

MERKWAARDIGE LICHTVERSCHIJNSELEN.

DOOR

P. VAN DER BURG.

(Vervolg van bl. 281.)

Boven aan de reeks van al die fluoresceerende stoffen staan de vier reeds genoemde dubbelzouten: het cyan-platin-barium, cyan-platin-calcium, cyan-platin-kalium, en het cyan-platin-magnesium, waarmede men reeds vroeger gedeeltelijk kennis heeft gemaakt; bij de vermelding ervan noodigde ik den lezer uit, zich eene zeer geringe hoeveelheid van die zouten te verschaffen. Deze vier lichamen verdienen, wegens hunne opmerkelijke eigenschappen, eene afzonderlijke behandeling; onder die eigenschappen zijn er, welke, naar ik meen, vóór mij nog niet zijn medegedeeld. Het eerste en tweede der vier genoemde kristallen heeft een citroengele kleur, het derde is geelachtig wit en het vierde is prachtig rood gekleurd, terwijl sommige kristalvlakjes als goud met een groenachtige kleur schitteren. Allen zijn oplosbaar in water; het cyan-platin-barium lost het minst snel en in de kleinste hoeveelheid op; het cyan-platin-calcium staat met het barium genoegzaam gelijk; sneller en in grooter hoeveelheid heeft de oplossing van het cyan-platin-kalium plaats, terwijl het cyan-platin-magnesium in groote hoeveelheid en schier onmiddellijk zich oplost. Dat dit in gedistilleerd water moet geschieden, behoeft nauwelijks gezegd te worden. Al deze oplossingen zijn kleurloos. Opmerkelijk is de snelle kleursverdwijning van het donkerroode cyan-platin-magnesium; bij de on-

middellijk gevolgde oplossing blijft het water geheel kleurloos. Even merkwaardig is het kleurend vermogen van dit zout bij teruggekaatst licht. Ik had van elk der bovengenoemde stoffen slechts een weinig zeer kleine kristalletjes in bezit, niet meer dan voldoende waren om een kwart vierkanten centimeter te bedekken. Ik loste de helft van de hoeveelheid cyan-platin-magnesium in 5 gram water op, liet een druppel van deze oplossing in een nieuwe hoeveelheid water van 5 gram vallen; een deel daarvan werd op een rein stuk glas uitgegoten, het glas daarna verticaal gehouden, zoodat het slechts zwak bevochtigd bleef; na het droogen was bij doorvallend licht het glas genoegzaam ongekleurd; bij teruggekaatst licht bleek het met eene zuiver groene laag bedekt te zijn. Dit is wel een buitengewoon kleurend vermogen; de kleur ontstaat hier natuurlijk uit eene andere oorzaak dan die, waarom dunne lagen, zooals een zeepylies bijvoorbeeld, de kleuren van den regenboog of het spectrum doen zien: het is in ons geval zuiver teruggekaatst licht. Toen ik eerst de drooge zouten, en vervolgens ook de oplossingen daarvan, in de donkere kamer door het grijze licht liet beschijnen, of wel hen onmiddellijk in den violetten lichtbundel bracht, die door de bekende driedubbele glazen in de kamer drong, gaf niet een dier lichamen eenig spoor van fluorescentie, dat is, van de lichtwerking, die wij bij de chinine, aesculine, het uranium-glas, enz. hebben leeren kennen. Ook de zeer dun op glas verspreide lagen gaven er niets van te zien. In gevolge het voorschrift door sommige leerboeken gegeven, werden toen twee der verbaazend kleine hoeveelheden, die ik van de zouten nog droog bezat, ieder voor zich, op glas zeer fijn gewreven, en gelijktijdig onder, met ether zeer verdunde, canadabalsem verdeeld en dit op papier gestreken; er was ook toen bijna bij geen der beiden kristallen eenige fluorescentie waarneembaar.

Deze proef geschiedde met het platin-barium en met het platin-magnesium-zout. Daar ik deze nu niet kon laten verloren gaan, goot ik op het papier eene groote hoeveelheid ether, waardoor de gedroogde canadabalsem weder vloeibaar werd, en wiesch op die wijze mijne kristallen van het papier, reinigde ze nogmaals met ether, zoodat er weinig van was verloren gegaan. Ik doe dat verhaal alleen met het doel, om een begrip te geven van het zeer gering bedrag der stoffen, waarmede ik later zulke allergunstigste uitkomsten verkreeg. Er werd nu aangevangen met de oplossingen in water te werken, die inderdaad elk voor zich slechts enkele druppels bedroegen; ik verdunde die tot

een graad, waarvan ik de grenzen zelfs niet kan schatten, en bereikte daarmede, na een tal van mislukkingen, uitnemend mijn doel. Ziehier, hoe men er mede te werk moet gaan.

Door middel van een nieuw penseel, waarvan de haren noch door vertind ijzer-blik omvat, noch met koperdraad omwonden zijn, maar slechts door garen zijn omwoeld, en zoo in de penneschacht gebracht, teekent men de figuren of letters op niet zeer zwaar, machinaal, goed gelijmd, maar *niet zeer sterk geglansd*, wit papier. Al de door mij gemaakte letters zijn 50 millimeters hoog, op het dikste gedeelte 14 en op het dunste 5 millimeters breed. Die grootte is wenschelijk, ten einde eene flinke uitwerking te verkrijgen. Het papier wordt op een stuk glas effen nedergelegd, en het vocht zoo overvloedig over de figuren verspreid, dat het een of twee millimeters hoog op het papier ligt. Na het droogen is de letter alleen door het dof en eenigszins oneffen worden van het papier te onderscheiden; er is geen spoor van kleuring of kristallisatie te zien; is dit wel het geval, is er reeds dadelijk kristallisatie of kleuring zichtbaar, dan is de oplossing veel te sterk. Men verricht nu ten tweede male hetzelfde werk, en na dit verscheidene keeren herhaald te hebben, ziet men eindelijk aan den omtrek van de figuur kleuring ontstaan; er treedt kristallisatie op. Hoe langzamer deze geschiedt des te verrassender is het resultaat. Is eene tien- of twintigmalige bestrijking met het vocht niet voldoende, dan herhaalt men het werk nog zoovele malen. Eindelijk is de figuur geheel en al door een lijn van microscopisch kleine kristallen omzoomd. Zien zij er poedervormig, niet glanzend uit, dat het gemakkelijkst bij het cyan-platin-kalium is tot stand te brengen, dan is dat een uitmuntend teeken. Bij het cyan-platin-barium en calcium is de omgrenzende lijn van kristalletjes geel of groen; bijna zijn deze twee kristalsoorten niet van elkander te onderscheiden; bij het kalium zijn zij soms wit, soms zeer licht oranje, en bij het magnesium bloedrood. De drie eerste, in het grijze licht der donkere kamer gebracht, doen een schitterend licht ontstaan, dat zelfs op zes of zeven meters afstand uitmuntend goed is te onderkennen. De geheele verlichting heeft op het zacht grijze papier een tooverachtige uitwerking: het is alsof die fijne lichtlijnen de figuren omzweven en het papier transparent is geworden. Het barium geeft een groen en goudgeel, het calcium een donkergroen, oranje en donkergeel licht, het kalium werkt het krachtigst van allen en vertoont een prachtigen lichtgeelen en lichtgroenen glans; deze stof gelijkt in hare werking het meest op het

lichten van phosphorus. Ik heb grond om te veronderstellen, dat nog niet een onderzoeker dat lichten zoo schitterend heeft gezien. De verschillende kleurschakeeringen, die daar bij dezelfde stof genoemd zijn, hangen af van den aard der kristallisatie. Hebben, bij de beide eerstgenoemde stoffen, de kristallen zich zeer langzaam met een zuiver groene kleur op het papier vastgezet, dan is de fluorescentie het schitterendst van wat zij worden kan; het fluoresceerend licht is dan ook smaragd groen. Het is een licht, welks sterkte alle licht, door fluorescentie opgewekt, overtreft. Jammer is het, dat men het groen- en geelgekleurde kristalliseeren niet in zijne macht heeft. Ik wil daaromtrent eene mededeeling doen, die niet van alle belangrijkheid is ontbloot, en waarvoor schijnt bewezen te worden, dat er bij cyan-platin-barium-kristallen, bij welke die verschillende tinten dan ook het sterkst spreken, eene neiging schijnt aanwezig te zijn, tot vorming van een groep, die eene zuiver helder groene kleur bezit, geheel gelijk aan die van het uraniumglas, als men het bij teruggekaatst zonnelicht beschouwt.

