

ROZPRAWA

O ACHROMATYZMIE OKA LUDZKIEGO.

NATURA pospolicie bywa sztuki mistrzynią, że jednak i ta nienaśladować natury czasem iéy celu dopiąć może, a nawet przez inne srodki, to nam okazuje historia wynalazku achromatyzmu sztucznego. Był czas w którym zupełnie wątpiono, czy można znieść rozproszenie kolorowych promieni przy łamaniu się swiatła, czyli uskutecznić achromatyzm: Newton nawet, ów twórca prawdziwéy teoryi kolorów, powątpiewał o tém. Euler jednak w widzeniu czystém przedmiotów upatrywał dowód, że oko jest achromatyzowaném, i był przekonany tém samém o możności iego naśladowania w sztuce: lecz na próżno siłł się w urządzeniu podobnego Do oka aparatu, aby podobny iemu skutek wyprowadzić. Nareszcie udae się Doolondowi i bez śledzenia tajników oka, drogą iedynie empiryczną odkryć achromatyzm: lecz sposób iego iak się późniéy okaże iest wcale inny, aniżeli ten którego natura w oku zwierzęcém użyła. A tak wykazała sztuka achromatyzm, ale ieszcze niewiedziano iak on iest w oku ustanowiony. Naywięcéy Fyzyologów mało dbali o to czy iest, i iak iest w oku urzeczywistniony, a w soczewce oka, widząc kształt podobny do tego, iaki ma szkło sztuczne zwiększające, poprzestali też na przyznaniu iéy tego użytku, iaki w soczewce sztuczném widzieli, to iest użytku koncentrowania swiatła. Lecz szczególna wewnętrzna struktura soczewek naturalnych, odróżnia ie bardzo od sztucznych, a z tąd się okazuje że soczewki oczne niemuszą byđz prostemi środkami zwiększającemi, lecz że to iest coś szczególnego, czego w sztucznych niedostaie, a to oraz iest przeszkodą w objaśnieniu użytku naturalnych soczewek ze sztucznych. Z téy szczególnéy struktury niektórzy Fyzyologowie domysłali się iuż achromatyzmu, lecz nietłumaczyli go, a tém mniéy dowodzili. Inni usiłowali wedłóg iuż istniejącego sztucznego i naturalny tłumaczyć; natura iednak zawsze się otrząsała z narzucanych sobie

obcych i z martwéj sztuki powziętych objaśnień, a chciała byđź sama z siebie odgadniętą. To, czy się mnie choć w części udało, pod sąd znawców oddaie.

Newton nieśmiertelny doświadczeniami nypierwéj okazał, że niewszystkie promienie światła łamiąc się w pryzmie zachowują ten sam stosunek kąta wpadnienia do kąta refrakcyi, i że tak odmienné załamalności promienie, takóŜ odmiennie na wzrok działają, i uczucia kolorów rodzą. Podobnaż dispersja promieni zachodzi gdy światło przez soczewkę sztuczną przepuszczamy, bo soczewkę zwiększającą uważać należy tylko za zbior wielu około iednego punktu ułożonych pryzmów, podstawami do środka obróconych, i stopniami od środka do brzegu coraz roztwartzszych. W soczewce więc z téj przyczyny każdy kolor oddzielnie tworzy swoje ognisko, iakto doświadczenie Newtona okazuje (1) i dla téjże samej przyczyny przedmioty przez soczewkę krótkiego ogniska widziane, otoczone się wydaiają kolorami (2) tęczowemi. Własność ta soczewek stała się ich wadą w uŜyciu do narzędzi optycznych, bo z przyczyny téj przedmioty się nieczystemi wykazywały. Newton poznał całą wartość iakaby przyniosło odkrycie sposobu zniesienia téj wady, czyli achromatyzowania soczewek, lecz mniemając, że stopień refrakcyi zawsze w iednym stosunku zostaię że stopniem dispersyi, zwątpił zupełnie o możności wynalezienia na to środka poprawczego, lecz mylnie, bo iak się późniéj okaŜe w soczewce ocznej tenŜe stosunek refrakcyi i dispersyi nie iest odmienny, a iednak achromatyzm do skutku iest przyprowadzony. Późniéj Euler zwrócił swą uwagę na ten przedmiot. Wielki ten badacz zastanowił się nad postrzeŜeniem, że przedmioty białe zupełnie bez kolorowych brzegów widzimy, przy dobrze uorganizowaném oku, co się ieszcze i przez to sprawdza, że na dnie oka martwego nawet czysto i wyraźnie przedmioty się malują. Pomyślał więc on pierwszy że w układzie oka achromatyzm natura do skutku przyprowadziła, począł zatém zgłębiać budowę oka, które miał za naydoskonalsze narzędzie optyczne, iak się to wykazuje znastępujących słów iego (3) «Oko przechodzi w do-

