



Fechner's kleuren en de dispersie in het oog

<https://hdl.handle.net/1874/222266>

40192

Med. 15 Jan 1897

1897

FECHNER'S KLEUREN

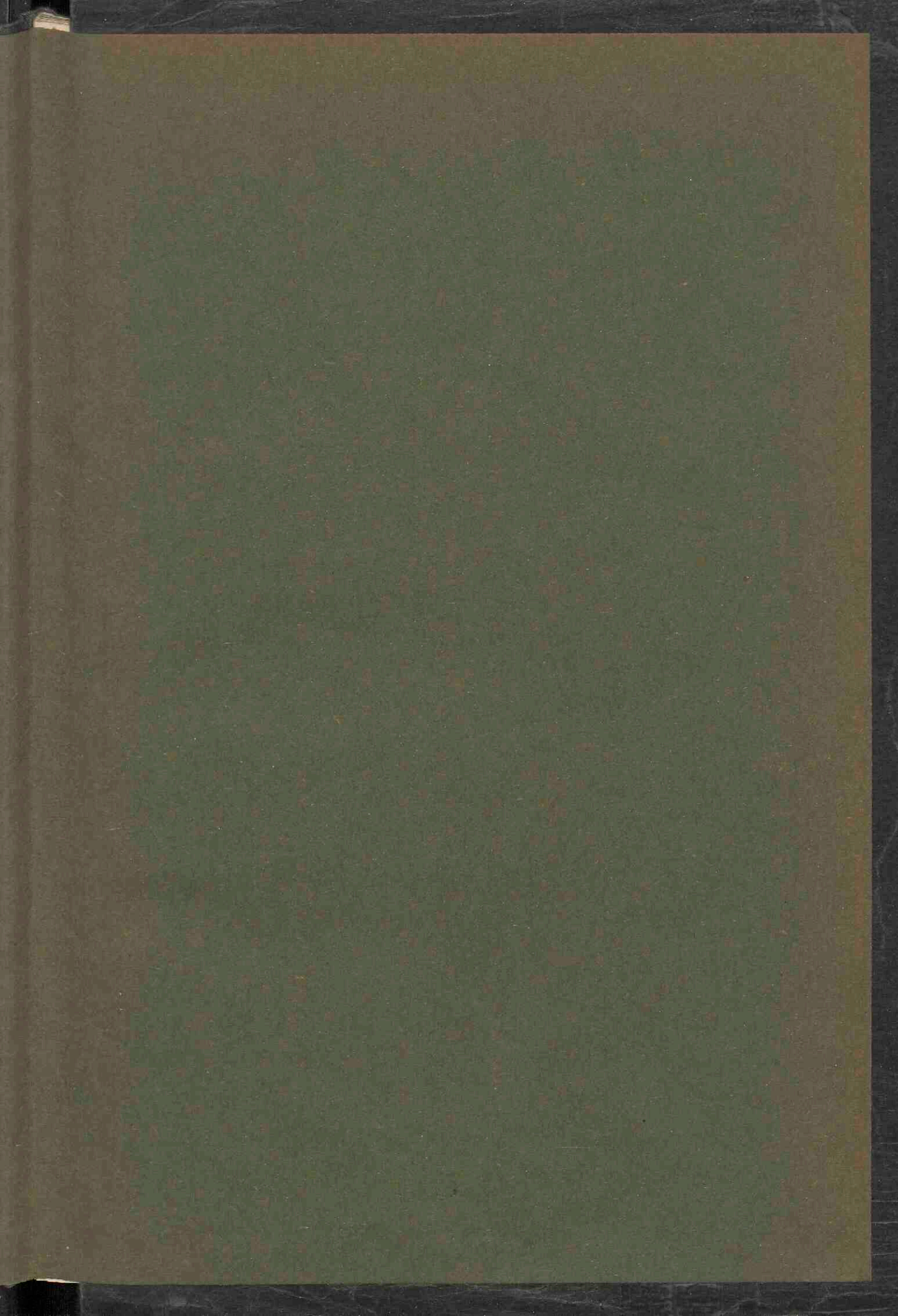
EN DE

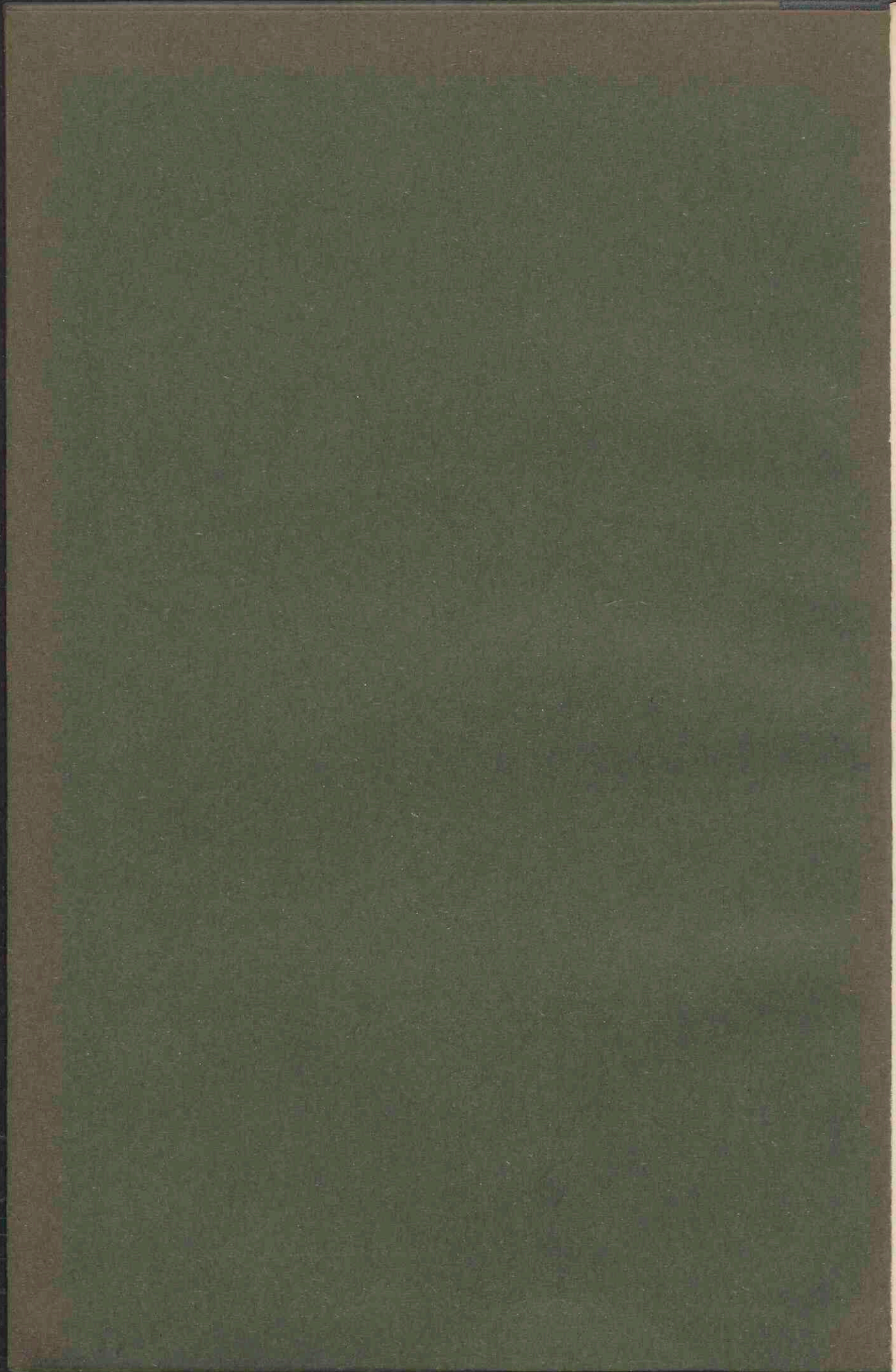
DISPERSIE IN HET OOG.

J. F. A. J. SÖHNGEN.

qu.
2

A. qu.
192





FECHNER'S KLEUREN EN DE DISPERSIE IN HET OOG.

FECHNER'S KLEUREN EN DE DISPERSIE IN HET OOG,

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACTHIGING VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

Dr. C. A. PEKELHARING,

Hoogleraar in de Faculteit der Geneeskunde,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT

TEGEN DE BEDENKINGEN VAN

DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE

TE VERDEDIGEN

op Vrijdag 15 Januari 1897,

des namiddags te 3 uren,

DOOR

JOHANNES FREDERIK ADOLF JAKOBUS SÖHNGEN,

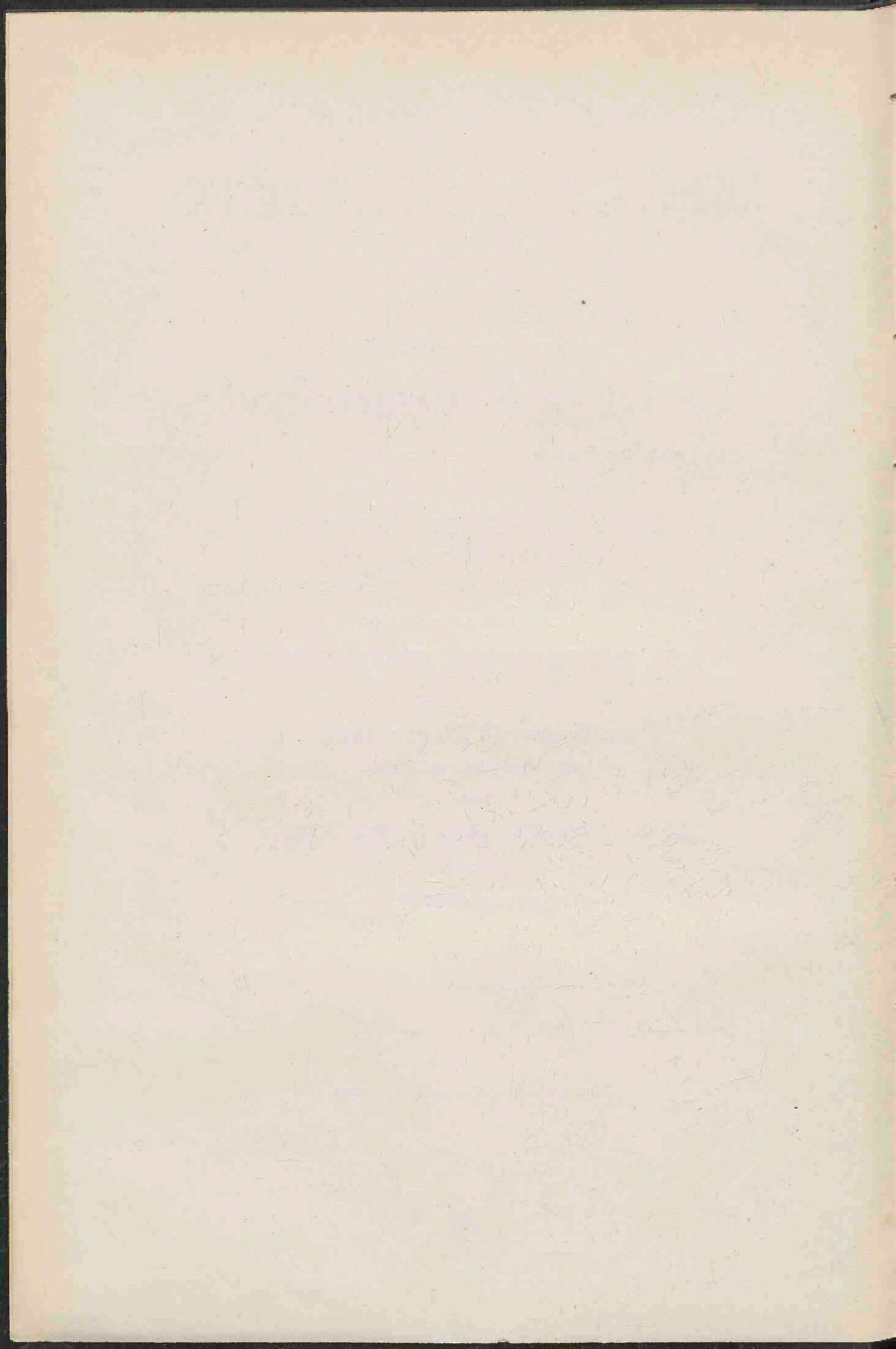
ARTS,

geboren te OIRSCHOT.

