

NOG IETS OVER MERKWAARDIGE LICHT- VERSCHIJNSELEN. ¹

Ongeveer drie jaren geleden werd ik, op mijn verzoek, als leeraar in de Natuurkunde en Technologie aan de Hoogere Burgerschool, waaraan ik zestien jaar werkzaam was, ontslagen. Van dat tijdstip af ontbrak mij de gelegenheid, mijne praktische onderzoekingen op fysisch gebied voort te zetten. De smart, die ik daardoor ondervond, gevoegd bij een gevoelig verlies, dat mij trof, en een ernstige ziekte, die mij op den rand van het graf bracht, benamen mij den lust, de aantekeningen van mijn laatst verrichte werk onder de oogen van het publiek te brengen. Thans ga ik daartoe over en maak weer gebruik van een der oudste en meest gezochte natuurkundige tijdschriften van ons land, welks redactie zoo herhaalde malen aan mijne meestal eenvoudige opstellen een plaats gaf. Aan een van deze opstellen sluit zich de tegenwoordige mededeeling aan. Zij is als het ware een voortzetting of aanhangsel van het vrij uitgebreide stuk, voorkomende in den jaargang 1871, en getiteld, *Merkwaardige lichtverschijnselen*.

Al dadelijk zij vermeld, als uitbreiding van hetgeen op pag. 263 en verv. van genoemden jaargang, aangaande het lichtspectrum, is gezegd, dat ik door mijn amanuensis een metalen schermpje S (zie fig. 6 aldaar) heb doen maken, dat $3\frac{1}{2}$ decim. lang en $1\frac{1}{2}$ decim. breed is, en op twee boogvormige metalen strookjes rust, die aan een der langste kanten van het schermpje zijn bevestigd en het staande houden. Op een der vlakke zijden had ik een wit papier geplakt, en liet daarop een, zoo scherp mogelijk begrensd, spectrum vallen. De lens L (zie dezelfde fig.) had 9 decim. brandwijdte, stond 18 decim. van de spleet *p*, onmiddellijk tegen de lens het zwavelkoolstof-prisma, en weder, ongeveer 18 decim. van dit laatste, het genoemde scherm. Door verticale potloodlijnen gaf ik nu de plaats aan der meest verschillende kleuren, zorgende, dat de lichtband zoo volkomen mogelijk steeds hetzelfde deel der lens verlichtte. Ik verkreeg alzoo 9 strepen, waarvan

¹ Zie jaargang 1871, blz. 257 en 289.

N ^o . 1	viel in 't donkerrood.
„ 2	„ op 7½ m.m. van N ^o . 1 in 't lichtrood.
„ 3	„ „ 11 „ „ „ 2 „ 't oranje.
„ 4	„ „ 6½ „ „ „ 3 „ 't geel.
„ 5	„ „ 36 „ „ „ 4 „ 't groen.
„ 6	„ „ 28 „ „ „ 5 „ 't lichtblauw.
„ 7	„ „ 20 „ „ „ 6 „ 't donkerblauw.
„ 8	„ „ 16 „ „ „ 7 „ 't ultramarijn.
„ 9	„ „ 32 „ „ „ 8 „ 't violet.

Hierop volgde een violet, dat in 't bekende grijze overging.

Toen dit in orde was, liet ik, op de plaats der lijnen, spleten in het scherm vijlen van 5 centim. lengte en 1 m.m. wijdte. De randen werden allen V-vormig afgevijld, zoodat de breedste grenzen naar het licht gekeerd konden worden. Al de spleten werden van dunne metalen schuifjes voorzien, die in vertikale schuifjes beweegbaar waren; slechts de spleet in het geel kreeg een *horizontaal* beweegbaar schuifje, opdat het mogelijk zou zijn, die spleet te vernauwen en alzoo rein geel door te laten. Aan de van het licht afgekeerde zijde van het scherm werd, ter hoogte van den onderkant der spleten, een horizontaal dwarsstrookje van 3 centim. breedte loodrecht op het schermvlak gesoldeerd, ten einde daarop een tweede prisma te kunnen zetten, of wel kleine stukjes spiegelglas te plaatsen, die, in een zaagsnede van een plankje, ieder voor zich, waren bevestigd. Ik nam daartoe zeer helder glas, dat ik aan de eene zijde met een zwart lakvernis bedekte.