Ik heb eenige letters geteekend op boven omschreven wijze; eenige plaatsen bezaten bruinachtig gele kristalletjes, en dit was een onfeilbaar bewijs, — men neme dit wel in acht, — dat zij niet sterk fluoresceeren zouden, gelijk trouwens ook bleek; andere plaatsen waren helder groen. Ik knipte uit het papier al die groene kristalverzamelingen, want de stoffen *hechten zich zoo vast op het papier* dat men ze daarvan niet geheel kan afschrappen, wierp die in gedistilleerd water, en liet ze wéer oplossen; na het papier uit het vocht was verwijderd, teekende ik door die oplossing weder andere letters, en deze verkregen allen helder groene tinten, die met ongelooflijken glans in het zonnelicht schitterden. Toen ik een deel eener lichtverspreidende letter in de donkere, of laat ik liever zeggen lavendel-grijze kamer voor de zeer nauwe spleet van een spectroscop bracht, en het licht door een flintglasprisma bezag, bleek het spectrum van het fluoresceerend licht te bestaan uit een zeer smalle strook oranje, een zeer breed deel groen en verder violet. Dat ik dit onderzoek door een spleet van nog geen tiende millimeter wijdte kon tot stand brengen, bewijst krachtig het lichtverspreidend vermogen van het groene cyan-platin-barium.

De lichtverspreidende kracht van het cyan-platin-kalium is zoo groot onder bovengenoemde omstandigheden, dat de letters, daarmede geteekend, door een dubbel vel gewoon postpapier heen, zich zeer goed kenbaar maken. Het spreekt dus verder ook van zelf, dat de achterzijde van

het beschreven papier insgelijks een sterk fluoresceerend vermogen bezit:

Wil men nu bij deze liefelijke verschijnselen een indrukwekkende proef nemen, dan verwijdere men voor een oogenblik de drie gekleurde glazen van de opening in het venster, en laat de figuren door het onmiddellijke zonnelicht beschijnen, waardoor zij bijna onzichtbaar worden; vooral is dat het geval met de kalium-letters. Nauwelijks dekken de glazen weder de opening, of de figuren treden op met haren eigenaardig gloeienden lichtglans. Het is mij niet voorgekomen, ook bij hen niet, die met lichtverschijnselen uitnemend goed vertrouwd zijn, dat deze proef geene verbazing wekte.

Het is verder duidelijk, dat de figuren ook in het ultra-violet van het spectrum sterk lichtend moeten worden. Verrassend is het op te merken, hoe de figuren, terwijl men ze het spectrum doet doorwandelen, onzichtbaar zijn in de minder breekbare kleuren, en eerst in het violet en daarbuiten licht beginnen te verspreiden. In het ultra-violet wordt men gewaar, hoe de zwarte strepen, in fig. 10 voorgesteld, merkwaardig de figuren doorsnijden. Al die verschijnselen worden, wij herhalen het opzettelijk, des te krachtiger, naarmate het verblijf in de donkere kamer langer voortduurt.

Ik ben verplicht, ten einde teleurstellingen bij het maken der figuren te voorkomen, daaromtrent in nog meer bijzonderheden te treden. Het is den lezer zonneklaar geworden, dat ik al zeer sterk met die fluorescentie ben ingenomen; maar hij mag mijne uitvoerigheid niet geheel op rekening van die ingenomenheid stellen. Ik heb de overtuiging, de vier genoemde lichamen op eene nieuwe wijze te hebben behandeld, en ik mocht hunne zonderlinge eigenschappen helderder doen optreden dan tot nu het geval was; men vergeve mij dus de meening, dat ik een nuttig werk verricht door die uitvoerigheid.

Er is iets vroeger gezegd, dat de figuren alleen aan den buitenomtrek door lijnen van kristalophoopingens versierd zijn. Dit is een natuurlijk gevolg van de omstandigheid, dat in een vocht, waarin kristallen zijn opgelost, bij verdamping het eerst de kristalschieting begint op plaatsen, waar vaste lichamen aanwezig zijn. Wordt een staafje in het vocht gezet of een draad daarin gehangen, zooals bij het maken der kandijnsuiker geschiedt, dan bieden staaf en draad geschikte aanhechtingspunten voor de kristalvorming aan; zoo ook met de op het papier geworpene oplossingen. De aan den rand droog gebleven papier-

vezels reiken daar in het vocht; daar verdampt het ook het eerst en heeft het eerst de kristalschieting plaats. Brengt men, na het droog worden, een nieuwe laag vocht op het papier, dan komt dit met de eerstgenoemde kristallen in aanraking, en deze zijn de meest geschikte lichamen, om nieuwe kristallen aan zich te doen hechten; zoo gaat het bij het leggen van nieuwe vochtlagen steeds voort, en het is waarlijk verwonderlijk te zien, hoe de kristallen *van de verst verwijderde plaatsen naar de eerstgevormde worden heengetrokken*. Men make met de oplossing eene streep op het papier, van drie tot vier, ja zelfs van meer centimeters lengte en drie tot vier millimeters dikte, brenge er voortdurend, na elke opdrooging, zooveel vocht op als maar mogelijk is, en men zal zich de kristallen alleen aan de einden der streep zien ophoopen. Vormt men twee zulke strepen en doet men ze in een punt samen loopen, waardoor men den vorm eener V verkrijgt, zoodat de grenzen van het vocht twee hoeken vormen, welker beenen evenwijdig loopen, dan zal de buitenste, dat is, de hoek die de buitengrens der V maakt, aan zijn hoekpunt, al de kristallen ontvangen, de binnenste geen enkel. Het is dus volstrekt onmogelijk, om de boven beschrevene zware letters in het binnenste gedeelte met kristallen zich te doen overdekken. Al dompelt men zelfs een smalle strook papier geheel en al in de oplossing, en herhaalt dit zooveel malen als men verkiest, de kristallen hoopen zich slechts aan de randen, dat is, aan de doorsneden deelen van het papier op. Dewijl ik toch gaarne eene lange met kristallen bedekte strook had, ten einde die in het ultra-violet tot verlenging van het spectrum te gebruiken, heb ik 10 tot 12 dikke strepen van 2 decimeter lengte, dicht naast elkander gelegd. Na 20- tot 30-malige bevochtiging heb ik een tamelijk bedekte strook van heldergroene kristallen gekregen, die uitmuntend dienst doet in het ultra-violette deel van het spectrum.

Deze waarneming bracht mij op de volgende samenstelling der letters. Nadat de letter door een scherpe lijn van kristallen is omringd, of wel van het eerste oogenblik af aan, plaats ik met het penseel, in het lijf der letters, *zeer hooge* druppels van twee tot drie millimeter middellijn, op een afstand van een tot anderhalve millimeter. De kristallen vormen zich dan in den omtrek dier druppels, en het fraaie, dat zij nu te zien geven in het licht der meest breekbare stralen, kan ik inderdaad niet te sterk kleuren. De figuren bestaan uit doorschijnende paarden of wel uit zacht lichtende, zwevende vuurvonken.

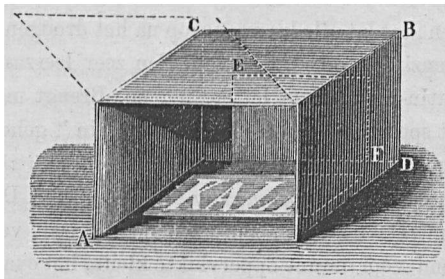
Voorbedachtelijk is het cyan-platin-magnesium eenigen tijd met rust gelaten, want al wat daarboven is gezegd heeft alleen betrekking op het cyan-platin-barium, -calcium en -kalium. Bij dit lichaam heb ik, behalve zijn tweeterlei kleur als men het op glas verspreidt (zie bl. 290) nog eene andere eigenschap ontdekt. Het gelukt met de oplossing van dit kristal zeer goed, om eene vlakke geheel rood te maken. Al spoedig ziet men, bij eene tamelijk sterke oplossing, geheel roode letters, rood over hare geheele oppervlakte, op het papier staan. Deze roode fluoresceeren *volstrekt niet*, zij blijven in het violette licht bijna onzichtbaar. Men kan ze echter op twee wijzen fluoresceerend maken: de eerste ontdekte ik zeer toevallig. Toen de letters niet spoedig genoeg wilden droogen, hield ik het papier boven het vuur, wat evenwel bij het droogen *voor geen der vier lichamen aan te raden is*. Weldra zag ik nu de kleur op de reeds drooge plaatsen geheel en al wegtrekken, en toen de hitte zoover werd voortgezet dat ik vreesde het papier te zullen verbranden, was de roode kleur geheel en al verdwenen, en had plaats gemaakt voor eene tint, die mij aan fluoresceerende lichamen herinnerde. Ik bracht het heete papier in de grijs verlichte kamer, en nu fluoresceerde het sterk met een groenachtigen glans. Een eenvoudig beadememen van de oppervlakte was genoeg, om de roode kleur weder sterk te doen optreden en de fluorescentie te doen eindigen. *Een sterk beadememen van de drie overige, op papier bevestigde kristallen maakt, zonder eenigen twijfel, de fluorescentie in 't oog vallend sterker*. Men kan ook, en dit is de tweede wijze, zonder verwarmen cyan-platin-magnesium-figures fluoresceerend maken, en wel door het binnen den omtrek der letters liggende deel zoolang met gedistilleerd water te wasschen, totdat alle kleur daarop na het droogen is verdwenen en alleen de omgrenzing rood is gebleven. Een zeer leerzame proef kan men met deze platin-magnesium letters nemen. Brengt men ze namelijk in het rood van het spectrum, dan ziet men ze daar in 't geheel niet, in het geel worden zij goed zichtbaar, *in het groen vertoonen zij zich inktzwart*, en in het violet en daarbuiten *groenachtig* fluoresceerend. Dat zwart worden is zeer leerzaam. De lichamen zijn, zooals wij reeds vernomen hebben, ondoorschijnend voor hunne oppervlakte kleur; het cyan-platin-magnesium laat de roode lichtstralen door en kaatst de complementaire kleur ervan; het groen namelijk, terug; het laat dus volstrekt geen groen door. Legt men derhalve de kristallen op wit papier, dat alle spectraalkleuren terugkaatst, dan zien wij het kristal in het doorschijnend witte licht slechts rood; wordt nu het papier, de onderlaag

of de drager van het kristal derhalve, verlicht enkel door lichtstralen die het platin-magnesium niet doorlaat, namelijk door groene, dan slorpt het deze geheel en al op, en het heeft derhalve geen kleur, het is zwart. Ik hoop dat de lezer het thans zal toestemmen, dat deze vier phosphoren wel een afzonderlijke behandeling verdienen.