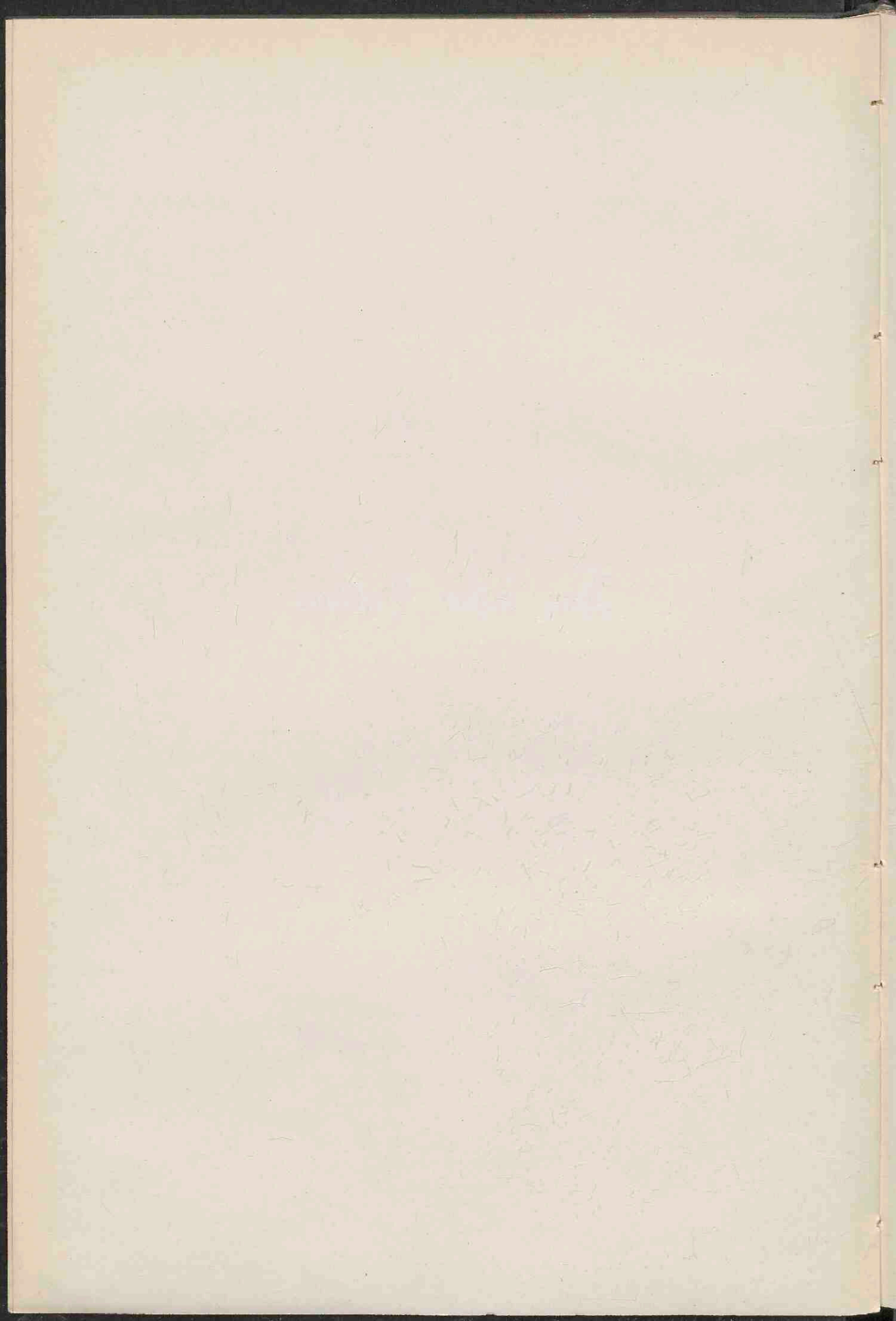


UTRECHT. — P. DEN BOER. — 1897.

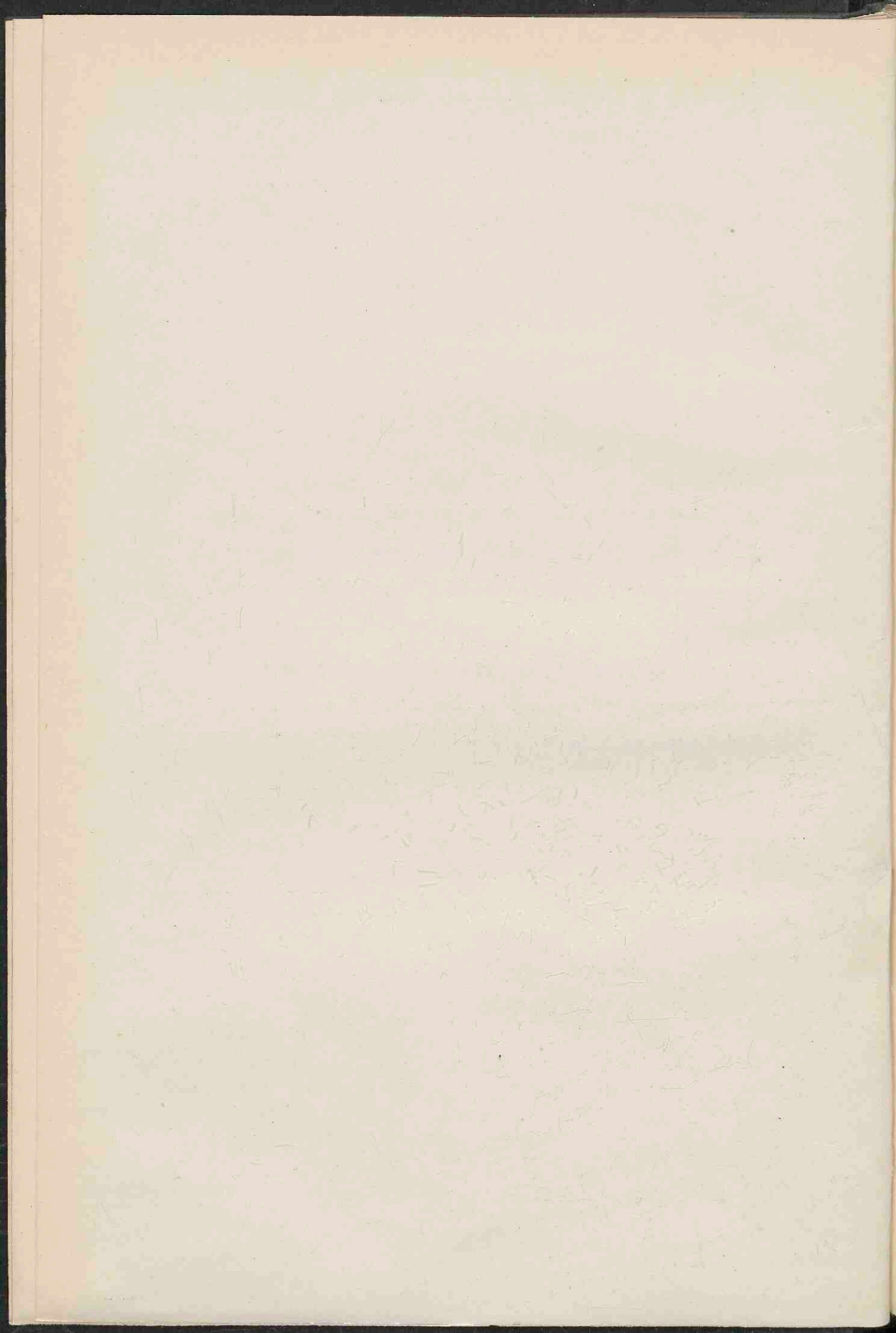




Aan mijne Ouders.



Gaarne neem ik deze gelegenheid te baat om allen, die tot mijn opleiding hebben bijgedragen, daarvoor mijn oprechten dank te betuigen, vooral U, hooggeleerde SNELLEN, hooggeachte promotor, die, zoowel bij het samenstellen van dit proefschrift, als gedurende den tijd, dat ik onder Uwe leiding mocht werkzaam zijn, steeds bereid waart mij met Uwe kennis en hulp bij te staan.



Het is sedert lang bekend, dat een draaiende schijf, waarvan sectoren tegengestelde kleuren vertoonen, bij doelmatige combinatie grauw of grijs zal doen zien. Als tegengestelde kleuren gelijktijdig of snel opeenvolgend op het netvlies inwerken, heffen zij elkanders effect op.

In 1838 bemerkte G. F. Fechner, dat men, onder omstandigheden, een in zekeren zin tegengesteld verschijnsel kan te voorschijn roepen, waarbij wit en zwart kleur doen optreden. (Poggendorff's Annalen 1838, Bd 45 pag. 227).

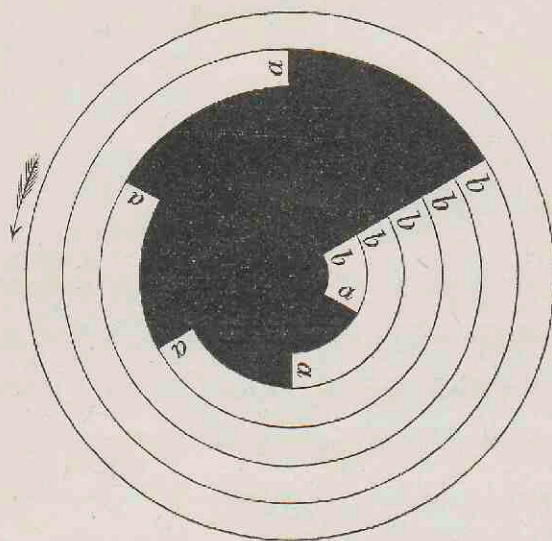
In den regel geeft, zooals bekend is, de vermenging van de indrukken wit en zwart, b.v. op een draaiende schijf, grijs.

