zullen gericht worden op de chassisvlakte, achter welke de gelatinelaag zich bevindt.

Staat de Crookesbuis op een voetstuk, dan ligt de as der buis horizontaal en het chassis wordt verticaal op een afstand van bijv. 12 cM. opgesteld.

Door de Crookesbuis in een klem te bevestigen, kan men de as een verticalen of anderen stand geven.

Zoo kan men ook werken met een liggend chassis, hetgeen bij vele experimenten, zooals bij het photographieeren van een hand, de voorkeur verdient.

Het experiment kan nu beginnen. De commutator wordt op de afgesproken wijze gedraaid, de batterij levert stroom, de interruptor zorgt voor frequentie, de fluoresceerende plek ontstaat, de X-stralen dringen door de chassisplaat en werken op de gevoelige plaat, gelijksoortig als lichtstralen, die in een gewonen photographietoestel op de niet gedekte gevoelige plaat een chemische inwerking te voorschijn roepen. In laatstgenoemden toestel maakt men gebruik van lenzen. Zulke lenzen laten de X-stralen door en blijven daarom bij onze proefnemingen achterwege.

Na zekeren expositietijd wordt de commutator 90° teruggedraaid, waardoor de lichtplek in de Crookesbuis en daarmede de Röntgensche stralen buiten de Crookesbuis verdwijnen. Het chassis wordt aan den photograaf gegeven en deze constateert dat de geheele gelatine-broomzilvervlakte aan een chemische ontleding heeft blootgestaan.

De expositietijd is afhankelijk van de vonkengte van den klos (uitgedrukt voor lucht in cM.), van de spanning van de minieme hoeveelheid lucht in de Crookesbuis (uitgedrukt in microns kwikdruk), van de gevoeligheid der plaat, en van de materie en dikte van het te exposeeren lichaam.

Prof. RÖNTGEN heeft ontdekt, dat alle stoffen voor X-stralen doordringbaar zijn, maar dat de dikte de doordringbaarheid kan wijzigen en tot nul reduceeren.

Bevestigt men nu, den zooeven beschreven gang van het experiment volgende, vooraf lichamen van verschillende doordringbaarheid op den voorkant van het chassis, dan zal na afloop van het experiment de ontwikkeling der gevoelige plaat ons duidelijk laten zien, welke

plekken door de voorgehouden voorwerpen meer of minder beschut zijn geweest tegen de werking der X-stralen.

De plekken, die het best beschut waren, vertoonen zich *op het negatief* het *helderste*; *bij afdruk*, dus *op het positief*, geven zij de *donkerste* tinten.

Ieder, die op boven beschreven manier het experiment inricht, moet in de proefneming slagen, ook dan, zooals in mijn geval, wanneer hij over een klos van niet meer dan 4cM. vonk Lengte en over een Crookesbuis die nog, wat vorm en verdunning betreft, te wenschen overlaat, kan beschikken.

Nu eenige woorden over een paar experimenten, maar eerst een afspraak.

De klos heete K, de buis C, de fluoresceerende plek F, de chassis plaat D, de gelatinebroomzilverplaat P; den afstand van F tot D noeme men d en het voorwerp V.

I. 31 Januari:

C horizontaal;

D en P verticaal;

V Rijksdaalder met stearine vastgehecht;

d niet meer dan 12 c.M.;

K, C en D op het glazen tafelblad.

Het chassis werd aan den achterkant door een eboniet-kruk gesteund.

Resultaat na lange expositie: een duidelijke lichte rijksdaalderplek.

II. 3 Februari:

Dezelfde opstelling in hoofdzak als bij I; *wijziging door magneten*. V een platte, ongeveer half cirkelvormige aluminiumplaat, straal ± 3.25 cM., dikte 9 mm., hierop aan den voorkant een dun looden kruis, dikte 1 mm.

Hiervan staken de einden over het aluminium ± 1.5 cM. uit. In elk uiteinde was een cirkelopening voor het doorlaten van bevestigingskoordjes. *Resultaat* na lange expositie: gelijkmatig getinte lichte plek, ongeveer in den vorm van een halven cirkel met 4 uitsteeksels, elk met een vervormd gaatje. De lichtplek was iets grooter dan de geëxposeerde voorkant van het voorwerp.

Het dikkere aluminium had even sterk het doordringen verhinderd als de dunnere looden kruiseinden.

Het voorwerp was door de zwaarte in het ophangdradenkruis gedurende de expositie gezakt, hetgeen door een flauwere lichttint aan den bovenkant verraden werd.

Hieruit werd duidelijk, dat de expositietijd korter had kunnen zijn.

Bij de volgende proeven is daarom de expositietijd korter genomen; gewoonlijk was hij ongeveer 30 minuten (iets meer of iets minder).

Bij deze proefneming was het resultaat duidelijker dan bij I. *Dit moet toegeschreven worden aan de werking van 2 magneetstaven* (in de fig. M), die F verplaatsen en op eene voor de expositie gunstige plaats concentreren.

Bij bijna *alle* op deze volgende experimenten heb ik met *gunstig gevolg* van deze magnetenwerking gebruik gemaakt. Zij steunt op de afwijking der kathodestralen, die de plek F veroorzaken, onder den invloed van een magneet, welke eigenschap, zooals reeds bekend is, aan de Röntgensche stralen niet toekomt.

III. 7 en 8 Februari.

C (in een klem gevat) verticaal of hellend, D en P horizontaal, D *ebonietplaat*, V plaatjes van bladtin, in verschillende veelvouden van dikte; vier waren in den vorm van congruente rechthoeken (7 Febr.), het eene paar plaatjes was geïsoleerd, het andere niet, d. w. z. deze twee plaatjes waren naar de aarde afgeleid. Op 8 Febr. werden er van twee identieke rechthoekige zeer dunne stanniol-plaatjes, beide in het zwaartepunt door een 5 gram koperen gewicht gedrukt, het eene geïsoleerd gehouden en het andere afgeleid.

De gevoelige plaat lag op een onderlaag in een photographiebak onder de cirkelvormige ebonietplaat (dik 3.5 mM., straal 6 cM.). De photographiebak stond niet op het glazen tafelblad maar op een houten tafel, waarachter een zitplaats voor den proefnemer.

Het experiment moest bij *open* chassis in het donker plaats grijpen. De expositietijd was 30 minuten. Als *resultaat* kan genoemd worden: 1^o. het door RÖNTGEN en anderen bekend gemaakte, aangaande de doorlating van X-stralen door metalen in verband met dichtheid en dikte en 2^o. het onnoodige van voorzorgsmaatregelen voor al of niet isoleering der geëxposeerde plaatjes.

Ik heb I, II en III ter mededeeling gekozen, om te laten zien, hoe men op varieerende wijze met verschillende chassisplaatdekking (hout, dik of dun eboniet), met C in verschillende houdingen (horizontaal, verticaal of hellend), met nuttige aanwending van magneten, met gesloten of open chassis, in licht of donker, kan experimenteren. De andere door mij ingestelde proefnemingen, die eene bijzondere strekking hebben en waarbij ik van wenken, welwillend door Prof. BOSSCHA mij gegeven, een dankbaar gebruik heb gemaakt, kan ik nu niet mededeelen. Daarom eindig ik, in de hoop, dat zij, die mijn opstel lezen, een voorstelling krijgen van het experiment, dat »photographieren met X-stralen» heet.

Haarlem, 19 Februari 1896.