Het zal misschien bij sommigen voor een groot bezwaar gelden, dat men tot opwekking der fluorescentieverschijnselen eene donkere kamer noodig heeft, van welke bovendien een der vensters door de zon moet beschenen worden, en dat dan nog wel het licht, door de in het venster gemaakte opening, een eind weegs zooveel mogelijk horizontaal in de kamer moet kunnen treden. Hoewel nu dit laatste altijd te bewerken is door aan de buitenzijde van het raam een draai-baren spiegel te brengen en door terugkaatsing van het licht op diens oppervlakte de zonnestrallen de geheele kamer door te voeren, valt het niet te ontkennen, dat er tot de proef nog al omslag behoort. Gelukkig evenwel, dat men de fluorescentieverschijnselen ook des avonds kan doen optreden, het onmiddellijk zonnelicht kan missen, en, indien men zich met een uitwerksel wil vergenoegen van een iets minderen graad, ook de donkere kamer door eene kleinere draagbare ruimte kan vervangen, die onmiddellijk aan het zonnelicht wordt blootgesteld.

Wat de laatstgenoemde inrichting betreft, een eenvoudige cigarenkist (A B fig. 11) is voldoende. Men neemt slechts uit den bodem der kist (in de figuur de achterwand B C D) een stuk E F weg, en zet in

Fig. 11.



de daardoor ontstane vierkante opening de drie bekende blauwe en violette glazen; vervolgens beplakt men de kist van binnen met dof zwart papier, en het instrument is in orde. Men legt nu de fluoresceerende stof in het kistje en keert de glazen E F naar de zon. Wil men het

deksel van de kist ook nuttig aanwenden, men lijme het dan met een strook papier of linnen aan den voorrand der bovenzijde vast; terwijl men de figuren in het kastje waarneemt, kan men met het deksel, zooals in de figuur door tittels is aangewezen, het bovenlicht afkee-

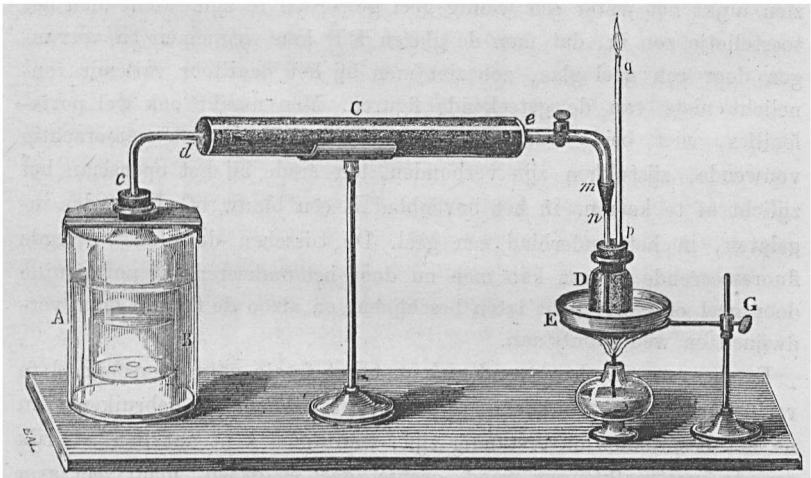
ren, en daardoor de uitwerking verhoogen. Als bovendien de beide zijstukken naar voren worden verlengd, dan is de lichtafsluiting nog meer voldoende. De met chinine-, aesculine- of daturine-oplossing geschreven letters, op den bodem van het kastje gelegd, vertoonen zich heerlijk blauw of groen, de barium-, kalium- en calcium-platin-cyanuurfiguren fonkelen als goud. Leg in de doos een stuk wit papier; giet daarop eene hoeveelheid schoon water, zoodat het er twee of drie millimeters hoog opstaat, werp op dien grooten waterdruppel een weinig kastanjabastpoeder, en na een halve minuut ligt daar de druppel in het door het glas vallende violette zonnelicht met een onnavolgbaar, prachtig schitterend, blauwe kleur getooid; buiten het kastje gezien blijkt het water een weinig geel geworden te zijn. Richt men het toestelletje zoo in, dat men de glazen E F kan wegnemen en vervangen door een geel glas, zoo ziet men bij het daardoor vallende zonnelicht niets van de geteekende figuren. Men maakt ook wel portefeuilles, wier beide kartonnen buitenbladen door, zich waaierachtig vouwende, zijstukken zijn verbonden, ten einde bij het openslaan het zijlicht af te keeren. In het bovenblad is een blauw of violet glas ingelaten, in het onderblad een geel. De tusschen de bladen gelegde fluoresceerende figuren kan men nu door het omkeeren der portefeuille door geel of violet licht laten beschijnen, en alzoo de figuren doen verdwijnen en weder ontstaan.

En hoe nu in den avond zich met het fraaie natuurverschijnsel te verlustigen? Daartoe kaars- of lamp- of gaslicht te gebruiken, zou na het besprokene onverstandig zijn, want men kent dat licht als rijk aan de spectraalkleuren, rood, oranje, geel en groen, maar zeer arm aan de meer breekbare kleuren, die toch noodig zijn, om de fluorescentie te doen optreden. Magnesiumlicht, door het verbranden van een magnesiumdraad voortgebracht, is tamelijk rijk aan blauwe en violette spectraalkleuren, en toch blijven, vreemd genoeg inderdaad, de figuren met cyan-platin-barium-, calcium-, kalium-, en-magnesium geteekend, bij dat licht totaal werkeloos. (Zie het Naschrift). Het licht schijnt dus daartoe wel zeer rijk te moeten zijn aan chemische of meer breekbare stralen. Het elektrisch kolenlicht, dat der elektische vonk en nog van andere elektrische lichtbronnen, is zeer geschikt voor de proefneming; ook zwavel of phosphorus, in zuurstof verbrandende, kunnen dienst doen. Ik ga evenwel eene inrichting beschrijven, die een licht geeft, dat van alle kunstlichtbronnen het rijkste is in violette en ultra-violette stralen, een licht, dat in den

avond het inderdaad magische van de fluorescentie nog sterk verhoogt en wondervoller maakt. De inrichting zal schijnbaar zeer samengesteld zijn, en moeielijk tot stand te brengen; maar dit is volstrekt niet meer dan schijn; in weinig tijds is men er mede gereed, en als men haar eenmaal bezit, kost het weinig geld en moeite om haar in gang te zetten.

Fig. 12 stelt den geheelen toestel voor, zooals ik dien reeds jaren gebruik. De vinding behoort aan Babo; de eenvoudigheid in mijne samenstelling is het gevolg van de omstandigheid, dat ik over weinig geld en weinig chemische apparaten had te beschikken. De schets is op een zevende der ware grootte gebracht. A stelt een glas voor, dat 3 tot 4

Fig. 12.



liters vocht kan bevatten, B een gewone flesch, in welker bodem eenige gaten zijn geboord ter grootte van een halve cent; zij is gesloten door een doorboorde kurk, waarin een rechthoekig omgebogen glazen buis *c d* is gestoken, van 6 tot 7 millimeters wijdte; buis en kurk zijn met lak of hars aan elkander en op de flesch luchtdicht bevestigd; zij behoeven elkander nimmer te verlaten; de flesch rust met haren hals op twee plankjes, waaruit twee halfeirkelvormige stukken aan den rand zijn weggesneden, zoodat deze den hals omvatten; de plankjes rusten op den rand van het glas A. De buis *c d* gaat met haar einde *d* weder door een andere kurk, die in een buis C sluit, van 4 centimeters wijdte en 30 centimeters lengte; deze laatste is op dezelfde wijze aan haar andere einde gesloten met een doorboorde kurk, waardoor een