Terwijl Fechner bezig was op deze wijze verschillende graden van grijs samen te stellen, vond hij bij toeval, dat, onder bijzondere omstandigheden, dit grijs kleuren vertoont.

Hij gebruikte een schijf, verdeeld in een reeks concentrische ringen; den buitensten concentrischen ring nam hij geheel wit, den binnensten geheel zwart, terwijl, bij de tusschenliggende ringen, het zwart allengs een grooter aantal graden

innam, vormende aldus, afgezien van de hoeken, een Archimedische spiraal. (Fig. I.)

Fig. I.



De randen dezer concentrische ringen vertoonen hierbij verschil van kleur, en wel verschillend, al naar men de schijf in de eene of in de andere richting draait.

Fechner trachtte dit verschijnsel aldus te verklaren, dat de gewaarwording wit niet is een enkelvoudige indruk, maar de combinatie van de indrukken van verschillende kleurwaarnemingen, evenals b.v. paars is de combinatie van de zintuiglijke indrukken rood en blauw. Zooals het physische licht, b.v. door het prisma, kan ontleed worden in de stralen van verschillende golflengte, zou, volgens Fechner, de zintuiglijke indruk van wit op overeenkomstige wijze kunnen gesplitst worden.

Er zou dan alleen noodig zijn, dat de ééne lichtindruk sneller ontstaat, alsook, dat de ééne lichtindruk langer inwerkt op het netvlies dan de andere, zoodat aan het begin en aan het einde van het segment der schijf een andere kleur moet optreden. Inderdaad, is een bepaalde snelheid van omdraaiing noodig om de kleuring duidelijk te doen zijn en bij verandering van snelheid verkrijgt men verschil van kleur, hetgeen dan het gevolg zoude zijn van het gelijktijdig inwerken van de zich snel opvolgende indrukken.

Fechner's woorden luiden aldus:

„Indess ist der Grund der Erscheinung unstreitig folgender: Gesetzt, die Scheibe bewege sich in der Richtung des Pfeils, so tritt für das als unbeweglich vorausgesetzte Auge bei a Schwarz an die Stelle des Weiss, welches ein Augenblick vorher dort erblickt wurde. Der Eindruck des so eben so erblickten Lichts verschwindet nun nicht sofort im Auge, und zwar nimmt es nicht für alle Farbenstrahlen, welche das weisse Licht zusammen setzen, gleich schnell ab, wie sich durch andere Thatsachen (namentlich das Farben Abklingen im geschlossenen Auge nach angeschauten hellen Bildern) genügend darthun lässt, auf die ich in einer Fortsetzung meiner Untersuchungen über subjectiven Farben zurückkommen werde. Die Farben erlöschen nun nach einander im Auge mehr oder weniger, bis bei fortgesetzter Drehung der Rand b an die Stelle von a kommt, und neues weisses Licht mit sich führt. So wie aber der Eindruck der verschiedenen Farbenstrahlen verschieden schnell

verschwindet, scheint er sich andererseits auch bei Eintritt von Licht nach Dunkelheit mit verschiedener Schnelligkeit wieder geltend zu machen, so dass hierdurch ein neuer Grund zu Farbenerscheinungen entsteht."

Ook Helmholtz en Aubert stellen zich met deze verklaring tevreden.

In Helmholtz' Handbuch der Physiologischen Optik 1892, vindt men op pagina 530: „Andere Erscheinungen des farbigen Abklingens beobachtet man an rotirenden Scheiben, welche schwarze und weisse Sektoren haben, und nicht so schnell rotiren, dass ein ganz continuirlicher Eindruck im Auge entsteht."

En op pag. 531: „Es geht daraus hervor, dass wenn ein Punkt der Retina in schneller Abwechslung von weissem Lichte getroffen und wieder verdunkelt wird, so dass die Netzhaut sich im Zustande abwechselend steigender und sinkender Erregung findet, die Zeit der Maxima der Erregung nicht für alle Farben auf denselben

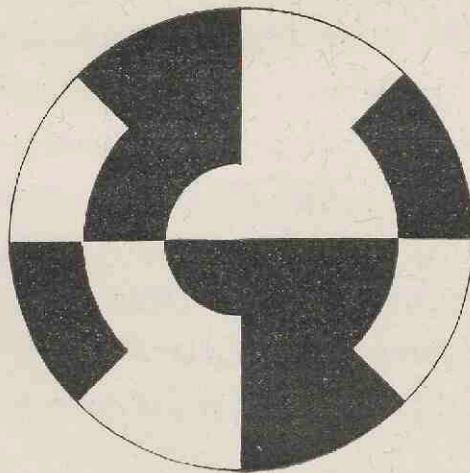


Fig. II.

Augenblick fällt, sondern die Erregung für Roth und Violett früher eintritt als für Grün."

Hierbij geeft Helmholtz de schijf als Fig. II, waarvan de concentrische ringen van het centrum naar de peripherie telkens in een dubbel aantal zwarte en witte sectoren verdeeld zijn.

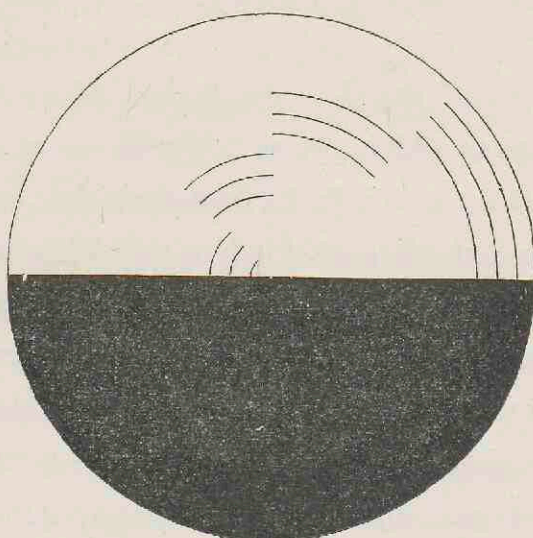
In den laatsten tijd is dit verschijnsel weder op den voorgrond gebracht, en wél in Engeland als de „tol van Benham,"¹⁾ die eenerzijds als kinderspeelgoed overal zijn weg heeft gevonden, maar ook anderzijds de belangstelling heeft opgewekt van physici en physiologen, en opnieuw de vraag aan de orde deed stellen, of de verklaring, hierboven vermeld, wel voldoende mag heeten? In elk geval blijkt het, dat het verschijnsel meer samengesteld is, en dat hier meer noodig is, dan het met verschillende snelheid zich doen afwisselen van de zintuiglijke indrukken van wit en zwart. Het zal gemakkelijk zijn aan te toonen, dat in vele gevallen de afwisseling van de indrukken wit en zwart of ook de opeenvolging van snel afgebroken indrukken van wit licht geen kleur vertoonen.

De schijf van Benham is op eenigszins andere wijze samengesteld. Hier is de eene helft wit, terwijl de andere zwart is; op de witte helft komen stellen van drie zwarte

1) Mr. Charles E. Benham's artificial Spectrum Top, sold by Messrs Newton & Co., beschreven in het Engelsche Tijdschrift „Nature", P. 113. 29 Nov. 1894.

cirkelbogen voor, waarvan elk stel een lengte heeft van 45° , terwijl ze zoodanig gerangschikt zijn, dat elk stel telkens 45° verder van de grens van de zwarte helften begint, en met grooter straal beschreven is.

Fig. III.



Draait men deze schijf om haar middelpunt met een tamelijke snelheid, niet te snel en niet te langzaam, dan ziet men, vooral bij gunstige verlichting, de verschillende stellen van lijnen verschillende kleuren aannemen, kleuren die ten deele aan elkander tegengesteld zijn, en juist daardoor te duidelijker uitkomen.

Werkelijk spreekt de kleuring in Benham's tol krachtiger dan die in de schijf door Fechner geconstrueerd.

Spoedig blijkt, dat ook hier de verdeeling in een zwarte en een witte vlakke een essentieele factor is; bedekt men n.l. de zwarte helft met een witte halve schijf, of trekt men op een geheel zwarte schijf overeenkomstige witte cirkel-

bogen, zoo is het verschijnsel nauwlijks waar te nemen. Trouwens ook bij Fechner's schijf treft het ons dadelijk, dat de eene helft der schijf heel wat meer zwart vertoont dan de andere.

Een zeer fraai kleurenspeel wordt ook opgewekt door het draaien van schijven, die C. Herbert Hurst in „Nature”, 28 March, 1895, beschrijft als „a true Spectrum-Top and a complementary one.”

Hurst teekent op een witte schijf een zwarte spiraal, zoodanig dat de tusschenruimten vijfmaal de breedte hebben der spiraalvormige lijn; deze schijf bedekt hij ten deele door inschuiving van een zwart segment van verschillende breedte. Bij draaiing vertoont deze schijf een reeks van verschillende kleuren, bij lamplicht het duidelijkst en schitterendst, wanneer de sectoren van licht en donker ongeveer gelijk zijn, bij daglicht, wanneer de zwarte sector ongeveer driemaal zoo groot is als de lichte. Naar de vereischte verhouding dezer sectoren moet individueel gezocht worden.

Voor de complementaire schijf teekent hij een witte spiraal op een zwarte schijf, die particeel bedekt wordt door inschuiven van een witten sector.

Benham's tol heeft tot veel besprekingen aanleiding gegeven en tal van beschouwingen zijn te berde gebracht

om de oorzaak der kleurverschijnselen aan het licht te brengen.

Bij zijn tol heeft Benham een toelichting gegeven, waarin hij de kleuren toeschrijft aan het onderbreken van een zeker percentage aethertrillingen.

Door Finnegan en Moore is er op gewezen, dat de kleuren veranderen bij sneller draaien, terwijl toch dat percentage van onderbroken trillingen voor alle rotatie-snelheden gelijk zal blijven. Hierop antwoordt Benham: wanneer de rotatie-snelheid vermeerderd, ondervindt onze retina niet onveranderd de resulterende proportie van stimulus en antistimulus. Bij langzame draaiing hebben wij simultaan op het netvlies het nabeeld van de lijnen en het werkelijke beeld van het witte veld; bij sneller rotatie krijgen wij simultaan, behalve deze beide beelden, bovendien het nabeeld van het witte veld. Hierdoor zou, volgens zijne voorstelling, het kleureffect verhoogd worden bij vermeerderde draaiingssnelheid.