Het nut, dat dit eenvoudig werktuigje bij het onderwijs verschafte, is werkelijk niet gering te schatten: 1^o. staan daar bij de geopende spleten de kleuren scherp afgezet naast elkander op een tweede scherm en versterken elkaar weerkeurig; 2^o. kan het enkelvoudige der prismakleuren, door een tweede breking, gemakkelijk worden aangetoond, en 3^o. kan men de kleuren kiezen, die elkander, door de spiegeltjes weerkaatst, kunnen bedekken. Het is mij zeer goed gelukt, om door blauw en geel een volkomen ongekleurde of witte lichtlijn te verkrijgen; in één woord, om de geheele kleuren-combinatie-tafel van HELMHOLTZ aanschouwelijk te maken. Ik zou zelfs de accurate firma KIPP en GILTAJ te Delft kunnen aanraden, om bij hunne voortreffelijke zwavelkoolstof-prisma's en lenzen zulke schermpjes te leveren, natuurlijk passende gemaakt voor de brandwijdte der lenzen. Kostbaar kan zulk

een iurichting toch niet zijn. Het scherm kan ook bij de interferentie dienst doen.

De vermelding van dit schermpje brengt mij er toe, om ook gewag te maken van iets dergelijks, door mij aangewend bij het gebruik, onder mijne lessen, van een lens van 1,45 M. brandwijdte. Na het spectrum te hebben ontworpen op een scherm, 2,9 M. van de lens of het zwavelkoolstof-prisma verwijderd, terwijl dit laatste zich op 2,9 M. afstand van de spleet bevond, was het mij mogelijk, om het kleurenbeeld op een wit beplakt liniaal te doen vallen, en daarop het navolgende aan te teekenen. Het spectrum was lang ongeveer 4,5 decim. en ik wees (op dergelijke wijze als bij het aantekenen der kleuren boven is vermeld) aan:

van A tot a,	over een afstand van	15 m.m.,	4 lijnen.			
" a "	B "	" "	" "	11 "	3 "	
" B "	C "	" "	" "	15 "	1 "	in B.
" C "	D "	" "	" "	42 "	3 "	in D.
" D "	E "	" "	" "	61 "	6 "	
" E "	b "	" "	" "	10 "	4 "	
" b "	F "	" "	" "	45 "	11 "	
" F "	G "	" "	" "	118 "	6 "	waaronder twee zeer zware.
" G "	H "	" "	" "	115 "	11 "	
" H "	L "	" "	" "	26 "	2 "	zware en een tal zwakkere.

Ten einde de lijnen van G tot L te zien, moest ik natuurlijk het spectrum van A tot G onderscheppen of werkeloos maken op het liniaal.

Er was nu bij het voortbrengen van het spectrum niets anders te doen, dan het liniaal boven het spectrum te hangen, om mijnen leerlingen de voornaamste Fraunhofersche strepen onmiddellijk te doen kennen. (Zie verder pag. 277 van genoemden jaargang).

Het op de laatst beschrevene wijze voortgebrachte spectrum is voortdurend bij de later te vermelden absorbtie-spectra gebruikt.

Ik ga thans over, om dat gedeelte van mijne onderzoekingen onder de oogen der lezers te brengen, wat mij het belangrijkste scheen. Het heeft weder uitsluitend betrekking op:

de *Fluorescentie* en de *Absorptie-spectra*.

Wat het eerste betreft, hierbij werden weder de bekende blauwe en

violetten glazen gebruikt. De vochten waren allen begrepen in, zooveel mogelijk, cilindrische, op voeten rustende, reageerbuisen. Bij de bepaling der kleuren heb ik tot grondslag genomen den achromatischen cirkel van CHEVREUL, zooals die voorkomt in het 2de deel, pag. 342 eerste uitgave, van EDMOND BECQUEREL's *La Lumière*. Schrijf ik dus: rood n^o 3, dan wordt daarmee bedoeld: de derde sector na het woord *rouge* in den chromatischen cirkel. Is er geen cijfer bijgevoegd, b. v. *oranje geel* of *groen*, dan vindt men die kleur in dat segment van den cirkel, waarin de naam *orange-jaune* of *vert* staat geschreven. De vochten zijn verkregen door oplossingen of aftreksels in water, alcohol of zwavelaether. De oplossingen, in de beide laatstgenoemde vochten, werden nu en dan in kleine hoeveelheden gegoten in *ricinus*-, *wonder*- of *cassia-olie*, het mengsel goed doorgeschud en daarna langzaam verwarmd, tot de alcohol of de aether er uit verdampt was. De kleurstof bleef dus in de olie achter en het geheel was helder doorschijnend. Door zulk een behandeling werd doorgaans de fluorescentie aanmerkelijk verhoogd. Bij niet eene stof was die versterking zoo verrassend als bij de curcuma-oplossing. De fluoresceerende werking deed aan een geheel ander lichaam, en wel aan 't uranium-glas, denken. Bij 't mengen is hier het uitkoken niet noodig.