(1) Biot—*Traité de Physique expérimentale et mathématique*. Paris, 1816. T. 3 p. 403.

(2) Biot: l. c. T. 3, p. 485.

(3) Leonhard Eulers Briefe über Verschiedene Gegenstände aus der Naturlehre Leipzig, 1792. I. Band p. 282.

skonałości wszystkie narzędzia optyczne, które człowiek tylko w stanie iest zbudować. Różne przezroczyste materye składające go mają nietylko rozmaitą gęstość, przez co się też promienie nieiednakowo łamią, ale i ich kształt iest też taki że wszystkie promienie które z iednego punktu zewnątrz pochodzą, znów w oku w ieden punkt się zbierają i t. d. » Ten achromatyzm oka domyślał się Euler, że iest do skutku przywiedziony przez połączenie cieczy wodnistey z częściami stałemi iakie się w oku znayduią. Myślał więc przez podobne połączenie i w sztucznych soczewkach skutku dopiąć, iak się to z następujących słów iego wykazuje (4) » Ponieważ się przekonałem że niepodobną byłoby rzeczą znieść różne łamanie się promieni przez połączenie wielu szkielek rozmaitych, bo przyczyna tego zawisła od prawa refrakcyi światła we wszystkich szklach iednakowego, więc zdaie mi się żeby inne przezroczyste materye używać, którychby moc refrakcyyna od tęży we szkle się różniła. Może w ówczas byłoby rzeczą podobną te materye ze szkłem tak połączyć, aby z tąd zebranie się promieni kolorowych w ieden punkt nastąpiło, i aby się ieden obraz bez dispersyi utworzył » W rzeczy samęy proponował Euler soczewki złożone ze szkła i wody, lecz te niedotrzymały próby swęy dobroci, i nieweszły nigdy w użycie. Sam nawet Euler mówi (5) » Chociaż mnie wiele pracy te przedsięwzięcia kosztowały, muszę iednak otwarcie wyznać, że teraz zrzekam się takich z wody i szkła złożonych soczewek, « Jakkolwiek bądź lubo nie sam Euler odkrył achromatyzm, on iednak do tego odkrycia drogę utorował, bo po nim dopiero Dollond optyk angielski probując empirycznie różne przez Eulera domysłowe tylko proponowane sposoby, powtarżając doświadczenia Newtona nad kompensacyami pryzmów z różnych substancyi, i używając nayrozmaitszych padleń szczęśliwie na doświadczenie, z którego się przekonał, że nawet we szkle różnego gatunku, stopień refrakcyi i dispersyi mogą bydź niekoniecznie iednakowemi. A tak doszedł do odkrycia, że gdy dyspersye Crownu i Flintu prawie się sobie równały przez nadanie stosownych kątów w pryzmach tego odmiennego szkła, i przez połączenie tychże pryzmów na przemian z sobą kątami; w tym przypadku refrakcyja Crownu była przeważającą. Tym sposobem Dollond naypierwszy właściwie doświadczeniem swoim odkrył błąd Newtona, bo okazał, że są między różnemi substancyami i takie, które przy równęy refrakcyi, inny porządek w dispersyi za-