Prof. G. D. Liveing¹⁾ merkte op, dat, wanneer bij matige snelheid een zwarte lijn wordt gevolgd door een wit veld een roode kleur optreedt: maar wanneer een witte lijn door een zwart veld wordt gevolgd een blauwe tint tevoorschijn komt; en dat bij snelle opvolging van zwart en wit min of meer groen of vuil grauwgrijs op den voorgrond treedt.

1) Nature, pag. 167, Dec. '94.

Prof. Liveing's verklaring is gebaseerd 1°. op het bekende feit, dat de impressie van het licht op de retina na de inwerking van de lichtbron een meetbaren tijd blijft voortbestaan, en dat het voortbestaan dezer impressie verschillend is voor verschillende kleuren; 2°. op de veronderstelling — waarvan hij niet weet of ze reeds experimenteel tot waarheid is gebracht — dat de snelheid, waarmee het oog kleuren onderscheidt, grooter is voor het ééne einde van het spectrum dan voor het andere.

Zoo zou de blauwe kleur (wit gevolgd door zwart) volgens het eerste deel der verklaring te danken zijn aan het langer voortduren van den indruk, dien blauw licht op het netvlies maakt, en de roode kleur (zwart gevolgd door wit) volgens het tweede deel der verklaring te wijten zijn aan de grootere snelheid, waarmee het oog rood licht begint te zien.

Bij vluggere afwisseling van wit en zwart echter krijgen we „overlapping of impressions”, de nieuwe indruk van het witte veld zal ons oog bereiken, vóór dat de vorige indruk verdwenen is; zoo ontstaat een min of meer neutrale groene of grauwe tint.

Ook vermeldt prof. Liveing, dat het nabeeld, dat zijn oog van wit licht ondervinden, eerst groen is en langzamerhand door blauwe en leikleurige tinten heen uitgewischt wordt. 1)

1) Dat nabeelden individueel verschillen kunnen, heeft Aubert reeds gezegd in zijn *Physiologie der Netzhaut*, pag. 366.

Benham (Nature, Dec. '94) bestrijdt Liveing's verklaring, door mede te deelen, dat bij helder natriumlicht de kleuren op de tol evenzeer te zien zijn; aangezien hem niet bekend is, dat op eenige andere wijze bij natriumlicht blauw en rood zichtbaar zijn, houdt hij de door zijn tol te voorschijn geroepen kleuren alleen te verklaren door verandering van het licht.

Prof. Liveing ziet bij natriumlicht de binnenste ringen donker loodgrijs, de buitenste donkerbruin, de tusschenliggende lichtbruin gekleurd; bij tegengestelde rotatie verwisselen ook weer deze kleuren.

Echter konden hij noch andere aanwezige personen rood, blauw of groen te zien krijgen, zooals bij daglicht of bij elektrische verlichting.

Op de boven beschreven spiraalvormige schijf zagen andere personen, maar hij zelf niet, bij natriumlicht, kleurspeelingen.

Ook bericht hij, dat hem gebleken is, dat de draaiingsnelheid, noodig om bij daglicht de kleuren aanschouwelijk te maken, stellig verschilt voor verschillende personen, hetgeen voor hem een reden is om de verklaring langs physiologischen weg op te sporen. Verder wijst hij terecht er op, dat het natriumlicht volstrekt niet monochromatisch is, ofschoon het in voldoende mate daartoe nadert om het experiment belangrijk te maken; dat Benham bij dit licht kleuren ziet, die voor andere personen niet zichtbaar zijn, pleit sterk voor de subjectiviteit van het verschijnsel.

Ook W. de W. Abney (Nature, Jan. '95), die experimenteerde met wit electrisch licht en met wit licht, gevormd door menging van rood en groen, of geel en blauw, en met monochromatisch rood, groen, blauw en violet licht, besluit uit zijne onderzoekingen, dat men de verklaring te zoeken heeft in het verschil van voortduren der verschillende kleursensaties, waarbij tevens het effect van contrastwerking optreedt.

In hetzelfde nummer van „Nature” beschrijven J. M. Finnegan en B. Moore hun proeven met Benham's tol. Indien Liveing's verklaring juist is, dan moeten breede banden in plaats van de lijnvormige cirkels hetzelfde effect geven. Zij stelden de mogelijkheid, dat de kleurverschijnselen het gevolg zouden zijn hiervan, dat de irradiatie niet voor iedere kleur even groot is; het wisselen der kleuren bij omgekeerde rotatie schreven zij dan daaraan toe, dat de impressie van de lijnen in het ééne geval op de retina samenvalt met die van een voorafgaand wit vlak, in het andere met die van een zwart vlak. Indien zoodanige irradiatie de oorzaak der kleuren is, zoo moeten breede banden aan de randen gekleurd zijn, en in het midden zwart blijven; terwijl Liveing's verklaring doet verwachten, dat de banden in hun geheel gekleurd zullen zijn.

Wordt hun schijf langzaam gedraaid, zóó, dat de opvolging is: zwart veld, breede zwarte band van 45° , wit

veld, dan wordt de band begrensd door helder roode randen, die zich naar het midden in een eenigszins roode tint verliezen, donkerder en minder gekleurd naar het centrum toe.

Bij omgekeerde volgorde blijft de band zelf geheel ongekleurd, maar langs de randen, vooral langs den buitenrand, ontstaat een schitterende band van afwisselend blauw en groen. Zij beweren nu volstrekt niet, dat deze feiten bewijzen zijn, voor het aannemen van een verklaring door irradatie; want het zou ook kunnen zijn, dat het verhoogde effect langs de randen veroorzaakt wordt door contrast met de meer wit getinte omgeving. Verder meenen zij dat, indien irradatie de kleuren doet ontstaan, verhoogde rotatiesnelheid geen merkbare verandering zou moeten teweegbrengen; de kleuren veranderen echter, indien de schijf allengs sneller bewogen wordt, en wel zoo, dat lijnen, die bij langzame beweging bloedrood zijn en helder, bij steeds toenemende snelheid donkerder en doffer worden, daarna door onduidelijke schaduwen heen in levendig groen overgaan, dat weder na een anderen overgang de plaats ruimt voor blauw, en bij de grootste snelheid verloopt in ultraviolet. Wordt nu de snelheid gelijkmatig verminderd, dan komen dezelfde kleuren, alleen in omgekeerde volgorde weer te voorschijn. Zij meenen, dat deze kleurschakeeringen evenmin door Benham's toelichting verklaard worden (zie pag. 8), als door Liveing's theorie.

Met deze meening kan ik geheel instemmen, en ik houd

het er voor, dat Benham's en Liveing's theorieen voldoende weerlegd zijn.

De proeven van Finnegan en Moore gaven mij, voor zoover ik ze nadeed, nagenoeg hetzelfde te zien.

Een geheel afdoende verklaring hebben zij echter tot nu toe niet gevonden.

Veel spreekt er voor, dat we hier te doen hebben met de samenwerking van verschillende invloeden ten deele physisch, ten deele physiologisch.

Het verschijnsel heeft ons zoozeer getroffen, dat we het wél der moeite waard vonden, de voorgestelde verklaringen, in de eerste plaats die van Fechner, aan de verschillende feiten te toetsen.

Het geldt hier meer dan eenvoudig de verklaring van een speeltuig.

Belangrijke vraagstukken doen zich hierbij voor; al dadelijk de hoofdquaestie: is de zintuiglijke indruk van wit een enkelvoudige indruk, dan wel is deze, evenzeer als het physische licht, een mengsel van lichtwaarnemingen van verschillende kleur, dat in verschillende onderdeelen kan worden gesplitst?

En verder, welke invloed wordt hier bij de snelle afwisseling van licht en donker, op het netvlies voortgebracht, waardoor waarnemingen op den voorgrond treden, die bij gelijkmatige verlichting nauwlijks kunnen worden opgemerkt?

Ik heb het van belang geacht Fechner's schijf en Benham's tol aan een nieuw onderzoek te onderwerpen, en ik heb me daarbij voorgesteld de verschillende factoren, die hier, mijns inziens, moeten samenwerken, te splitsen, ten einde in de verschillende richtingen het verschijnsel zooveel mogelijk te vereenvoudigen, opdat kan worden nagegaan, welken invloed elk onderdeel op het verschijnsel uitoefent. Ook indien het niet zal gelukken alle vraagstukken, die zich hierbij voordoen, ten volle tot oplossing te brengen, moge het toch belangrijk genoeg worden gevonden, dat we dit zoo in het oog loopend verschijnsel nader leeren kennen, en alvast aantonen, dat de voorgestelde verklaringen onjuist zijn of slechts ten deele kunnen voldoen.

In tegenstelling met de beschouwingen van Fechner, Helmholtz en Aubert, dat de lichtindruk wit te ontleden is in gelijktijdige waarneming van verschillende kleuren, in bepaalde verhouding, leert de theorie van Hering ons het wit en zwart aanzien als enkelvoudige indrukken en aan elkander tegengesteld, evenzeer als het geel en blauw en het rood en groen.

Door zuiver wit zal als simultaan contrast of als nabeeld alleen zwart worden opgewekt en omgekeerd¹⁾; alleen indien het wit of zwart gemengd is met geel of rood,

Zie noot pag. 9.

zal het nabeeld of het contrast-verschijnsel blauw of groen getint worden.

Van de juistheid dezer stelling kan men zich overtuigen, als men op een grijze vlakke achtereenvolgens een wit en een zwart lint plaatst en dit onder scherpe verlichting eenige oogenblikken aanstaart, zonder de oogen te bewegen; trekt men nu eensklaps het witte of zwarte lint weg, dan ziet men op dezelfde plaats een tegengesteld nabeeld; en wél na zwart wit, na wit zwart.

Is het lint niet zuiver wit of zuiver zwart, dan krijgt men in het nabeeld de contrasteerende tint.

Maar ook wanneer het veld, waarop beeld en nabeeld worden waargenomen, niet zuiver neutraal grijs maar gekleurd is, vertoont het nabeeld het welbekende verschijnsel van simultaan contrast.

Evenzoo is het met de sterke lichtindrukken, die ons nabeelden van langeren duur geven, en waarop de bovengenoemde voorstellingen van ontleding van het zintuiglijke wit zijn gegrond.

Als zoodanig wordt telkens herinnerd aan het nabeeld van de ondergaande zon, dat zich achtereenvolgens in verschillende kleuren voordoet. Maar de zonneshijf, door een laag vochtige lucht gezien, is volstrekt niet wit, doch in den regel geelrood. Geen wonder dus, dat het eerste contrasteerende nabeeld blauwgroen is.

Dit nawerkend zonnebeeld projicieeren we op het hemelgewelf, dat evenmin gelijkmatig grauw is getint.

Bij ondergaande zon toch is de westelijke hemel gewoonlijk licht geelrood; naar het Oosten daarentegen, gaat dit meer in blauwgroene tinten over. Naarmate wij nu het nabeeld op de eene of op de andere hemelhelpt projicieeren, wijzigt zich de kleur van het nabeeld van de zonneshijf.