glazen kraan $e m$ reikt. Het einde dier kraan is bij m van een gom-elastieken buisje voorzien, waardoor ook de glazen buis n wordt omvat, die weder door een kurk gaat en tot op den bodem van het fleschje D reikt. Laatstgenoemde kurk sluit het fleschje D en heeft een tweede opening, die de buis $p q$ omsluit, welke gelijk met het ondervlak der kurk in het fleschje uitmondt. De buis $m n$ is zoo wijd als $c d$; de buis $p q$ heeft slechts 2 millimeters wijdte en is 15 centimeters lang. Het fleschje D is ongeveer 7 centimeters hoog en 35 millimeters wijd; het staat in een schaalte E , dat gedragen wordt door een metalen ring, die aan een standertje G is verbonden. Onder het uitdampschaaltje E wordt een alcoholampje geplaatst. Men ziet, dat iemand die een weinig handigheid bezit, de heele inrichting gemakkelijk kan tot stand brengen. Wil men nu alles voor het gebruik toebereiden, zoo begint men met de flesch B weg te nemen en de buis uit de kurk d te trekken. Door de onderopeningen werpt men eenige smalle koperspanen, rolt die daartoe elk afzonderlijk een weinig op, of vouwt ze in allerlei bochten om, opdat zij door de bodemopeningen in de flesch kunnen vallen, en daar, zonder heel veel punten van aanraking met elkander te hebben, zich los op elkander kunnen plaatsen; drie vierde gedeelte der flesch wordt alzoo gevuld; men heeft dan voor langen tijd genoeg; daarna vult men de buis C met drooge gebluschte poederkalk, brengt de kurken d en e met hare buizen op hare plaats, en maakt ze met een weinig lijnmeelpap dicht; vervolgens vult men het fleschje D met watten of boomwol, die met zwavelkoolstof goed bevochtigd zijn, zet de kurk met hare beide buizen bij n op hare plaats en maakt haar ook, even als d en e , met lijnmeelpap goed dicht, zoowel rondom den hals der flesch als rondom de buizen n en $p q$; men sluit de glazen kraan en giet ongeveer 75 centiliters of een liter salpeterzuur met even zooveel water gemengd in het wijde glas A . De koperspanen in B blijven nu genoegzaam allen droog, omdat de lucht uit de flesch B niet kan ontsnappen. Zoodra echter de kraan bij e geopend wordt, treedt er vocht in de flesch B , en de lucht wordt nu door C , de buis $m n$, de flesch D en de opening bij p in den dampkring gedreven. Oogenblikkelijk heeft er door de scheikundige werking van het zuur op de koperspanen gasontwikkeling plaats; er ontstaat stikstofoxydegas, dat door de kalk in C tredende wordt gezuiverd en gedroogd voor zoover dit noodig is. Het stikstofoxydegas treedt nu met de zwavelkoolstofdamp vereenigd uit de buis p . Na eenige oogenblikken te hebben gewacht, *totdat*

de dampkringslucht uit den geheelen toestel is gejaagd, anders zou er een kleine ontploffing kunnen plaats hebben, steekt men het gas bij *p* aan; er ontstaat dan een ongeveer 4 centimeters hooge vlam, die men door openen of gedeeltelijk sluiten der kraan kan regelen. In het bakje *E* heeft men water gegoten; men houdt dit met de *kleine* er onder geplaatste alcoholvlam tot op 20° tot 30° C. warmte; hierdoor wordt de verdamping der zwavelkoolstof begunstigd. Men mag het water vooral niet warmer maken; want dan dringen er druppels zwavelkoolstof in de buis *p q*, die de vlam doen schokken en wankelen. Men ziet, dat de toestel bij *A B* de navolging is van een Doebereiner lamp, wier inrichting ik zeer gemakkelijk heb gemaakt door de in de flesch geboorde gaten. Na den toestel gebruikt te hebben zet men de flesch *B* in het water, de lucht dringt door de buis *c d* er uit, zij loopt dus vol, men kan haar reinigen en de koperspanen voor een nieuwe proef er inlaten; ook het zuur en de kalk kunnen meermalen worden gebezigd.

Het vlammetje *q* heeft een alleropmerkelijkst schoon, blauw licht. Wanneer men het door het prisma ontleedt, is het violette einde zeer lang en krachtig. Al de fluoresceerende stoffen, vooral de platina-zouten onder den vermelden vorm, lichten zeer sterk, daar hare werking door het zwak lichtgevend vermogen van de vlam nog verhoogd wordt. Prachtvol zachtgroen vertoont zich het uraniumglas; eenige voorwerpen van dit glas om het licht heen gezet, daar tusschen eenige glaasjes met aesculine-, daturine-, chinine-, lakmoes-, curcuma-oplossing verspreid, en dit alles vergezeld van teekeningen met die oplossingen of de platina zouten op wit papier ontworpen, zoo verkrijgt men een wondervol schouwspel, waaraan men zich niet kan verzadigen. Het vervangen der blauwe vlam door kaars- of lamplicht doet plotseling al het schoon verdwijnen. Indien men de handen en het aangezicht met de aesculine oplossing bestrijkt, en zich door de zwavelkoolstof-vlam laat beschijnen, krijgt de huid een allervreemdste tint. In het voorbijgaan zij opgemerkt, dat de aesculine blauw en de daturine groen, de chinine blauw, de lakmoes oranje, de curcuma-oplossing donkergroen fluoresceert, en wel met buitengewone sterkte. Hoogst opmerkelijk is het chemisch vermogen van dat licht. In 10 seconden tijds werden voorwerpen, door dit licht beschenen, ge-photographieerd, en dat geschiedde derhalve bij een licht, dat te weinig kracht bezat om er bij te kunnen lezen.

Ik heb verzuimd van nog eene stof gewag te maken, die zich, door dat licht beschenen, en ook in het spectraal violet licht, bloedrood

voordoeft, terwijl zij bij doorvallend licht schoon groen is, die derhalve lichtwerkingen openbaart, welke juist het omgekeerde zijn van die, waarop bij het cyan-platin-magnesium opmerkzaam is gemaakt, welke stof toch bij doorvallend licht rood, bij teruggekaatst groen is: beide kleuren zijn bij die twee lichamen merkwaardig overeenstemmend. De bedoelde stof is het bladgroen of het chlorophyl. Men bereidt die het zuiverst door brandnetels te koken, het water weg te werpen, de overgeblevene, zeer weeke bladeren uit te persen, ze tusschen vloeipapier goed te droogen, dan in een flesch te werpen en ze met zwavel-ether te overdekken. Na korten tijd giet men het groene vocht er af en kan dit dan met ether verdunnen. Ik heb het op deze wijze verkregen chlorophyl in een tijdsverloop van vier jaar niet het geringste zien veranderen. De klacht is anders vrij algemeen, dat het chlorophyl spoedig zijne fluoresceerende werking verliest.

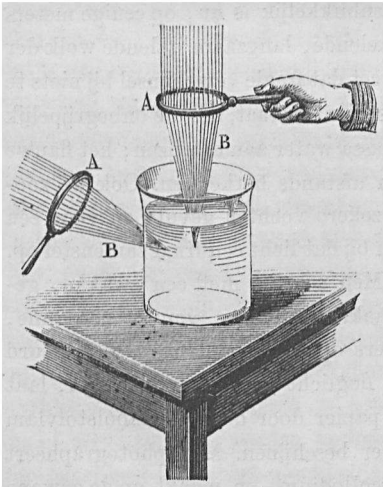
Nog een paar proeven, die met het wondervolle kunstlicht, boven omschreven, genomen zijn, kan ik niet onvermeld laten. Vroeger is eene proef, met den kastanjabast te nemen, vermeld; men richte die thans op de volgende wijze in. Een hoog suikerglas vult men met zeer helder water; men plaatst dit dicht bij de blauwe, door zwavelkoolstofdamp en stikstofoxyde gevoede vlam, en werpt er een paar kleine stukjes van den kastanjabast op. Oogenblikkelijk is nu, op eenige meters afstand zelfs, de helderblauwe, kronkelende, langzaam dalende wolk der fluoresceerende aesculine te zien. Ik weet dat fraaie verschijnsel bij niets te vergelijken. Geen scheikundige is misschien in staat, om die onbegrijpelijk zwakke sporen van aesculine in die massa water aan te wijzen; het flauwe lichtje doet die stof op eenige ellen afstands herkennen. Ook de zogenoemde buizen van GEISSLER met zekere vochten gevuld en voor een deel van kanarienglas geblazen, leveren bij dat licht een fraai zamenstel op.

De tweede proef bestaat hierin. Men schrijft met een zwakke, genoegzaam ongekleurde, versch gemaakte oplossing van de aesculine, daturine of chinine eenige zware letters op een zeer flauw geel gekleurd dof papier, zoodat zij er bij gewoon daglicht niet op te zien zijn, laat de figuren drogen en doet het blad papier door de zwavelkoolstofdamp in de voor het overige donkere kamer beschijnen. Men photographieert nu dat papier op de gevoelige laag collodium, en maakt op de gewone wijze van het negatief een positief beeld. Na de geheele bewerking is afgelopen, ziet men de letters donker gekleurd op witten grond staan. Dit mag men dus met recht noemen: *een photogram van het onzichtbare.*

Dat onzichtbare geldt dan evenwel slechts met betrekking tot gewoon daglicht, want bij bovengenoemd licht en in het bekende grijze licht zijn de figuren zeer goed zichtbaar.