(4) Euler 1: c:— i B pag: 443

(5) Euler 1: c: i. B pag: 445

chowu. Zniósł on także błąd Eulera, bo okazał że substancjami kompensacyjnemi mogą być same stałe, a niekoniecznie płynne połączone ze stałemi. Przez złożenie teraz soczewek z Crownu i Fliutu, stosownie wypukłych i wklęsłych, potrafiąno prawie znosić dispersyą, i odkrycie to miało rzeczywiście wielki wpływ na ulepszenie lunet, które odtąd achromatycznemi zwano. Cieszyła się więc sztuka odkryciem achromatyzmu, lecz odtąd badania składu oka już straciły w części dla Fizyków powab, rzecz zatem ta od nich opuszczona pozostała odtąd prawie zupełnie w ręku Fizyologów, lecz z niewielkim skutkiem. Niektórzy z nich starali się wprowadzić achromatyzm oka przez sztuczny tłumaczyć, ale innym zdawało się że jest rzeczą niepodobną iżby na téj samej zasadzie mógł być w oku ustanowionym (6). W soczewce bowiem achromatycznej, najmniej z dwóch szkłał złożonej, dyspersya wynika w iednej soczewce wypukłej, znosi się w drugiey wklęsłej, za tamtą będącój, w której kierunek światła jest odwrotny, w oku zaś zdaie się mówi Pan Hall, że promienie tylko się zcho-
dzą w iednym kierunku, kilkarazy po sobie: stopień dispersyi przeto przy każdym załamaniu z iednego środka w drugi pomnażać się musi, a nie zmniejszać. Od czasu (1784) iak sławny Fizyolog Reil przez gotowanie soczewki zwierzęcej w wysoku i kwasach mineralnych wodą rozcieńczonych, okazał w niej strukturę z warszt złożoną (7), poczęli niektórzy fizyologowie upatrywać sposób kompensacyi achromatycznej oka, nietylko w połączeniu części stałych i płynnych według Eulera, ale ieszcze i w warsztach koncentrycznych soczewki według Reila. W nowém nawet dziele ieden z najsławniejszych dzisiejszych Fizyologów mówi (8) « Błędnie porównywa się soczewka naturalna ze sztuczną, porównanie to byłoby dokładném, gdyby szło tylko o kształt; lecz jest błędném mając wzgląd na strukturę. Wistocie soczewka naturalna składa się z warszt koncentrycznych, których twardość zwiększa się od powierzchni ku środkowi, i które zapewnie mają różną moc

(6) Hall — Versuche und Bemerkungen über das Sehen, aus dem englischen — Deutsches Archiv für die Physiologie von F Meckel — 1818 4 B 4 H: pag: 616.

(7) Grens Journal der Physik. — B. 8. S: 3. pag: 325.

Loder — Tabulae anatomicae — Tab: 57 — Fig: 12, 13, 14: 17.

(8) Magendie — Précis élémentaire de Physiologie — Paris, 1818. T. I. pag: 48.

łamiącą » Wykazuje się więc z tego krótkiego rozbioru, że pomimo tego, iż sztuka wynalazła achromatyzm, dotąd iednak niema nic pewnego względem sposobu iak tenże w oku iest ustanowiony. Czy tak iak sztuczny, czy inaczej? czy przez wszystkie środki oka, czy też iedynie przez soczewkę iest skuteczniejszy? tak więc wszystkie badania na domysłach kończono. Moim mniemaniem zaś iest, że iądro w środku soczewki znajdujące się, iest istotną częścią, przez którą achromatyzm w oku do skutku iest przywiedziony, a przeto soczewkę uważam iako organ achromatyzujący [oko. I. to wyłożyć będzie moim usiłowaniem.

Naprzód kładę tu następujące twierdzenie które zostanie udowodnioném, że achromatyzm oka w naturze wcale odmiennym sposobem iest ustanowiony od sztucznego. Sztuczny albowiem Dollonda skutecznia się przez połączenie substancyi, w których porządek refrakcyi i dyspersyi iest odmienny, naturalny zaś przez połączenie substancyi tylko różnogęstych, w których z resztą porządek refrakcyi i dyspersyi tenże sam pozostaje, co właśnie Newton zaprzeczał, i który to błąd dotąd ieszcze nie iest okazany, gdyż błąd Newtona przez Dollonda usunięty był inny, i dotyczy się tylko tego, że mogą być substancye z odmiennym porządkiem refrakcyi i dyspersyi