Wij zijn op deze waarneming hier wat uitvoeriger ingegaan, omdat we bij onze draaiende schijven met zwarte cirkels op wit, of witte cirkels op zwart onder omstandigheden hetzelfde mogen verwachten.

Indien we het wit van de helft der schijf door kleur vervangen, merken we op, dat bij rotatie de cirkelsegmenten niet zuiver grauw worden, maar dat ze eensdeels het getinte grijs vertoonen, dat ontstaat door menging van zwart met de aangebrachte kleur, anderdeels het contrast daarvan.

Indien we op een roodgekleurde schijf een witte vlek aanbrengen en de schijf dan om zijn middelpunt snel doen ronddraaien, zoo verlengt zich de witte vlek tot een grauwen cirkel, die groengrijs getint is.

Indien men nu de helft van de schijf zwart maakt, zoodat de indruk van het rood telkens door zwart wordt onderbroken, dan kunnen zich naarmate van bijkomende omstandigheden andere kleursverschijnselen voordoen.

Ook het omgekeerde nemen we waar; een roode vlek op een witte schijf aangebracht doet bij snelle omdraaiing een flauwrooden cirkel ontstaan. Indien we nu ook wederom de helft der schijf zwart maken, dan treden kleurverschijnselen op.

Echter wil ik hier aanstonds opmerken, dat, met welke combinaties van kleuren ik ook experimenteerde, de wit-zwarte schijf met witte en zwarte lijnen verreweg de fraaiste schakeeringen te aanschouwen gaf.

Al dadelijk opperen we nu de vraag: welke beteekenis heeft hier het met zwart bedekken van de halve schijf? Ons antwoord luidt: In plaats van continueele waarneming krijgen we snel achtereenvolgende afwisselende indrukken, en het is een physiologisch feit, dat afwisseling van indrukken de waarneembaarheid zeer bevordert.

„Semper idem sentire ac non sentire ad idem revertunt.” (Hobbes).

We hebben hier hetzelfde, wat we in het netvlies ervaren bij de waarneming van Purkinje's vaatfiguur.

Plaatsen we een lichtbron zijdelings van het oog, dan moeten, volgens physische constructie, schaduwen van de netvliesvaten gevormd worden op de percipieerende lagen der retina. Maar hoe we de lichtbron ook plaatsen, de schaduwen krijgen we niet te zien, zoolang lichtbron en oog niet ten opzichte van elkaar bewogen worden. Zoodra we echter òf het oog, òf de lichtbron, òf een tusschen beiden geplaatste positieve lens snel op en neer bewegen, komt het vaatfiguur aanstonds voor den dag.

In beide gevallen hebben we te doen met intermissie van indrukken, waarbij snel achtereenvolgend licht en donker dezelfde percipieerende elementen treffen.

Indien het roteeren van een halfwitte, halfzwarte schijf

eenigermate is gelijk te stellen met het verplaatsen van een lichtbron, dan zal ook hierbij Purkinje's phaenomeen moeten optreden; en dit is werkelijk het geval.

Lang reeds is het bekend, dat bij snel ronddraaien van een halfzwarte, halfwitte schijf het geheele vlak een flikkerend («flimmerndes») aanzien verkrijgt. Deze flikkering was intusschen niet verklaard; maar het kan niet anders, of dit moet zijn een samenvloeien van tal van entoptische beelden van het vatennet der retina.

Indien we de schijf bezien door een koker — zelfs door de holte van de hand — zoodat bij afsluiting van het zijdelingsche licht de bewegende lichtbron meer nadert tot een homocentrische, dan treedt het typische beeld van Purkinje's vaatfiguur voor ons op.¹⁾

Om te bewijzen, dat in de snelle afwisseling der indrukken van wit en zwart het essentieele der zaak moet gezocht worden, deed ik de volgende proeven: Ik neem een witte schijf met een paar zwarte cirkelbogen; bij draaiing aanschouw ik bij daglicht weinig van de kleurspelingen; bij het gele gaslicht nemen ze door contrast eene duidelijk blauwe kleur aan. Indien ik nu de draaiende schijf, half bedek door

1) H. Snellen. Eine Erscheinung von Farbenzerstreuung. Bericht. d. Ophthalmol. Gesellschaft Heidelberg 1895, pag. 240. Zie ook de Nederlandsche Oogheekundige Bijdragen 1896. Blz. 35.

een stilstaande zwarte plaat, dan ontstaat er volstrekt geen verhooging der kleureffecten.

Draai ik een halfwitte-halfzwarte schijf, dan krijg ik een nauwlijks getint grijs; en plaats ik dan voor deze draaiende schijf lijnvormige voorwerpen, b.v. reepjes zwart bordpapier, die niet mede draaien, dan zie ik wederom geen kleuren optreden; deze ontstaan alleen indien de lijnen met de schijf meedraaien.

Evenals de zwakke schaduwen der netvliesvaten alleen zichtbaar worden, als het netvlies ze bij afwisseling en bij verplaatsing waarneemt, zoo kan het ook zijn, dat zwakke kleurverschijnselen, die bij gewone waarneming niet worden opgemerkt, door snelle verplaatsing en onder snel opvolgende functioneële wijziging der perceptie voor den dag komen.

Evenwel, indien zulks zal gebeuren, dan moet er een bron van kleur zijn, die hetzij het geheele vlak bij afwisseling kleurt, hetzij de grauwe cirkels kleur doet aannemen, of wel dit moet voor beiden plaats grijpen, in welk laatste geval de kleuren te meer zullen voor den dag komen, waar deze contrasteerend op elkander inwerken.

Wat we noodig hebben is dus te zoeken naar een bron van dergelijke kleuring, hetzij van de cirkels, hetzij van het geheele vlak.

Gaan we na, hoe van verschillende zijden kleur kan worden gevormd.

Kan het wellicht de eigen kleur der retina zijn, die evenals de flikkerende vaatfiguur hier entoptisch wordt waargenomen?

Zal niet de vaatfiguur, die wij waarnemen, het doorstralende licht eenigermate kleuren? Geheel onmogelijk is dit naar theoretische beschouwing niet, maar deze kleuring zal zoo zwak blijven, dat ze onvoldoende is om het sterk in 't oog springende verschijnsel te verklaren.

Overwegen we nu, of de kleur soms te zoeken is in het altijd ietwat getint zijn, zoowel van het wit als van het zwart.

Absoluut wit is nauwelijks te vinden; ons zoogenoemd wit papier is óf blauw óf geel genuanceerd. Evenwel, kleine verscheidenheden van geelwit en blauwwit op de schijf aangebracht, geven geen merkbare verandering aan de Fechner'sche kleuren.

Wat we zwart noemen, zooals inkt, is dikwijls donkerblauw.

Om werkelijk zwart te verkrijgen, hebben wij de schijf vervangen door een ronde doos, van binnen zwart, terwijl uit den van buiten witten deksel een segment was uitgesneden; wanneer nu het licht zijdelings opvalt, kan het zwart dezer opening wel als geheel kleurloos worden beschouwd.

Maar ook hierbij worden de verschijnselen niet gewijzigd.

We vinden dus noch in het netvlies, noch in het gebruikte materiaal een bron voor het ontstaan van kleuring.

De eenige bron van kleuring bij zuiver zwart en zuiver wit schijnt ons te zoeken in de kleurschifting van de brekende media van het oog. ¹⁾

Deze is inderdaad niet onbelangrijk, ook al wordt ze in het dagelijksche leven schier niet opgemerkt.

De astronoom Euler meende, dat het verschil van breking van lens en hoornvlies dienen moest om het oog achromatisch te maken, en hij zag daarin een nieuw voorbeeld van de volmaaktheden der schepping. ²⁾

Van allerlei zijden is daarentegen bewezen, dat Euler zich vergiste, en dat onder vereischte voorzorgen het verschil van breking der verschillende lichtstralen overtuigend is aan te toonen. ³⁾

1) Fechner en Aubert komen deze verklaring zeer nabij, doch, naar het schijnt, wagen zij het niet ze te aanvaarden. Zoo schrijft Aubert (Phys. d. Netzhaut II. S. 382): „Doch hat man, wie Fechner bemerkt, sehr intensive Helligkeiten zu vermeiden, indem dann in Folge der Lichtzerstreuung durch Hornhaut und Linse eine störende Complication der Versuche herbeigeführt wird.”

2) Euler, Memoires de l'acad. de Berlin 1747. . . . „et je suis persuadé, que dans nos yeux les diverses humeurs s'y trouvent arrangées en sorte qu'il n'en résulte aucune diffusion du foyer. C'est à mon avis un sujet tout nouveau d'admirer la structure de l'oeil.”

3) Berekening van de dispersie in het oog gaf de volgende resultaten voor de achterste hoofdbrandpuntafstanden:

Maskelyne, n voor lens grooter dan voor water nemende, vond voor de uiterste roode en uiterste violette stralen 0,54 m.M.

Fraunhofer vond voor de lijnen C en G 0,47 tot 0,62 m.M.

Matthiesen „ „ „ „ B en G 0,58 tot 0,62 m.M.

Helmholtz, n voor het geheele oog gelijk nemende aan n voor water, vond voor de lijnen C en G 0,43 m.M.

Vooral indien de helft der pupil wordt bedekt, zullen grenslijnen spectrale kleuren aannemen; en ook zonder bedekking van de helft der pupil is dit op te merken, temeer als het grootste deel van het waargenomen licht eenigszins van terzijde op de brekende vlakken invalt.

Zoowel de grenzen van de witte en zwarte helften der schijf, als de randen der cirkels, zullen spectraal gekleurd moeten worden, en naarmate de brekingshoeken gericht zijn, meer roodgeel of meer violetblauw getint zijn.

Ten einde hieromtrent eene juistere voorstelling te verkrijgen, hebben we ons de vraag gesteld, hoe we de kleurschifting van het oog zouden kunnen vermeederen.

Het eenvoudigste middel daartoe is niet-achromatische glazen voor het oog te plaatsen, en wel zóó, dat de refractie daardoor niet storend wordt gewijzigd.

Men kan dit b.v. verkrijgen door combinatie van negatief- en positiefsphaerische glazen, die te zamen een gallileïschen kijker vormen.¹⁾

Kijken we hiermede naar de lijnen, zooals zich die op de draaischijf voordoen, dan zien we, ook al staat de schijf stil, zeer duidelijk kleurschifting, die in aard geheel overeenkomt met de Fechnersche kleuren van de draaiende schijf.

1) Helmholtz Phys. optik. § 13, Farbenzerstreuung, S. 162:

„Uebrigens kann man alle die beschriebenen Erscheinungen ganz ebenso wie bei dem Auge, nur noch augenfälliger, an einem nicht achromatisirten Fernrohr wahrnehmen, wenn man eine stärkere Vergrößerung mit demselben erzeugt, als mit der Deutlichkeit des Bildes verträglich ist.“

Men overtuigt zich gemakkelijk, dat de kleurschifting tegengesteld is, naarmate de witte helft der schijf of de zwarte helft gekeerd is naar het meer brekende gedeelte van het lensstelsel.