De merkwaardige fluorescentieverschijnselen zijn dus eenigszins onafhankelijk gemaakt van het bezit eener donkere kamer en ook van het onmiddellijke zonnelicht. Is het ons echter eenvoudig te doen om de fluorescentie in eene beperkte ruimte te zien optreden, dan heeft men niets noodig dan een vergrootglas, brandglas of bolle lens, een bierglas en de reeds meer gemelde fluoresceerende oplossingen. Men giet, bijvoorbeeld, de chinineoplossing in het glas, zet dit in het onmiddellijke zonnelicht en houdt nu de lens A (zie fig. 13) zoodanig tusschen de zon en het vocht, dat de lichtkegel B, die aan de tegenovergestelde zijde uit het brandglas treedt, de oppervlakte der vloeistof bereikt. Men kan nu de lens naderbij het vocht en er verder af brengen, waardoor de lichtkegel B dieper of minder diep in de oplossing dringt. De kleur van den kegel is zeer schoon blauw, en men kan hem onder die kleur een eind wegs in het water volgen. Het is een zeer liefelijk gezicht, dat fraai gekleurde ondoorschijnende lichaam zich zoover in het voor het overige heldere water te zien uitstrekken.

Fig. 13.



Nog schooner valt de proef met de aesculine of het aftreksel in alcohol van den kastanjebast uit. De lichtkegel is daarin prachtig hemelsblauw, terwijl bij doorvallend licht het vocht geelachtig bruin is. Doet men op dergelijke wijze des avonds bij een petroleum-vlam den kegel van licht ontstaan, zoo is de fluorescentie ook zeer goed zichtbaar.

Bij gebruik van het eenigszins gele aftreksel in alcohol van de gestampte zaden des doornappels (*Datura stramonium*) ontstaat een schitterende groene kegel. Ook dezen kan men bij petroleumlicht zeer goed zien.

Eene oplossing van curcuma in alcohol geeft een olijfkleurige donkergroenen kegel, die ook bij petroleumlicht zichtbaar is. Het vocht zelf is bij doorvallend licht donkergeel.

De door alcohol verkregen oplossing van lakmoes, die bij doorvallend licht helder rood is, vertoont een krachtvollen oranje-kegel, die ook bij petroleumlicht uitmuntend goed is waar te nemen.

De tot hiertoe genoemde zes stoffen zijn voor eene zeer sterke verdunning vatbaar. Een enkel voorbeeld mag dit bewijzen. Een reageerbuis had ik gevuld met eene bruingele aesculine-oplossing; de buis werd geheel ledig gegoten en op nieuw met water gevuld; de blauwe kegel was toen nog zeer sterk; de buis werd op nieuw geledigd en andermaal met schoon water gevuld, en nog was de fluorescentie duidelijk te zien. Ten einde aesculine en daturine krachtig te doen werken, behooren de oplossingen versch bereid te zijn; zij verliezen na eenige weken haar fluoresceerend vermogen.

Met het chorophyl of het bladgroen in ether opgelost hebben wij reeds kennis gemaakt. De bloedroode kegel is hier zeer opmerkelijk; hij is ook zeer goed bij petroleumlicht te zien; het vocht bij doorvallend licht gezien is donkergroen. Eene geconcentreerde oplossing is hierbij wenschelijk. De lakmoes-, curcuma- en chlorophyl-oplossingen kan men jaren lang voor het hier besproken doel gebruiken.

De ongezuiverde, bruine petroleum fluoresceert zeer sterk. De kegel is heerlijk blauw, terwijl het doorvallend licht de vloeistof sterk donkerbruin kleurt. Men wordt ook in de gezuiverde petroleum de blauwe fluorescentiekleur gewaar, evenals men die opgemerkt ziet bij al de genoemde stoffen, wanneer men ze zonder lens bij opvallend daglicht beschouwt, vooral zoo men van boven in de vloeistof ziet.

Wanneer men de ongezuiverde petroleum op de verdunde aesculine-oplossing giet, en met het brandglas den lichtkegel door de petroleumlaag in het onderliggend vocht doet dringen, vertoont zich de lichtkegel in 'de aesculine groen. Door zulk een op elkander plaatsen van vochten kan men fraaie uitwerkselen verkrijgen. Laat men den lichtkegel in het bekende kanariën- of uranium-glas dringen, waartoe alleen een dik stuk, een kubus bijvoorbeeld, dienen kan, zoo verkrijgen wij een smaragd groenen kegel; ook bij petroleumlicht is deze zoo zeer goed waar te nemen.

De sierlijke lichtkegels, die wij bij het gebruik van een brandglas deden ontstaan, zullen wij thans eene nuttige strekking doen verkrijgen, om den aard van het fluoresceerend licht te onderkennen. Het is toch duidelijk gebleken, dat het opgewekte of voortgebrachte fluoresceerende licht over het algemeen niet de kleur bezit van dat, wat

er de oorzaak van was, dat is van de werkzame, de opwekkende of voortbrengende lichtstralen derhalve. Duidelijk bleek dat in het violette licht van het spectrum en het grijze licht in de donkere kamer. Door een paar proeven met de lichtkegels zullen wij daarvan nog meer overtuigd worden.

In de zwavelzure chinine-oplossing wordt met de lens de blauwe lichtkegel voortgebracht; men houdt nu een donkergeel gekleurd glas in B (zie fig. 13) tusschen de lens en de oplossing, *en de kegel verdwijnt*, omdat het gekleurde glas de meest breekbare stralen, die de fluorescentie moesten opwekken en de atomen doen medetrillen, niet doorlaat. Het gele glas wordt nu weggenomen, tusschen het oog en den kegel geplaatst, en *nu ziet men hem weder*, hoewel minder helder dan zonder het glas. Het licht dat in de oplossing viel moet derhalve veranderd zijn. Stel eens, om dit goed in te zien, dat alleen de blauwe en violette stralen van het zonlicht de oorzaak waren van den blauwen kegel; daar nu het gele glas de fluorescentie doet ophouden, is dit een bewijs, dat het gele glas geen blauw en violet licht doorlaat. Neemt men nu het glas uit deze *eerste stelling* weg, en plaatst men het in de *tweede stelling* tusschen het oog en den weer aanwezigen lichtkegel, dan zal, als deze dezelfde kleuren heeft behouden van de opwekkende stralen, dat is blauw en violet, de kegel door het glas heen *niet* gezien kunnen worden, en daar men hem nu *wel* ziet, moet dat blauwe en violette licht veranderd zijn door de chinine-oplossing. Nog een voorbeeld. Toen de oranje kegel in de lakmoes-oplossing was ontstaan, werd een donkerrood glas tusschen lens en oplossing, dat is in de eerste stelling, gebracht, en de kegel verdween. Daarna deed men het roode glas de tweede stelling innemen, en nu zag men den kegel, en wel rood gekleurd. De lezer zal hier dezelfde redeneering op kunnen toepassen, die boven gevolgd is.

Met nog meer voorbeelden zou het kunnen bevestigd worden, dat het opgewekte licht anders is samengesteld dan het voortbrengende; onder deze mag het volgende niet onvermeld blijven. Als men de lichtstralen, die door een chinine-oplossing zijn gegaan, door een tweede dergelijke oplossing voert, kunnen zij in die tweede geene fluorescentie opwekken. De fluoresceerende stralen worden door de eerste oplossing opgeslorpt. Eveneens absorbeert glas en zwavelkoolstof voor een groot deel de stralen, die de fluorescentie tot stand brengen. Maar van welken aard is nu de verandering, die het oorspronkelijke licht in het fluores-

ceerende ondergaat? Om die te kennen, moet men het fluoresceerend licht ontleden, dat is het prisma gebruiken. Welnu, dit heeft ons geleerd, dat de opwekkende of oorspronkelijke lichtstralen altijd in de fluoresceerende stof licht voortbrengen, waarbij de ethergolven langer zijn dan bij dat opwekkende licht, of ten hoogste gelijk in lengte aan deze. Daar wij nu gezien hebben dat het bij de ethergolven eveneens gesteld is als bij de geluidsgolven, en van twee toonen diegene het laagste is, welke de grootste luchtgolven bezit of het minst aantal malen in de seconde trilt (zie bl. 265), zoo kunnen wij bovengenoemde waarheid korter uitdrukken en zeggen: *het opgewekte licht is altijd of lager dan of even hoog als het opwekkende*. Alzoo kunnen de lichttrillingen, van eene bepaalde snelheid, in de lichamen slechts trillingen van dezelfde of eene geringere snelheid doen ontstaan, maar nimmer dezulke, die eene grootere snelheid bezitten. Het spreekt dus van zelf, dat in het spectrum van het licht, door fluorescentie opgewekt, schier nimmer rood of oranje, maar altijd groen, blauw of violet voorkomt. Deze waarheid geldt ook voor de phosphoresceerende lichamen die reeds op bl. 270 zijn genoemd; trouwens wij hebben daar gezien, dat de phosphoren slechts daarin van de fluoresceerende stoffen verschillen, dat de eerste langer de lichtwerking in zich bewaren dan de laatste.