Dowodzenie moje iest następujące. Wiadomo że w miarę, iak się przedmiot do soczewki z iednćy strony zbliża, z drugiey się ognisko oddala, tak że tabliczkę na której się obraz przedmiotu wyraża odsuwać trzeba dla iego otrzymania, przyczem się tenże obraz zwiększa, a iezeli o tyle się przedmiot zbliży, że tylko tak oddalonym będzie od soczewki, iak i ognisko z drugiey strony, w ówczas wielkość obrazu $a b c$ (Fig. 1.) wyrównywa zypełnie wielkości przedmiotu $d e f$. W tym przypadku równćy odległości i przedmiotu i ogniska od soczewki, odległość ta w szklanych soczewkach w powietrzu zagrażonych prawie iest równą iak wiadomo sumie dwóch promieni, któreykolwiek z równokrzywych powierzchni soczewki. Gdy tymczasem przy oddalaniu się przedmiotu ognisko się zbliża, a przy nieskończoném oddaleniu przedmiotu, o połowę iest bliżej, to iest równa się tylko iednemu blisko promieniowi łuku powierzchni soczewkowej. Wszystko to iak wiadomo z płomieniem świecy i zwyczajną soczewką okazać można. Obraz przedmiotu iest tu zarazem wywrócony; co dowodzi że światło przez soczewkę przechodzące krzyżuje się iak widać z wykreślenia (Fig. 1.) Obraz ten iest mniej więcej we wszystkich swoich częściach wyraźny, naywyraźniejszy iednak w tenczas gdy przedmiot i tabliczka przy-

padną w powierzchniach krzywych prawie równoodległych od powierzchniów soczewki, iak to już przykład doskonałego oka nas przekonać powinien: wszakże tu dno oka wystawiające ścianę na której się przedmiotu obraz maluje, nie jest prostem lecz wklęsło kulistém. Przy tworzącym się obrazie w soczewce długiego ogniska, scianka może pozostać prostą bez straty wyraźności obrazu, bo tu dla odległości krzywość nieznaczną wypadnie, lecz przy soczewkach bardzo krótkiego ogniska, naywyraźniéj na krzywéj i wklęsłéj powierzchni obraz się maluje. W takim to więc położeniu wszystkie promienie z iednego punktu przedmiotu, także w ieden punkt na tabliczce się zeydą iak (Fig: 1.) okazuje. Tu nawet nietylko promienie na środek soczewki padające, ale i nadbrzeżne, ieżeli tylko z iednego pochodzą punktu, w ieden się też z drugiey strony zniydą, iak się otém przekonać można zasłoniwszy soczewkę (Fig: 2.) ścianką $g h$ mającą otwór $i k$. Do któregokolwiek więc punktu powierzchni soczewki, dopuscimy tym otworem przystęp światła z przedmiotu $d f$ pochodzącemu, chociażby i do samego brzegu iak figura właśnie okazuje, zawsze obraz iednakowo się tworzyć będzie, to jest wywrotnie tey samey wielkości i wyraźności, tylko że nie tak iasno, i tym ciemniéj, im mnieyszy będzie otwór, bo w tym przypadku powierzchnia soczewki więcéj jest zasłoniętą. A że położenie otworu względem soczewki niema bynajmniéj żadnego wpływu na odmianę wielkości i wyraźności obrazu; przeto wypada z tąd, że w iakimkolwiek bądź kierunku z przedmiotu światło na soczewkę pada, zawsze tak się w niéj załamie, że wszystkie promienie z iednego punktu pochodzące w ieden się też zniydą, iak się to z wykreślenia (Fig: 2.) okazuje. Więc i zboczenia kulistości tu mieć niebędziemy, gdyż to tylko w tym przypadku istnieje, kiedy promienie odmienny kierunek z obu stron soczewki miewaią, iak np. przy nieskończeniu oddalonym przedmiocie, tu promienie przystępuią do osi równolegle, a z drugiey strony bardziéj do niéj się zbliżaią, w tym też przypadku niema skrzyżowania się światła w soczewce. Teraz wystawmy sobie że soczewka taka jest obwiedziona linią przecinającą punkta odległości przedmiotu i obrazu. Linia ta wypadnie więc krzywą iak $cd ef$ (Fig: 3). Za tą linią graniczną przypuścimy teraz ieszcze środek rzadszy, iak jest ten który obwodzi środkową soczewkę. Tym sposobem powstaną dwie soczewki iedna gęsta w środku drugiey rzadszey umieszczona, to jest będziemy mieli soczewkę $c d e f$ (F 3) z iądrem $a b$. Przez tak złożoną soczewkę przechodząc światło ten sam skutek iak w pojedynczey wyda, to jest z drugiey strony utworzy się obraz przedmiotu wyraźny wywrotnie i