Om de absorptie-spectra te ontwerpen ging ik op de volgende wijze te werk:

Ik bezat slechts twee of drie glazen bakjes met parallele wanden. Hierin kon, op de bekende wijze, het te onderzoeken vocht worden gegoten, dan het bakje voor de lichtspleet worden geplaatst, zoodat de lichtzoom er doorheen moest treden, alvorens lens en prisma te bereiken, en dan het spectrum worden onderzocht. Het zeer lastige reinigen van die bakjes bij de verwisseling der vochten, en het dikwijls lek worden van deze bakken bij het gebruik van aether, zuren, alcohol of water, bracht mij op het denkbeeld, om de gevulde reageerbuisen te gebruiken. Zette ik deze onmiddellijk tegen de spleet, dan verkreeg ik natuurlijk, door het sterk divergeeren van het licht, een eenige meters lange horizontale lichtstreep, die in het midden het sterkst verlicht was en aan de einden steeds zwakker werd. Intusschen bleek mij, dat het middelste gedeelte, op de lens geworpen zijnde, toch nog een vrij goed bruikbaar spectrum opleverde, maar dat een zeer voldoende helderheid verkreeg, door tusschen de lens en de spleet een paar ondoorschijnende, elk weder van een spleet voorziene, schermen

te plaatsen. Op deze wijze heb ik dan ook mijn onderzoek tot stand gebracht en de hierna vermelde uitkomsten verkregen.

Bij het onderzoek der fluorescentie werden de gevulde buizen niet alleen geplaatst in den lichtcylinder, die door de meer genoemde drie blauw en violet gekleurde glazen was gevallen, maar ik liet die vochten ook nu en dan door het geheele spectrum wandelen. Dit wetende, zal men begrijpen wat het zeggen wil, als de uitdrukking wordt gebezigd: dit of dat vocht begon bij deze of die streep of in deze of gene kleur te lichten of te fluoresceeren.

De verkregene resultaten zijn de volgende:

De gele bloembladen van de *Hypericum perforatum* (doorboord herts-hooi) werden op alcohol afgetrokken. Het afgegoten vocht had de kleur van rood-oranje n^o 2. Het fluoresceerde in het violette licht buitengewoon sterk. De kleur was rood n^o 2, zij kwam overeen met die van gloeiend ijzer. Het begint in het spectrum, oven buiten de streep F, sterk te fluoresceeren. In de genoemde olie gegoten verzwakt de fluorescentie.

Plaatst men het alcoholische aftreksel voor de lichtspleet, dan wordt het rood in het spectrum zeer versterkt. Er ontstaat een 2 centim. breede donkere zoom midden over het geel, en een van 1 centim. breedte in het groen, midden tusschen D en E. Het spectrum is van G af verdwenen. Als men het vocht door den gewonen zakspectroscop beziet, vertoonen zich de beide strepen en de uitdooving van het violette einde zeer sterk.

Het aftreksel behoeft niet versch te zijn; het blijft jaren lang bruikbaar; en de zestien jaren oude bloemen, die mij een apotheker uit zijn voorraad verstrekke, waren tot het aftrekken even geschikt als de versch geplukte.

Trekt men de bladen in aether af, dan verkrijgt men geen rood maar een geel vocht. In ricinusolie geworpen en een weinig uitgekookt, verkrijgt het mengsel een goudgele kleur; het fluoresceert rood.

Om de *aesculine*-oplossing te krijgen, nam ik den, tot op het hout uitgesneden, dikken bast van een ouden kastanjeboom, verdeelde het stuk, liet het sterk drogen, en trok het af in alcohol, waardoor ik een roodbruin, sterk gekleurd vocht verkreeg, dat thans, 12 à 13 jaar oud, nog niets van zijn bruikbaarheid heeft verloren. Het moet met regenwater zeer verdund worden gebruikt (zie pag. 301 jaarg. 1871). Men sluite het geconcentreerde aftreksel van het licht af.