Thans bemerkt de lezer ook, waarom de laatstgenoemde lichamen het ultra-violette deel van het spectrum zichtbaar maakten. De lichttoon was daar *te hoog* om door ons te kunnen worden waargenomen, en nu stende de chinine-, curcuma-oplossing, het uranium-glas, enz. den lichttoon *lager* en maakte dien alzoo waarneembaar. Maar wat is de oorzaak van dat lager worden, van die grootere en minder snelle trillingen? Daaromtrent is de volgende hypothese geuit. — Het is in de laatste jaren onomstootelijk bewezen, dat er in de natuur niet de geringste werking of kracht als geheel nieuw, zonder aan reeds bestaande krachten haar oorsprong te danken, kan geboren worden, noch ook een enkele kracht kan verloren gaan. Waar schijnbaar eene nieuwe kracht optreedt, daar is dat ongetwijfeld geschied ten koste eener andere kracht, al kan dat ook niet bemerkt worden. Zoo ook, waar eene kracht of hare uitwerking schijnbaar verdwijnt, daar is er, voor ons vaak onzichtbare, arbeid door haar verricht, en uit dien verrichten arbeid moet dat schijnbaar verlorene altijd weder kunnen optreden. Er is gezegd, dat het licht door trillingen in den ether wordt voortgeplant, die niet alleen de hemelruimte vult, maar ook de kleine ruimten tus-

schen de weegbare atomen der lichamen. Als nu die etherschommelingen in het lichaam, dat zij treffen, niet alleen den daarin aanwezigen ether, maar ook de zware atomen, waaruit het lichaam bestaat, in slingeringen brengen, dan wordt dat lichaam *zelflichtend*, het licht klinkt in het lichaam dan als het ware mede of wel na; de zware stofdeelen begunstigen de lichtkracht of wel het nog eenigen tijd voortduren der lichtopwekkende etherslingeren. Duurt dat naklinken slechts zeer kort, houdt dat medetrillen der atomen gelijktijdig met het licht, dat die werking opwekte, op, of duurt het slechts zoo kort, dat wij het nalichten, zelfs door middel van de daartoe meest zinrijk samengestelde werktuigen, niet kunnen waarnemen, dan noemt men zulke lichamen fluoresceerend; maar duurt het nalichten langen tijd, zoodat het, hoe zwak of hoe kort dan ook, te zien is, zoo noemt men de lichamen, die deze eigenschap bezitten, phosphoren of phosphoresceerend. Deze verschijnselen hangen ontegenzeggelijk niet alleen van den aard van het licht, maar ook van de samenstelling des lichaams af. De atomen moeten in meerderen of minderen graad door het een of ander licht in schommeling kunnen gebracht worden.

Het lager stemmen van den opwekkenden lichttoon door al die lichamen is nu ook te verklaren. Wanneer toch de ethertrillingen niet alleen den ether in het lichaam, maar ook zijne atomen in schommeling brengen, zoo moet dat noodzakelijk geschieden ten koste van de opwekkende lichtkracht, want deze heeft meer arbeid verricht; de ethertrillingen moeten dus in het getroffen lichaam minder snel plaats grijpen, waarvan eene lagere stemming van het licht, een mindere breekbaarheid, het gevolg is. Dit alles wordt door de ondervinding bevestigd, en er zijn in overvloed proeven van gegeven.

Het blijkt; onder meer anderen ook uit de verschijnselen met de fluorescentiekegels, waarvan op bl. 304 is gesproken, dat het zónlicht rijk moet zijn aan ultra-violette stralen, want de minst breekbare stralen dooven eerder de fluorescentie en phosphorescentie uit, dan dat zij die opwekken. Een verbazingwekkende uitwerking van de lichtgevende kracht, die deze ultra-violette stralen aan de lichamen schenkt, heb ik op de volgende wijze verkregen.

Even als reeds vermeld is, teekende ik met eene versch bereide, ongekleurde aesculine-oplossing, en ook met de oplossing der chinine, eenige letters op wit papier; zij waren alleen bij nauwkeurige waarneming te zien; daarna bestreek ik een stuk wit papier geheel en al

met dezelfde aesculine-oplossing, met uitzondering van enkele plaatsen, die, van de aesculine bevrijd gebleven, letters vormden. Na het droogen ging ik naar een photograaf, en verzocht hem, die beide papieren bij gewoon daglicht, op de gewone wijze te photographeerden. Ik bevestigde het papier op een vertikaal staande plank, hing er een vel papier, met gedrukte letters voorzien, over heen, ten einde het hem gemakkelijk te maken om het beeld der schijnbaar witte vellen in het brandpunt van zijn toestel te brengen, en nam, nadat dit geschied was, het gedrukte blad weg. Ik had den man niet gezegd, waarom ik zijn dienst had ingeroepen. Hij ging verder aan het werk, liet het licht op mijn verzoek slechts zeer kort werken, en waarlijk het was eene zonderlinge geschiedenis hem met de grootste verwondering met het negatief terug te zien komen, waarop groote letters zeer duidelijk te zien waren. Nadat de beelden positief waren gemaakt, stonden bij het eerstgenoemde papier vrij donkere letters op eene lichte oppervlakte, en bij het tweede lichte letters op een donkeren grond. De aesculine-atomen toonden zich alzoo vatbaarder om door de trillingen van de ultra-violette stralen der zon te worden aangedaan dan het witte papier; de aesculine verlaagde wel die stralen van toon, maakte deze wel minder breekbaar; maar die stof bleek toch altijd rijker aan meer breekbare en dus chemische stralen te blijven dan het papier. Ziedaar naar mijn inzien de oorzaak dier verrassende uitwerking. Men merke intusschen wel op, dat de letters *voortdurend* aan de werking van het licht blootstonden; de phosphorescentie toch is veel te zwak om chemisch te werken, wanneer zij alleen het gevolg is van een enkele insolatie of blootstelling aan het zonnelicht. BECQUEREL vond dat het lichaam een millioen maal kort achter elkander in het zonnelicht moest worden gebracht, om door de opgenomen lichtwerking in een half uur tijds een photographisch beeld te verkrijgen.

Tot hiertoe heb ik geen enkele proef medegedeeld, of ik heb die zelf genomen; daarom konde ik de herhaling er van aan den lezer gemakkelijker maken, dan dit met behulp der meeste leerboeken geschieden kan. Thans wil ik deze laatste regelen meer bepaald doen dienen, om in korte trekken de *phosphorescentie*-werkingen uit elkander te zetten, en zal dit doen meestal op het voetspoor van anderen.

Ik heb eens in mijne jeugd hooren vertellen, dat de Kampenaars (want deze moesten, het kostte wat het wilde, alle mogelijke domme streken begaan) een gemeentehuis hadden gebouwd, zonder lichtramen

of vensters erin; toen men vroeg aan de raadsleden, hoe zij nu toch wel licht zouden krijgen, zouden zij geantwoord hebben: och, wij gebruiken dat huis alleen in den avond, en als wij het overdag noodig hebben, leggen wij maar eenige opene zakken in de zon, binden ze dan dicht, brengen ze naar binnen en maken ze dan open, dan kunnen wij toch zien." Men heeft waarlijk bij het debiteeren van die aardigheid zeker niet gedacht, dat men eenmaal zou ontdekken dat het zonlicht kan bewaard worden, wel niet in die mate dat men er een wonder mede zou kunnen doen als het bovenvermelde, maar toch, dat men in staat zou zijn licht te kunnen waarnemen, dat aan de lichamen als het ware kleeft en daarin uren achtereen kan bewaard blijven.

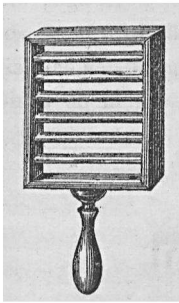
Inderdaad wij kunnen verzekerd zijn dat elk lichaam, misschien niet één uitgezonderd, uit het zonlicht in eene zeer donkere kamer gebracht wordende, daar zou kunnen worden gezien, indien de verplaat-sing maar snel kon geschieden. Er is op bl. 270 de omstandigheid vermeld dat salpeterzuur-uraniumoxyde, papier, stijfsel, lang de lichtkracht behouden. Ik heb zwavelcalcium met koolpoeder in een platinakroes witgloeiend gemaakt, de witte aan elkander hechtende stukjes zoo groot mogelijk gelaten, en in een door verhitting bijna luchtledig gemaakt glazen buisje gesloten, door het dicht te smelten; daarna heb ik, toen de stof was bekoeld, het buisje met zijn inhoud verlicht door een magnesiumdraad te verbranden; vervolgens is het vier uren achtereen in eene donkere ruimte gesloten, en toen verspreidde het bij volkomen afsluiting van het licht nog lichtstralen, die alweder aan de lichtende phosphorusdampen herinnerden. Thans, na het drie jaar te hebben bezeten, is de nalichtende kracht merkelyk verzwakt en duurt slechts bij dezelfde verlichting, door het verbranden van drie centimeters magnesiumdraad van $\frac{3}{4}$ millim. dikte voortgebracht, anderhalf uur. Ook thans bleek mij weder, hoe de uitwerking verhoogd wordt, wanneer men zich in een zeer donkere kamer plaatst, de oogen bovendien ongeveer 5 minuten sluit, en dan plotseling de phosphoresceerende stof beziet.