We verkrijgen hier hetzelfde, als wanneer we door een prisma naar de grens van wit en zwart zien: als de basis van het prisma naar de witte vlakke gericht is, dan kleurt zich de grens blaauwviolet, daarentegen geelrood, als de basis naar de zwarte vlakke gekeerd is.¹⁾

De niet-achromatische lens²⁾ werkt hier in denzelfden zin als het prisma, en men krijgt een tegengesteld effect, naarmate men door de binnen- of door de buitenhelft der positieve lens kijkt. Naarmate nu de lichtstralen, die van de grens van zwart en wit uitgaan, meer door de binnen-

1) Prismatische glazen sterker dan n°. 4 geven mij reeds duidelijk gekleurde randen te zien.

2) Met een Gallileischen kijker door prof. Snellen voor een ander doel samengesteld, bestaande uit een negatief sphaerisch glas 32 en een positief 20, verkrijgt men zeer sterke prismatische verkleuring der randen. De combinaties — 16 met + 10 en — 8 met + 5 geven nagenoeg hetzelfde. Bij — 6 met + 5 treedt afwisselend het blauw of het geel meer op den voorgrond.

— 6 met + 4 geeft weinig kleur, eveneens — 4 met + 2,50, ofschoon door den afstand der glazen snel te veranderen de kleuren telkens even verschijnen.

— 3 met + 2 geeft geen kleur meer; kijk ik daarmee naar de letters en neem ik snel het positieve glas weg, dan zie ik afwisselend gele en blauwe tinten, totdat ik mij weer goed geaccommodeerd heb, evenals men blauwe randen ziet om een verwijderd voorwerp, dat in de zelfde richting gelegen is als een dichterbijzjnd. waarop is ingesteld, en gele randen om het nabijzjnde, wanneer het verwijderde wordt gefixeerd.

helft of door de buitenhelft der lens invallen, zullen ze de meer brekende of de minder brekende stralen vertoonen.

Bij draaiing zal noodzakelijk een wijziging van de kleur-ring plaats moeten hebben; en inderdaad ziet men een afwisseling van kleuren, en ziet men langs de grenzen der lijnen nu eens de geelroode, dan weder de blauwviolette randen op den voorgrond treden.

Op de roteerende schijf zal de grens van het zwart en wit een verschillende kleur vertoonen, naarmate de daarvan uitgaande lichtstralen meer op de binnen- dan wel op de buitenvlakte van het lensstelsel invallen.

Met onzen chromatischen kijker zien we bij langzaam draaien, hoe zich de gekleurde rand aan de grens van wit en zwart over het veld voortbeweegt. Bij sneller draaien moet zodoende aan het geheele vlak een kleur meegedeeld worden, die de kleurschifting langs de cirkels duidelijker zal doen uitkomen, in zooverre zij elkander tegenovergesteld zijn; zoo komt het roodgeel langs de cirkels meer uit, wanneer aan de grens van de zwarte en witte helften de blaauwviolette kleur praedomincert.

Wat nu voor het met den gallileïschen kijker gewapende oog geldt, zal ook moeten gelden voor het ongewapende oog. Maar allicht in zoo geringe mate, dat zulks in gewone omstandigheden niet wordt waargenomen.

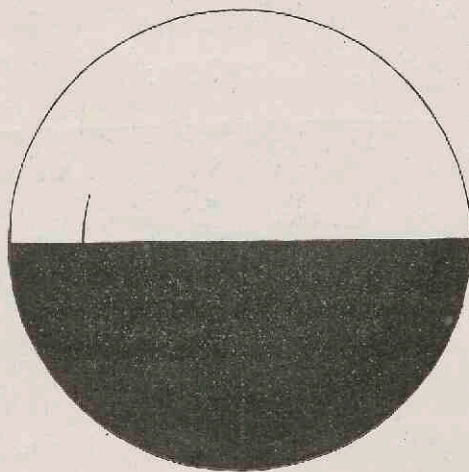
Dit is werkelijk het geval. Eerst bij omdraaiing van de schijf zien we de kleurschifting optreden en veranderen, naarmate de lijnen en de grenzen van zwart en wit

telkens een anderen stand ten opzichte van de brekende vlakken van het oog innemen. Hierdoor ontstaat een afwisseling van kleuren in zoodanige mate, dat het ons alsnog ondoenlijk voorkomt elke wijziging op zichzelf volledig te ontleden.

In aansluiting aan de mededeeling van Prof. Snellen, vermeld op pag. 18, heb ik verschillende schijven gemaakt om na te gaan in hoeverre de lengte der cirkelbogen, hun afstand of aansluiting aan de grens van wit en zwart, de grootte der sectoren enz. invloed oefenen op de verschijnende kleuren.

Bij daglicht gezien geeft mij een roteerende halfzwarte-halfwitte schijf een grijsgrauwe kleur. Breng ik op de witte helft aansluitende aan de zwarte een zwarten cirkelboog aan van 15° , 30° , 45° enz. (Fig. IV),

Fig. IV.



dan vind ik, dat deze boog de volgende kleuren aanneemt bij matige rotatiesnelheid:

Volgorde: wit, boog, zwart.	Omgekeerde volgorde.
15° Rood violet.	Zeer lichtgroen.
30° Donker violet.	Helder lichtgroen.
45° Donkerblauw violet.	" "
60° " "	Lichtgroen.
75° Blauw met purperen rand.	Groen met donkere strepen.
90° Donkerblauw, iets purper.	Buitenrand donker, binnenrand groen.
105° " nog iets purper.	Blauwachtig donker, naar binnen lichtgroen.
120° "	Violet, naar binnen groen.
135° "	Donker violet, naar binn, lichtgroen.
150° "	Donker violet, groene bijtint.
165°	" " " "
180° Zeer donker, nu eens blauw, dan weer groen getint, vooral wanneer de snelheid vermeerderd wordt.	

Een schijf halfwit-halfzwart met zwarten boog, midden tegenover de zwarte helft, vertoont, welke richting ook gedraaid wordt, bij diffuus daglicht:

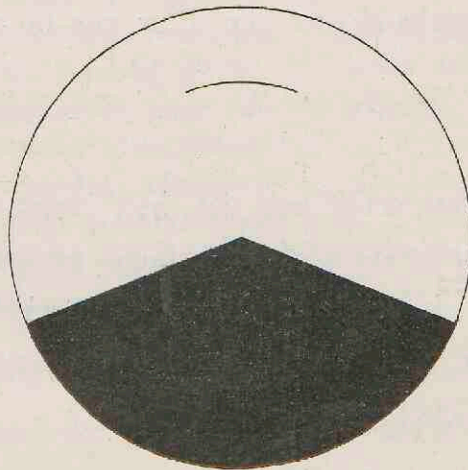
Langzaam draaien.	Snel draaien.
Boog 5° Afwissel, rose en lichtgroen.	Niet meer te onderscheiden.
" 10° Zeer licht violet.	Licht rose.
" 15° " " "	Lichtgroen.
" 30° Zeer licht violet afwisselend met groen.	Groen, afwisselend met licht violet; groen meer op den voorgrond.
" 45° idem.	Idem.
" 60° Blauw violet.	Licht olijfgroen.
" 90° "	Olijfgroen.
" 120° Blauw paars.	"
" 150° "	Donkergroen.
" 180° Donkerblauw.	"

Bij diffuus daglicht geeft een witte schijf met zwarten boog van 60° tegenover een zwarten sector de volgende kleuren:

Sector.	Langzaam draaien.	Snel draaien.	Zeer snel draaien.
240°	Donkerblauw met violette randen.	Donkergroen.	Olijfgroen.
180°	Blauw violet.	"	"
120°	"	Afwisselend violet en groen.	"
60°	"	Idem.	Afwisselend violet en groen.
30°	"	Afwisselend groen en licht violet.	Afw. groen en geel.
15°	Lichtblauw violet.	Licht violet.	Afw. groen, geel, rose.
5°	" "	" "	" " " "

Bij 30° worden de kleuren minder duidelijk, bij 120° het duidelijkst (Fig. V).

Fig. V.



Is de cirkelboog in plaats van tegenover den zwarten

sector daaraan sluitend getrokken, dan worden de kleuren veel duidelijker en intenser. Ook is dit het geval, wanneer men in plaats van één sector van 120° er twee van 60° neemt door wit gescheiden.

Dat de snelheid van roteeren grootelijks op de kleurwisselingen influenceert blijkt sprekend uit bovenstaande tabel.

Fraai komt dit ook bij Benham's tol voor den dag, wanneer men het oog gevestigd houdt op een stel ringen, die lichtgroen worden bij zóó langzame draaiing, dat de afscheiding van wit en zwart juist niet meer te zien is. Kijkt men dan oplettend toe, zoo neemt men die ringen waar als een reeks heldere en donkere elkaar afwisselende stukken, herinnerende aan een reeks vallende druppels.

Het bleek mij, dat tot het opwekken van een zelfde kleurgewaarwording, de snelheid van rotatie individueel verschilt en voor ieder moet worden gezocht. Waarschijnlijk staat zulks in verband met den duur van de nabeelden der lichtindrukken.

Nemen we een schijf half wit- half zwart, waarop witte 10° metende stippen, wier onderlinge afstand ook 10° is, en plaatsen we de eerste stip naast de afscheiding van wit en zwart, dan zien we bij matige draaiingssnelheid en bij diffuus daglicht:

	Volgorde: wit, stip, zwart.	Volgorde: zwart, stip, wit.
1 stip.	Lichte band door groen omgeven.	Lichte eenigszins rose band, door groeneranden omgeven.
2 stippen.	Band violet, buiten rose, binnen groen.	Band geelgroen.
3 "	Band violet met donker violette randen.	Band licht geelgroen met grauw geelgroene randen.
4 stippen.	Band lichtgroen, buitenrand violet, binnenrand donkerblauw groen.	Lichte band, buitenrand geelgrasgroen, binnenrand groen met rose bijtint.
5 "	Idem.	Lichte band, omgeven door groene randen; daaromheen licht violet.
6 "	Lichte band, buitenrand donker violet, binnenrand donker blauwgroen.	Het groen wordt duidelijker.
7 "	Als 6 stippen.	Als 6 stippen.
8 "	Staat men midden voor de schijf, dan is zowel de buiten- als de binnenrand van den lichten band violet. Terzijde staande ziet men den dichtstbij zijnden buitenrand groen, binnenrand violet, den verwijderden binnenrand groen, buitenrand violet.	Bij centrale plaatsing, randen groen. Van terzijde gezien: als hier neven maar in omgekeerde volgorde.
9 "	Als 8 bij stippen.	Als 8 bij stippen.