Het door de verdunning genoegzaam ongekleurde water fluoresceert *blauw* N^o 1. Het begint in het spectrum tusschen G en H sterk te lichten en maakt L uitmuntend zichtbaar.

Vóór de spleet gebracht, ontstaat er een zwarte zoom in het begin van het rood.

De *zwavelzure chinine*-oplossing, en het aftreksel van *quassiahout* gedragen zich in alles even als de aesculine. Het spectrum ondergaat evenwel door deze beide laatstgenoemde vochten geen verandering.

De *curcuma*-oplossing in ricinusolie was bij doervallend licht oranje N^o. 5 gekleurd en fluoresceerde *groen* (malachietgroen). In het spectrum maakte dit vocht van *b* af de Frauenhofersche strepen sterk zichtbaar.

Voor de spleet geplaatst verdween het spectrum van het midden tusschen E en F af aan geheel en al.

Het aftreksel van *fernambuckhout* in ricinusolie was *roodoranje* N^o 3 gekleurd. Het fluoresceerde *geelgroen* N^o 5, (sterk appelgroen).

Wanneer de lichtband er doorheen viel, verdween in het spectrum het violette einde van E af aan.

Het *sandelhoutaftreksel* in ricinusolie bezat een *roodoranje* N^o 5 kleur; het fluoresceerde *geel* N^o 1 (zwavelgeel). Het begon te lichten in de lichtblauwe kleur van het spectrum. De strepen werden van daar af zeer zichtbaar, vooral die aan het violette einde.

Wanneer dit vocht voor de spleet werd gebracht, verdween het meest breekbare spectrumeinde geheel en al, beginnende tusschen D en E, en wel op $\frac{1}{4}$ van den afstand tusschen D en E van E verwijderd.

Reeds wüñsch deelde in 't laatst der voorgaande eeuw die absorptie mede. Hij vulde een hol driezijdig glazen prisma met het sandelhoutaftreksel, en liet er een witten lichtbundel doervallen. Het spectrum vertoonde slechts een langgerekte roode lichtstreep (Zie *Proc. Ann.* Bd. 158. Seite 624).

Een eenige jaren oude *lakmoes*oplossing was *violet* N^o 1 gekleurd en fluoresceerde *geel oranje* N^o 3 (vleeschkleur). Het door dit vocht gewijzigde spectrum bezat een 2 centim. breede, zeer donkere streep over het geel, waardoor deze kleur geheel was verdwenen. Voor het overige werd er geen verandering waargenomen.

Chlorophyl (zie de bereiding op pag. 301) slechts in een kleine hoeveelheid in de olie gebracht, gaf aan het mengsel een *groene* kleur. Het fluoresceerde *rood* N^o 1, dus iets donkerder dan dat van de *hypericum*; het was *bloedrood*.

Het spectrum, door tusschenvoeging van dit vocht voortgebracht, bezat een 2 centim. breede, zwarte strook midden over C. Van F af was het spectrum geheel en al geabsorbeerd.

De oplossing van *orseille* of *cudbear* was rood N^o 5 gekleurd en fluoresceerde zuiver *oranje*. Het spectrum, dat dit vocht voortbracht, was van G af geheel verdwenen.

De *ricinusolie* zelve fluoresceert zeer lichtgroen (*jaune* N^o 3), en daaruit verklaart zich, dat hare toevoeging bij de rood gekleurde vochten meestal verzwakkend werkte.

Toen ik voor de spleet de drie bekende glazen schoof, deden zij in het spectrum twee zeer donkere strepen ontstaan: *een* over *rood* en *oranje* en *een* bij 't begin van het *groen*, latende het *geel* tusschen elkander liggen. Het zichtbaar gebleven *rood* werd zeer helder. De beide absorptiezoomen waren zuiver donker *violet*. Nam ik een der blauwe glazen weg, dan loste zich de eerstgenoemde donkere zoom in twee strepen op, zoodat er dan *drie* zich vertoonden. Het rood bleef even sterk.

Ziedaar mijne aantekeningen ten einde gebracht. Ik meen daardoor een niet geheel nutteloos werk te hebben gedaan, al bestond het nut slechts daarin, dat men er uit kan zien, op welk een onkostbare en gemakkelijke wijze de absorptiespectra aan de leerlingen kunnen worden vertoond.

Nijmegen, Juli 1882.

P. VAN DER BURG.