Onder al de phosphoresceerende stoffen bekleeden zwavelcalcium, zwavelbarium en zwavelstrontium of de alcalische aarde eene eerste plaats. De namen calcium en barium brengen ons te binnen welk een rol zij speelden in de verbindingen met platina. Het is aan BECQUEREL gelukt verschillende calciumverbindingen door verschillende graden van gloeiing en onder verschillende omstandigheden in dier voege fluoresceerend te maken, dat na blootstelling aan het zonnelicht (insolatie) de eene dier

stoffen roodachtig oranje, een tweede geel, een derde groen, een vierde indigo-blauw en een vijfde violet licht in eene donkere ruimte uitstraalt. De verschillende samenstelling en bereiding, wat de verhitting aangaat, dier lichamen bewijst, dat niet alleen de aard van het opwekkende licht, maar ook die van het aangedane lichaam invloed uitoefent op het licht, dat daardoor wordt verspreid, en den duur ervan.

Er komen thans reeds in den handel als speelwerktuigen raampjes

Fig. 14.



voor, waarvan fig. 14 eene afbeelding geeft. De dwars in het houten raampje liggende staaftjes, die aan het geheel een roostervormig aanzien geven, zijn platte glazen buisjes, gevuld met de bovengenoemde gegloeide calciumverbindingen; deze komen hier onder den poedervorm voor, vullen de buizen geheel en al en geven er het voorkomen aan alsof het witte porceleinen staaftjes zijn. Plaatst men nu vooraf eenige personen in een donker vertrek, en houdt men hun het raampje voor, zoo zien zij er volstrekt niets van; begeeft men zich dan naar eene door de zon

verlichte, of door violet licht bestraalde kamer, houdt men daar het raampje 4 tot 8 seconden in het licht of zelfs in verstrooid daglicht, dan zien alle aanwezigen, bij de terugkomst in de donkere kamer, de buisjes onbeschrijfelijk liefelijk glanzen met een zacht oranje, geel, groen enz. licht, dat eenigen tijd aanhoudt en eindelijk verdwijnt. Heeft men den waarnemer verzocht om gedurende de afwezigheid van het raampje de oogen te sluiten en ze bij de terugkomst te openen, zoo doet zich het lichteffect veel krachtiger en langduriger voor.

Bij deze proefneming duurde het nalichten lang genoeg, om zich in dien tijd van de lichte naar de donkere kamer te kunnen verplaatsen; maar meestal is de phosphorescentie te kortstondig om de verplaatsing in zulk een korten tijd te bewerken. BECQUEREL heeft daarom een middel bedacht om dat overvoeren van de voorwerpen uit het licht in de duisternis te vermijden, maar in de plaats daarvan het lichaam te doen blijven waar het is en, na het te hebben verlicht, plotseling het licht af te sluiten. Het werktuig, door hem daartoe gebruikt, heeft hij *Phosphorescoop* genoemd. Fig. 15 en 16 (volg. bl.) geven eene afbeelding van zijne voornaamste deelen.

Men stelle zich voor een ronde bliken doos, een platten cylinder derhalve; fig. 16 vertoont daarvan een doorsnede midden door deksel

en bodem; $a a_2$ en $a a_1$ zijn dus de doorsneden van het deksel en den bodem of liever der tegenoverliggende wanden, terwijl $a a$ en $a_1 a_2$ de doorsneden voorstellen van den omgebogen wand; $a a_2$ noemen wij voortaan rechter- en $a a_1$ linkerzijde van den cylinder. Binnen de doos liggen nog twee cirkelvormige wanden $b b'$ en $b b_1$, evenwijdig aan den rechter- en linkerwand, zoodat de cylindervormige ruimte daardoor is verdeeld in drie dergelijke ruimten. Al die cirkelvormige platen zijn in het midden doorboord door een as $m n$, die vrij in de vier wanden draaien kan. Op deze as zijn twee schijven R R en S S bevestigd, die derhalve met de as mede draaien; tusschen elke ruimte $b b_1 a_2 a$ en $a a_1 b_1 b$ bevindt zich er een, zooals de figuur ook aangeeft, en daar zij iets kleiner middellijn hebben dan de doos kunnen zij vrij in de beide

Fig. 15.

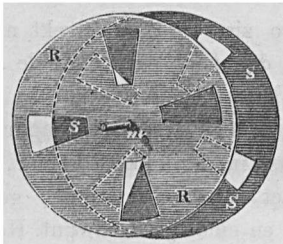
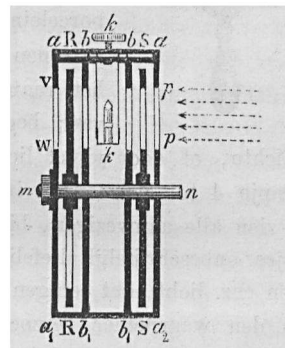


Fig. 16.



buitenste cylindervormige ruimten rondloopen. De beide genoemde schijven R R en S S zijn, zooals zij op de as m zijn bevestigd, in fig. 15 voorgesteld. Elk van haar bevat 4 eenigszins sectorvormige gaten, die in beiden even groot zijn en even ver van elkander staan; de schijven zijn echter in dier voege op de as m gehecht, dat de gaten niet paar aan paar met elkander overeenstemmen, maar verspringen, zoodat men nimmer door twee gaten gelijk zien kan, als men er recht voor staat. Even groote of liever een weinig kleinere gaten zijn ook in de vier wanden van de doos gemaakt; deze echter liggen allen recht over elkander; $p q$ en $v w$ stellen in fig. 16 de beide buitenste dier openingen voor; wat met dikke zwarte lijnen is geschetst zijn gesloten plaatsen. Zijn nu de beide schijven R en S nog niet op hare plaats gebracht, dan kan men door die vier openingen heenzien; het zonlicht, dat dan,

van de rechterzijde komende, door $p q$ treedt, verlaat de doos rechtlijnig door $v w$. Zet men evenwel de schijven R en S van fig. 15 op hare plaats, dan kan men, hoe deze ook gericht zijn, nimmer het licht gelijktijdig door $p q$ en $v w$ doen treden, want als er een opening van de schijf S voor $p q$ is, ligt er een gesloten schijfdeel van R voor de opening $v w$. Draait men de as $m n$ rond, terwijl er zonlicht van de rechterzijde door $p q$ treedt, dan is aan de linkerhand niets van dat licht te zien.

Stel nu eens dat men wil onderzoeken of een lichaam nalicht of phosphoresceert; men plaatst het dan in een raampje $k k$, dat men uit de doos kan lichten, en kleeft het met een weinig was op den bodem van het laatstgenoemde vast (zie fig. 16); vervolgens bevestigt men het werktuig met de opening $p q$ voor een gat in het venster, waardoor zonlicht treedt in de voor 't overige zeer donkere kamer; de waarnemer plaatst zich op eenigen afstand voor de opening $v w$. Door middel van raderwerk en een vallend gewicht of door een handkruk, worden nu de as $m n$, en met haar de beide schijven, snel rondgedraaid. Is er gedurende die omwenteling eene opening van de schijf S voor $p q$, zoo wordt het zonlicht tot het te onderzoeken lichaam doorgelaten, het wordt verlicht; kort daarop wordt het licht door dezelfde schijf S weder afgesloten, dan bevindt zich juist een opening van de schijf R voor $v w$, en heeft nu het lichaam k de lichtwerking een korte wijle slechts behouden, dan ziet de waarnemer het phosphoresceeren tegen een zwarten achtergrond. Hoe sneller er nu gedraaid wordt, des te korter tijd er verloopt tusschen het ontvangen van zonlicht door het lichaam k , en het verspreiden er van in de donkere kamer. Men kan op deze wijze het bezwaar opheffen, waarvan boven is gewag gemaakt, bestaande in de moeielijkheid om de te onderzoeken stof snel genoeg uit het licht in het donker over te brengen. Er verlopen met dit werktuigje slechts zeer kleine deelen van eene seconde om die plaatsverandering te verrichten; men kan dat tijdsverloop doen inkrimpen tot op een vijftienhonderdste, ja zelfs tot op het schier ongelooflijk kleine bedrag van een veertigduizendste eener seconde. Langs dezen weg is het dan ook gebleken, dat schier alle lichamen, zoowel uit het onbewerktuigde als bewerktuigde rijk, lichtdragers (phosphoren) dat is *lichtopzuigers* zijn. Eenige krijgen een lichtverspreidend vermogen dat slechts een vijfduizendste seconde of daar beneden voortduurt, bij anderen duurt het 36 uren. Onder die, welke, als ik het zoo noemen mag, het bewaarde licht vrij lang en sterk verspreiden, behooren

diamant, glas, porcelein, vooral de versche breukvlakte van dit laatste, en ook, zooals bekend is, de meergenoemde zwavel-strontium-, barium en meer andere alcalische aarden; deze toch doen het uren achtereen.

De onderzoekingen van BECQUEREL geven inderdaad het recht om aan alle lichamen de phosphoresceerende kracht toe te kennen. Allen onderhouden, uithoofde eener zekere veerkracht, trillingen, en gedragen zich vervolgens, ontdaan van de bron die ze opwekte, als lichtbronnen. Het is bij de phosphorescentie, evenals bij de fluorescentie, waar, dat de verspreide lichtstralen altijd eene grootere golflengte, of eene, die even groot is als die der opwekkende stralen, bezitten; *nimmer wordt die kleiner*, en wij hebben de reden dezer algemeene wet ontvouwd.