wielkości od przedmiotu różney, która jednak w pewney odległości $i k$ od soczewki, równaiący się także odległości tabliczki $l m$, zrówna się z wielkością samego przedmiotu. Ta tu jednak zachodzić będzie różnica, że przedmiot i obraz bardzięj oddalonemi będą, iakby były przy samęj iądrowéy mniejszéy soczewce, bo większe soczewki $c d e f$ powierzchnie niebędąc tak bardzo zakrzywione, iako odcinki większéy kuli, słabięj też światło łamać muszą. A potém i ta wyda się tu różnica że kierunek światła w takięj soczewce z przyczyny twardszego iądra będzie nieco zmienny, bo teraz światło nietylko na wniysciu i wyysciu, ale ieszcze i w środku łamać się będzie, iak to pokazuje (Fig: 3). Tu tylko promień $g h$ w obu soczewkach niedozna złamania, iako woś wspólną obu soczewek przypadaiący, lecz promienie z punktów $i k$ muszą doznać iak wykreślenie okazuię na wstępie do rzadszey soczewki $c d$ złamania, i podobnegoż na wstępie do twardéy soczewki $a b$, przez co od ośi się nieco oddalają, podobnego znów złamania doznaią z drugiey strony ośi wychodząc z twardszey a potém z rzadszey soczewki w powietrze, gdzie się nareście zbiegną w punktach $l h m$, i obraz wydadzą. Więc tu nie dwa razy promień iak w zwyczajnéy soczewce, ale cztery razy łamać się będzie, zachowuiąc iednak zawsze ten sam kierunek względem ośi szkła.

Dotąd niedawaliśmy baczości na dispersyą przy refrakcyi, uważaymyż teraz iéy skutki. Niech $a b c d$ (Fig: 4) będzie zwyczajną soczewką bez iądra, w ówczas na wstępie i na wyysciu z soczewki promienie się zafamuią w sposób zwyczajny ale nieiednakowo, bo więcey się łamiące to iest fioletowe iak $e f$ zbiorą się daley w odległości $g h$, naymniey zaś łamiące się iakimi są czerwone $e i$ w mnieyszéy odległości $k l$, między temi zaś granicami zniydą się ogniska pośrednich kolorów. Z przyczyny więc dispersyi wypadnie wiele ognisk w różnych od szkła odległościach, i dla tego obraz niebędzie wyraźny iczysty, lecz otoczony tęczowemi kolorami. Jeżeli zaś światło przejdzie przez soczewkę z twardym iądrem, w ówczas będą się mogły promienie prawie w iednéy od soczewki odległości zebrać, i obraz czysto się wyda, słowem może sie przez to znieść wada dispersyi. To się uskuteczni w sposób następuiący. Promień z punktu a (Fig: 5.) woś soczewek przypadaiący, nie ulegnie refrakcyi a więc i dispersyi niepodpadnie, przejdzie przeto do b , wszelkie zaś inne promienie ku brzegowi soczewki przypadaiące iak np. z punktów $c d$ wychodzące, na powierzchni wstępny $e f$ doznaią refrakcyi, ale zarazem i dispersyi, w skutku który sнопек kolorowych promieni rozéydzie się przy pun-