Het bij 8 en 9 stippen opgemerkte houd ik voor een krachtig bewijs, dat de prismatische werking van het oog een der voornaamste factoren is bij het optreden der Fechner'sche kleuren.

Nemen we dezelfde schijf als hierboven met één witte stip op het zwart, dan geeft bij diffuus daglicht rotatie, in de volgorde wit, stip, zwart, als de stip verwijderd is van de grenslijn:

- 0°. Lichtrose band door groen omgeven.
- 30°. Lichtviolette band door vuilgroen omgeven.
- 60°. Band in het midden licht getint, binnen- en buitenrand lichtviolet, beide uitstralende in groene schakeering.
- 90°. Band licht groen, binnen en buiten violet, dat weer groen uitstraalt.
- 120°. Band licht geelgroen, randen vuil violet, groene uitstraling.
- 150°. Band licht geelgroen, de geheele schijf verder licht violet.
- 180°. Als bij 150°.

Een schijf als hierboven maar met één zwarte stip op het witte veld geeft bij matig snelle draaiing in de volgorde wit, stip zwart, bij diffuus daglicht gezien:

- | | | | | | | |
|-------|----------------|------|---------|------|--|---------|
| 0°. | Donkere | band | omgeven | door | groene | randen. |
| 30°. | Licht violette | " | " | " | " | " |
| 60°. | Grauw | " | " | " | " | " |
| 90°. | " | " | " | " | lichtgroene | " |
| 120°. | Groene | " | " | " | rose | " |
| 150°. | Lichtgroene | " | " | " | lichtroode | " |
| 180°. | " | " | " | " | lichte randen, die lichtrose uitvloeien. | |

Typisch is hier bij 90° en 120° het verwisselen der kleuren van band en van randen.

Om prof. Liveing's theorie op de proef te stellen maakte

ik een blauwen cirkelboog op de witte helft der schijf, en buiten dien blauwen een even veel graden metende rooden.

Bij draaiing blijft nu de roode indruk het langst bestaan; keeren we het echter om, den rooden cirkel binnen, den blauwen buiten, dan blijft de blauwe indruk langer voortduren, m. a. w. de buitenste — en langste — boog geeft den langst blijvenden indruk, onafhankelijk of hij blauw is of rood.

Zeker zullen ook de wijfde van de pupil, vermoeidheid en adap'tatie voor licht grooten invloed hebben, evenzeer alsook de meerdere of mindere helheid van het licht.

Bij helder daglicht zijn de kleuren schitterender en moeilijker uit elkaar te houden dan bij diffuus licht. Bij gasverlichting treden reeds bij veel geringere draaiingssnelheid dan bij daglicht noodig is, de scherpst afstekende kleuren op.

Toen ik op een mistigen dag Benham's tol aanzag na een half uur in volkomen duister doorgebracht te hebben, vond ik in de eerste oogenblikken de kleuren meer door elkaar loopende en schitterender, in minder mate evenwel dan dit het geval is bij kunstmatig verwijde pupil; zeer spoedig echter was het effect van het verblijf in de duisternis uitgewerkt.

In plaats van de pupil te vernauwen, plaatste ik voor de oogen zwarte plaatjes, waarin een ronde opening; naarmate deze stenopaeische gaatjes kleiner genomen werden, verdwenen allengs de kleuren op de draaiende schijf; spoedig was de lichtsterkte te gering om nog kleuren te laten onderscheiden.

Aan het vermoeide oog¹⁾ valt het lastig de enkele kleuren te onderscheiden, terwijl dan tevens de fraaiste tinten op de schijf elkander afwisselen en voortdurend Purkinje's figuur en andere mozaïkbeelden te voorschijn komen.²⁾ Het duidelijkst zie ik deze, wanneer ik de schijf eerst eenigen tijd zeer snel laat draaien en dan plotseling tot langzame rotatie doe overgaan, vooral als ik dan de schijf slechts enkele centimeters van de oogen verwijderd heb. In hoeverre hierbij het geacommodeerd zijn een rol speelt is nog de vraag.

Ook is het mij gebleken, dat het zien met beide oogen een veel rijker kleurenspeel oplevert dan het zien met één oog.

Aubert's woorden: „Bis jetzt habe ich noch Niemanden gefunden, der nicht von den Fechner'schen Farben frappirt gewesen wäre; sie müssen also wohl allen, denen ich sie gezeigt habe, ziemlich intensiv erschienen sein." (Aubert. *Physiol. d. Netzhaut* S. 380) vond ik niet bevestigd.³⁾ Vele minder ontwikkelde personen zagen nagenoeg niets dan wat flikkeren, sommigen zelfs nadat ik ze lang en breed

1) Helmholtz, *Physiol. Optik.* S. 531: Es scheint also ein gewisser Grad von Ermüdung des Auges durch das flimmernde Licht dafür nothwendig zu sein."

2) Helmholtz, *Physiol. Optik.* S. 512.

3) Einige nannten die Farben brillant, andere vermochten kaum etwas davon zu sehen; doch glaube ich, dass sie Niemanden ganz entgangen sind. (Fechner, *Pogg. Ann.* Bd. 45, S. 227.)

verteld had, wat er te zien was; maar ook bij vele meer ontwikkelden duurde het geruimen tijd vóór zij de frappante kleuren in het oog kregen. Bij verschillende personen is de waarneming verschillend, zeker voor een groot deel afhankelijk van de gevoeligheid van het netvlies voor kleuren.

Bleek dit reeds uit de tegenstrijdige mededeelingen van Benham en Liveing, te voren vermeld, duidelijker nog zal dit in het oog springen uit de volgende tabellen, waarin ik opgeteekend heb wat de heeren M. (A), volkomen rood-groenblind, Sm (B) zeer zwak in de lichtere roode en groene tinten, S (C) goed kleuren onderscheidende, en ik zelf (D) bij Benham's tol waarnamen aan de verschillende stellen cirkels bij zeer langzame, matige en tamelijk snelle rotatie. 2)

2) De snelle rotatie regelde ik zoodanig, dat de verschillende stellen van cirkels nog duidelijk onderscheid in tint vertoonden.

BIJ HELDER DAGLICHT.

Zeer langzame rotatie:

	Binnenste stel.	2de stel.	3de stel.	4de stel.
A.	Rood.	Paars.	Donker rood.	Zwart.
B.	Licht blauw.	Donker blauw.	Zeer donker blauw.	Zwart.
C.	Afwiss. paars, groen en violet.	Afw. zilver- glans en paars.	Paars.	Zwart.
D.	Licht groen met rood afwiss.	Violet.	Vuil violet.	Blauw met iets paars.

Matige rotatie:

A.	Licht rood.	Grijs.	Groen.	Zwart.
B.	Licht groen.	Paarsblauw.	Licht blauw.	Zwartblauw.
C.	Licht groen met strepen.	Paars met groe- nen weerschijn.	Paars.	Violet.
D.	Licht groen.	Violet met rose afwisselend.	Licht paars.	Blauw met iets violet.

Snelle rotatie:

A.	Licht rood.	Blauw rood.	Groen.	Zwartgrijs.
B.	Licht rood.	Licht rood.	Donker rood.	Zwart.
C.	Paarsgrijs.	Groengrijs.	Paars.	Violet.
D.	Vuil violet met groen afw.	Olijfgroen.	Loodblauw met donkergroen afwisselend.	Donker violet met roode randen.

Indruk van de geheele schijf bij snelle rotatie:

C.	Paars met witte vlammen.
D.	Violet met gele vlammen.

BIJ GASLICHT.
 Zeer langzame rotatie:

	Binnenste stel.	2 ^{de} stel.	3 ^{de} stel.	4 ^{de} stel.
A.	Donker rood.	Licht groen.	Groen.	Zwart.
B.	Blauw.	Groen.	Donker groen.	Zwart.
C.	Rood.	Zilverachtig paars.	Grijs.	Zwart.
D.	Rood met paars afwisselend.	Olijfgroen met geel afw.	Donker groen met violet afw.	Zeer donker groen met licht violette randen

Matige rotatie:

A.	Paars.	Grijs.	Groen.	Zwart.
B.	Rose.	Licht groen.	Donker groen.	Zeer donker groen.
C.	Rood.	Zilverachtig geel.	Grijs.	Blauw.
D.	Licht rose met paars afw.	Licht groen met vuil violet afw.	Vuil paars.	Blauw met lichte randen.

Snelle rotatie:

A.	Licht rose.	Licht rood.	Blauw rood.	Vuil groen.
B.	Rose.	Rood.	Rood.	Onbepaald donker.
C.	Paars.	Geel.	Licht paars.	Blauw groen.
D.	Violet met groen afw.	Licht paars.	Vuil paars.	Donker groen.

Indruk van de geheele schijf bij snelle rotatie:

A.	Vuil groen.
B.	Groen met donkere vlammen van onbepaalde kleur.
C.	Groen fond met roode vlammen.
D.	Centrum vuurrood, peripherie licht groen, voortdurend door elkaar vlammeende.

Wat hierbij het meest opvalt, is wel dat de heeren M. en Sm., behalve dat zij dikwijls aan de kleuren verkeerde namen geven, zooveel minder van het kleurenspeel zien, ofschoon wij toch telkens op dezelfde plaats stonden, een weinig ter zijde, als we onze waarnemingen opschreven.

Het is dan ook de eerste keer lang niet gemakkelijk met juistheid aan te geven, wat men eigenlijk ziet, hetgeen ook den heer S. opviel, die nagenoeg alles zag als ik, wat nog al merkwaardig is voor iemand die nooit vroeger de proef had verricht.