Opmerking verdient het nog, dat de tijdelijke werking der warmte eene neiging doet zien, om de lichtende kracht der lichamen na hunne bestraling te verzwakken en zelfs te vernietigen. Een phosphoresceerende stof, eerst in het zonlicht gebracht en daarna in een zeer helder kleurenspectrum, toont bij de daarop gevolgde opheffing van het spectrum, en dus bij volkomen verdwijning der opwekkende werking, eene verheffing of toeneming der phosphoresceerende lichtverspreiding aan op die plaatsen, waar de meest breekbare kleurenstralen zijn gevallen, en eene vernietiging ervan daar, waar het roode en infra roode einde de stof heeft beschenen. Bij deze proef zijn ook de plaatsen te onderscheiden, alwaar de Frauenhofersche strepen zich op het lichaam hebben geworpen. Waarschijnlijk is de warmtewerking van het roode einde de oorzaak geweest van de genoemde vernietiging der latere lichtverspreiding, want de warmte *verhoogt tijdelijk de phosphoresceerende kracht, maar put die ook zooveel te sneller uit*. Werpt men toch eenen lichtdrager, nadat hij een tijd lang in een donkere kamer vertoefd en al zijn licht schier verloren heeft, in een heete platina-kroes, dan wordt de lichtverspreiding plotseling veel sterker, maar heeft ook even plotseling opgehouden te bestaan.

Hiermede heb ik de taak, die ik mijzelven oplegde, afgewerkt. Mocht het genot, dat de lezer bij de kennismaking van het behandelde gemaakt heeft, geëvenredigd zijn aan de ingenomenheid, waarmede ik het neerschreef, dan zou ik mij niet hebben te beklagen. Velen moge het besprokene opwekken, om ook in de aangegeven richting de natuur in hare hoogst geheimzinnige werking na te sporen; ook hier zal zij blijken altijd schoon, altijd opwekkend en verkwikkend te zijn.

Nijmegen, 1 Mei 1871.

NASCHRIFT.

Weinige dagen na de afzending van het handschrift van bovenstaand opstel, liet ik een beoefenaar der natuurkunde de fraaie resultaten van mijn onderzoek zien. Toen ik hem het verdwijnen en fluoresceeren der met cyan-platin-magnesium-oplossing gemaakte figuren liet zien, gaf hij zijne meening te kennen, dat diezelfde ontdekking in FOGGENDORF's Annalen voorkwam. Ik zocht dus, waar het te vinden was, en werkelijk vond ik in den jaargang van 1859, deel 106, pag. 645, dat GREISS dezelfde opmerking had gemaakt. Ik heb evenwel het middel aangegeven, om de bovengenoemde stof ook zonder verwarming te doen fluoresceeren. Het beademen, dat ook GREISS gedaan heeft, lag eenmaal voor de hand, toen ik, onafhankelijk van zijne waarneming, door hitte de damp en daarmede ook de kleur had verdreven. Dat GREISS de lichtwerking der besprokene stof sterker noemt dan die van het cyan-platin-kalium, bewijst dat hij de werking van dit laatste nimmer zoo krachtig gezien heeft als ik die heb doen optreden.

Het verkregen resultaat van mijn onderzoek, dat, ik moet het eerlijk bekennen, mij niet zeer opfrischte, bracht mij verder aan het zoeken, en ik vond toen in deel 104, jaargang 1858, pag. 649, dat ook J. MÜLLER reeds met eene oplossing in water van cyan-platin-barium had gewerkt. Hij spreekt daar echter van *groenachtige* kristallen; de mijne, die zoo sterk fluoresceeren als in den tekst is gezegd, zijn bepaald *sterk groen*. Ook heb ik de intermitterende fluorescentie niet kunnen waarnemen. Verder vond ik bij mijn nasuffelen ook iets meer opwekkends. Op pag. 333 van deel 97, jaargang 1856 zie ik, dat het STOKES niet was gelukt het kalium-platin-cyanur te doen fluoresceeren, en BÖTTGER spreekt daar van eene zwakke fluorescentie dier stof. Bij mij staat zij boven aan, verspreidt licht door een dubbel vel gewoon postpapier, terwijl dat licht het liefelijkst van allen is. Ik herhaal, wat ik in den tekst heb gezegd, dat ik eenigen grond heb voor de meening, dat niemand vóór mij de phosphorescentie of fluorescentie der vier besprokene dubbelzouten zoo krachtig heeft doen optreden. Eene opmerking moet ik hierbij nog maken, en wel deze, dat de kristallisatie op het papier vaak zeer toevallig is en dat de zaak steeds het best gelukt bij de meest zwakke oplossingen. Het is beter twintigmaal dan tienmaal de uitgekozen plaatsen met de oplossing te overdekken.

Daar ik een zoo volledig mogelijk geheel van het behandelde onderwerp wensch te maken, vind ik het noodzakelijk ook nog het volgende hierbij te voegen.

1°. De oplossingen, die mij het beste resultaat gaven, bestonden uit 6 centigram der vermelde platina-zouten op 5 tot 6 gram water.

2°. Bij petroleum-licht en het gebruik der door mij beschreven glazen fluoresceeren al de genoemde platina-cyanuren behalve het geel gekristalliseerde barium- en het magnesium-platina-cyanur. Het kalium overtreft ook bij dat licht weder alle anderen.

3°. Indien men het licht, door het verbranden van een magnesium-draad ontstaande, door de beide glazen in het kastje doet vallen, fluoresceeren al de zouten bijna even krachtig als bij zonlicht.

4°. Nadat het cyan-platin-koper-ammonium mijn geduld zeer lang op de proef had gesteld, besloot ik, daar zich zoo weinig zout in het vocht oploste, het water, waarin het groene zout bezonken lag, te koken, en het zoo kokend heet op het papier over te dragen. De uitkomst was schitterend. Het fluoresceert even sterk als het kalium, ook bij petroleumlicht. Prachtig is bij die koperverbinding de afwisseling tusschen het smaragd groen en het oranje. Dat lichaam had, voor zoover ik weet, nog niemand in die richting beproefd.

5°. De magnesium-verbinding verliest na eenige weken iets van hare fluoresceerende kracht. Zij krijgt die echter oogenblikkelijk terug, wanneer men de geheele, door roode strepen omgrensde, vlakke door middel van een penseel met gedistilleerd water sterk bevochtigt en de figuren alsdan laat droogen. Zooals in den tekst is gezegd, blijkt die stof altijd sterk fluoresceerend na verhitting tot zulk een graad, dat de roode kleur verdwijnt.

6°. Ik ben versterkt in mijne meening, dat zwaar gelijmd en gesateneerd papier volstrekt niet is aan te bevelen. Alleen bij gebruik van het magnesiumzout schaadt het niet, tenzij men het alleen verhit en niet bij gewone temperatuur wil doen fluoresceeren.

7°. Indien iets in staat is, om ons te overtuigen, dat de natuur, bij al wat zij schept, hoogst grillig is, wat den vorm van dat geschapene betreft, dan zijn het wel de verschijnselen bij de kristalvorming der gemelde zouten. Wij maakten er reeds in den tekst melding van. Grillig is zij, die schoone, nooit genoeg geprezen en verheerlijkte natuur. Ik geloof zelfs, dat die grilligheid hare hooge aantrekkelijkheid uitmaakt. Zij laat zich maar volstrekt geene bepaalde vormen, zelfs

ook geen kleuren, afdwingen, die lieve, vruchtbare moeder. Zij wil alles geven, maar volkomen vrij zijn. Geen enkel paar planeten gelijkt in stof, in vorm, in loopbaan op elkander. Geen twee bladen plukt men van een boom, geen twee bloemen van den steel, geen twee vruchten van de takken die volkomen elkander gelijken. Geen paar dieren of menschen komen met elkander in vorm volmaakt overeen. Het schijnt of de natuur zelfs geen volkomen symmetrie bij een of ander individu verkiest in acht te nemen. Zij schijnt een afkeer van alle symmetrie te hebben. Eeuwige symmetrie vermoet. Vrijheid en eeuwige orde, ziedaar wat hare aantrekkelijkheid verhoogt. De natuurkrachten gehoorzamen aan wetten, en de natuur schijnt er behagen in te scheppen om hare gebondenheid niet te doen blijken; het is alsof zij zich erover schaamt. Heerlijke stof voorwaar voor een dichterlijken geest! Ik twijfel of zij reeds behandeld is. Tot deze beschouwing gaf mijn spelen (verschoon die uitdrukking) met mijne mikroskopische kristalletjes mij aanleiding. Den vorm en de kleur der kristallen, die de gemaakte figuren in het oog doen loopen, hebben wij niet in onze macht, evenmin als men het in zijne macht heeft om een fraai symmetrisch kristal uit eene oplossing, welke dan ook, te doen groeien, evenmin als de photograaph bij machte is, om, al werkt hij ook onder volkomen gelijke omstandigheid als die, welke hem eens een schoon beeld verschaffen, weder zoo'n schoon voort te brengen. Ik heb intusschen den weg aangewezen, die het best in het behandelde onderwerp tot het doel voeren kan; altijd moet het bij hopen blijven, dat de natuur ons gunstig zal zijn.

17 Juli, 1871.