Men zou kunnen denken, dat de schitterende randen en het afwisselen der kleuren door mij herhaaldelijk gade geslagen, ja wellicht het geheele verschijnsel, te wijten zijn aan slechte concentratie van schijf en bogen, of aan wakkelen en zwaaien der schijf; het is volkomen waar dat, wanneer de schijf deze fouten maakt, juist de prachtigste, glinsterende tinten voor den dag komen; maar ook op een geheel zuiver gecentreerde en regelmatig loopende schijf ziet men ze optreden. ¹⁾

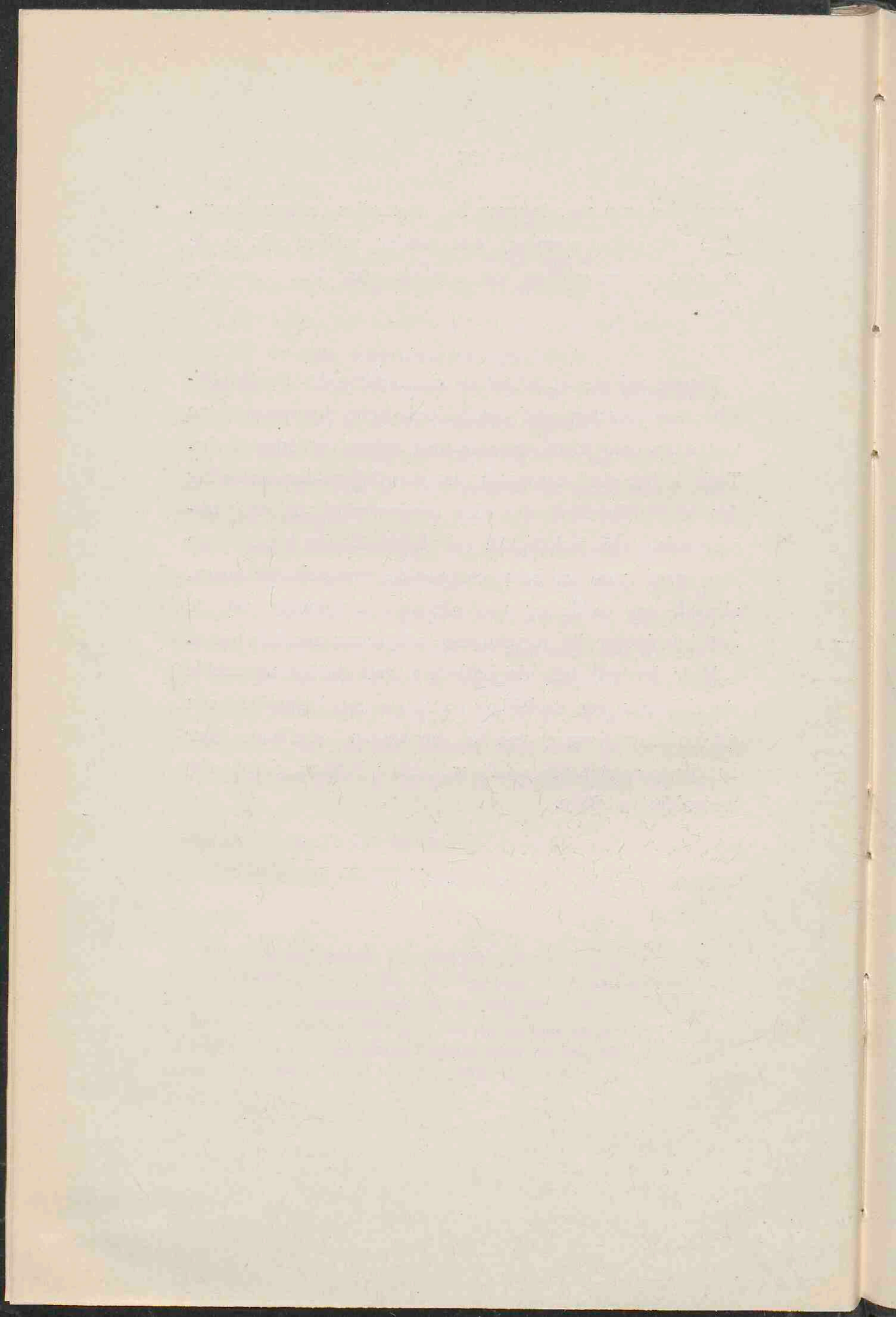
Indien werkelijk de verklaring te zoeken is in dispersie van de brekende middenstoffen van het oog, dan zullen

1) Dit toonde mij de heer van Huffel, Assistent bij de Physica, die zich ook geruimen tijd met dit onderwerp heeft bezig gehouden; op een zuiver loopende draaibank, had hij de schijf met zuiver geconstrueerde en goed gecentreerde cirkellijnen op een massief vlak aangebracht. Zooals de heer van H. mij mededeelde, hadden zijne proeven hem slechts tot negatieve resultaten geleid, wat de verklaring der feiten betreft.

verschillen van vorming van het hoornvlies (astigmatismus, $\angle \alpha$, ellipsoïde vorming) niet zonder invloed zijn op de individueele verschillen ten opzichte van deze verschijnselen.

Vragen wij ons af, of aan de waarneming der Fechner'sche kleurverschijnselen eenige praktische toepassing is te verbinden, zoo moet ons antwoord alsnog ontkennend zijn. Toch is het niet onmogelijk, dat men bij verdere ontleding der omstandigheden, die hier samenwerken, in deze verschijnselen een hulpmiddel zal vinden tot het bepalen van den graad van het achromatisme der verschillende oogen, alsmede tot verklaring van sommige afwijkingen van de gezichtsscherpte bij verschillende schijnbaar normale oogen.

Maar bovenal kan de ontleding van de bovenvermelde verschijnselen een aanleiding en tevens een hulpmiddel zijn tot nadere oplossing van tal van vragen betreffende kleur en kleurperceptie die, zooals we gezien hebben, zich hierbij veelvuldig voordoen.



STELLINGEN.

1. ИСТОРИЯ

STELLINGEN.

I.

Symphathische ophthalmie berust niet uitsluitend op voortschrijden van de infectie langs de zenuwscheede.

II.

Bij panophthalmie verrichte men exenteratio bulbi.

III.

Strabismus door parese bestrijde men door „Vorlage-
rung” der paretische spier.

IV.

Toenemende leucocytose bij lijdens aan diphtherie beteekent eene slechte prognose.

V.

Ten onrechte houdt Kassowitz osteomalacie voor rhachitis der volwassenen.

VI.

Leukacmie te verdeelen in lymphatische, lienale en myelogene is verkeerd.

VII.

Meestal behoort aan eene galblaasoperatie de cholecystostomie toegevoegd te worden.

VIII.

Het verrichten van schijnoperaties is af te keuren.

IX.

De choleradiarrheeen zijn niet toe te schrijven aan transsudatie van de darmvaten, zooals Liebermeister meent.

X.

M. Basedow is een neurose.

XI.

Chinine is een prophylacticum tegen malaria.

XII.

De wijze, waarop in vele groote steden van N.-Amerika

de besmetting door tuberculose wordt tegengegaan, verdient navolging.

XIII.

Bij hiervoor in aanmerking komende baarmoederfibromen (-myomen) moet exstirpatio uteri totalis verkozen worden boven amputatio uteri supravaginalis.

XIV.

Bij lupus laryngis ga men spoedig over tot pharyngotomie met laryngofissuur, ten einde het zieke weefsel te kunnen vernietigen.

XV.

Retinitis albuminurica, gedurende de graviditeit ontstaande, is een indicatie tot het opwekken van partus praematurus.

XVI.

Bij ernstige contusiones abdominis door stomp geweld besluite men tot laparotomie.

XVII.

De beste therapie bij chronische metritis is exstirpatio uteri vaginalis.

XVIII.

Van Prochownick's dieetkuur kan gunstigen invloed ver-

wacht worden bij gravidæ met bekkenvernauwing, waar de conjugata vera minstens 8 c.M. is; eveneens is ze aan te bevelen voor oude primiparæ en voor multiparæ, wier vorige partus bemoeilijkt werden door de geboorte van zeer groote kinderen.

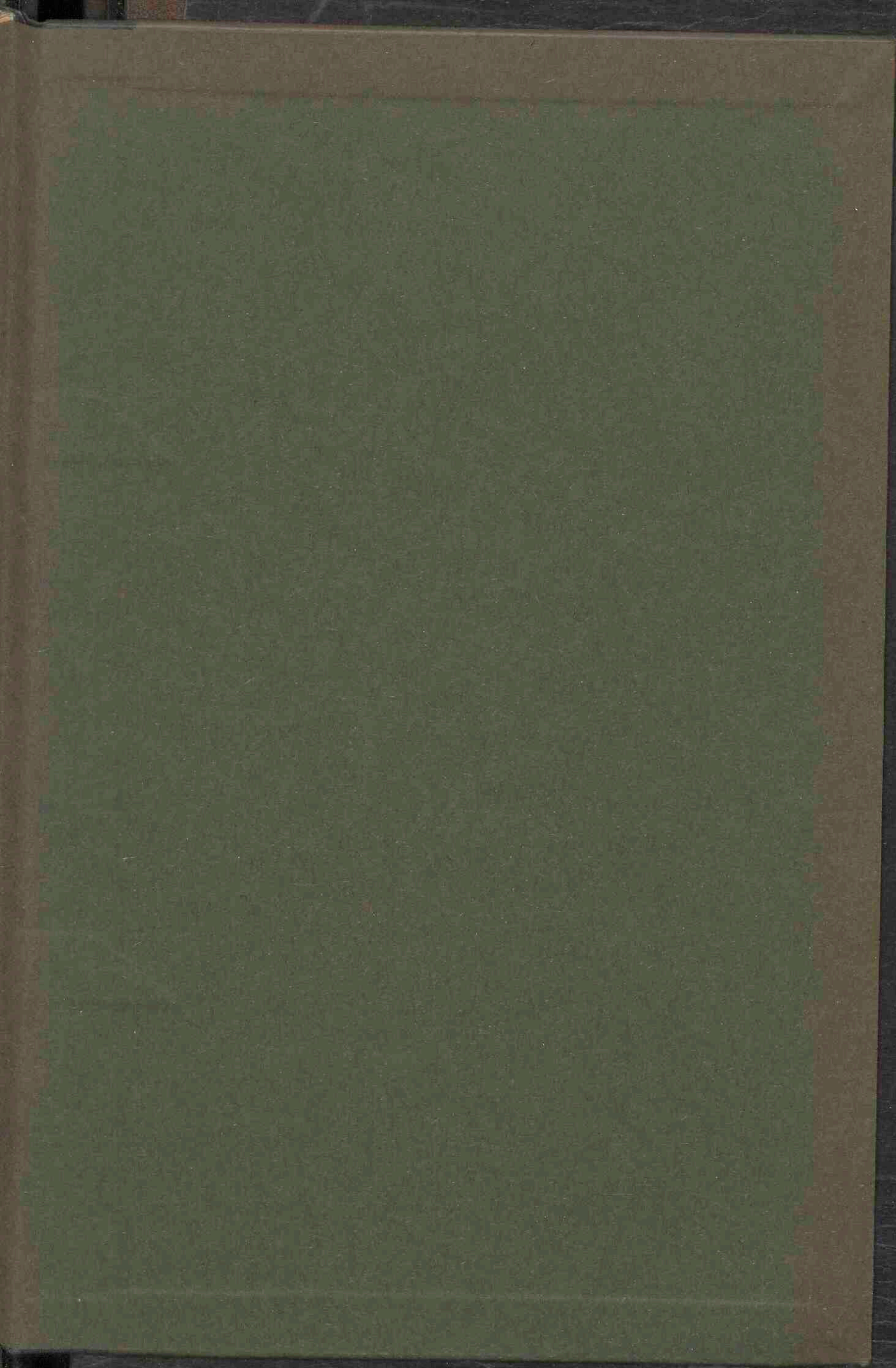
XIX.

De beteekenis van de maag bestaat voor het grootste gedeelte daarin, dat zij het organisme beschut tegen ingebrachte schadelijke stoffen.

XX.

Het begrip „virulentie” is eene combinatie van verschillende factoren.





A