ktach wstępnych, lecz że te promienie w środku soczewki natrafiają na drugą gęstszą, przeto w niej na wstępie iak wyżey powiedzieliśmy znów łamać się będą, i zarazem zbliżać do siebie. Dispersyi zaś iuż więcéy przy tém łamaniu, promienie kolorowe iako światło pojedyncze uledz nie mogą, przeto daley postępując przy wyjściu z iądra ieszcze więcéy się załamując, do siebie się tyle zbliżą, ile w pierwiéy się rozeszły, nareście przy doysciu do powierzchni gh znaydą się znów prawie w ieden punkt zebrane, ieżeli się tylko nada zarazem stosowną odległość od iądra powierzchni soczewki większą, i odpowiednią do różnicy gęstości środków tworzących obiedwie soczewki. Gdyby promienie te były światłem pojedynczém, i iednego stopnia refrakcyi, to iest gdyby były iednokolorowe, toby się zebrały zupełnie w ieden punkt, bo tu mamy wszystkie te warunki pod któremi światło z iednéy strony na soczewkę padające, na drugiéy stronie w ieden punkt się zbiera, iak się wyżey mówiło. Ponieważ jednak tu mówimy o świetle różnokolorowém, to iest różnego stopnia refrakcyi, przeto takie światło nie znydzie się tu zupełnie w ieden punkt, lecz blisko iednego punktu zebraném będzie, iak to nas przekonywa doświadczenie Newtona, z koncentrowaniem kolorów pryzmatycznych przez soczewkę (9). I tak promień czerwony a b (F. 6) iako mniéy łamiący się, nie znydzie się ieszcze z więcéy łamiącym zielonym promieniem c f, gdy tymczasem nymocniéy się łamiący promień fioletowy e d, iuż się prędzéy z zielonym promieniem c f zetnie, a tak promienie te nie w iednym punkcie, lecz w przestrzeni b d f się znydą, która iednak bardzo małą wypadnie, iak nas doświadczenie powyżey wspomniane uczy. A gdyby się też nawet i zebrać mogły w ieden punkt kolorowe promienie, to iednak wychodząc z soczewki w powietrze na nowoby się rozeyść musiały, i to znów z przyczyny nieiednakowego stopnia łamalności kolorowych promieni nastąpiłoby. I tak wystawmy sobie trzy promienie kolorowe pryzmatyczne brzeżne i środkowy b a, c a, d a, (F. 7) które się zbiegaia w punkcie a. Oczewistą iest rzeczą, że ieżeli promień środkowy c a zielony po wyjściu swoim postępu do e, to czerwony b a iako mniéy łamiący się i zarazem bliższy w kierunku do prostopadłéy g h, występując mniéy się załame i tylko do f postąpi; promień zaś fioletowy d a więcéy łamiący się i bardziéy od prostopadłéy oddalony, załame się więcéy i postąpi aż do i; tym więc sposobem rozeszły by się na nowo, wprzód rozproszone a potém przez iądro skupione promienie. Jednak to nowe rozproszenie, albo raczéy niezu-

pełne skupienie się kolorowych promieni, byłoby nieskończenie mniejszem aniżeli dispersya na wniściu do soczewki.

Lecz i temu możnaby zapobiedz tym sposobem, gdyby się zmusiło te promienie przy wyściu do złamania się w drugą stronę środkowego zielonego promienia $e a$ (Fig. 7). W ówczas większa łamalność fioletowego promienia przy bliższem kierunku do prostopadłej przez co kąt wyścia zmniejszonymby został, mogłaby się zrównać z mniejszą łamalnością promienia czerwonego, którego kierunek teraz od prostopadłej bardziey byłby oddalonym, i przez to kąt wyścia zwiększonym. To można dopiąć dając tylny powierzchni soczewki zaokrąglenie mniejszego promienia, tak żeby prostopadła zakrzywień obu powierzchni soczewki większej, nie z obu stron środkowego punktu iądra, (Fig. 7) ale z iednej przypadły, iak, $a b$, $c d$, (Fig. 8.) W tym więc przypadku więcéy się łamiący promień fioletowy, z przyczyny małego od prostopadłej $d c$ zboczenia, nieco mniej się załamie, i z równa z zielonym; promień zaś czerwony mniej łamalny dla większego, teraz zboczenia od prostopadłej $c d$, nieco więcéy się załamie i takż z zielonym zówna. Zrównanie to niebędzie iednak mogło być nigdy zupełnem, bo miysce wyścia tych promieni z soczewki nie jest iednym punktem: wyddie przeto nie ieden promień ale snopek $e f$ blisko równoległych tych kolorowych promieni, które zmieszane i razem działając potém blisko siebie na błonę nerwową we dnie oka, czucie iednego złożonego światła nieść mogą. Wszakże doświadczenie nas uczy że najmniejsze i zaledwo do rozróżnienia przedmioty, iak np. mikroskopiczne zwierzątka, iako iednokolorowe punkta na zmysł widzenia działają, gdy tymczasem przedmioty te przez drobnowidz widziane, z różnych części rozmaitego koloru, utworzonemi się ukazują. Co oczewiście dowodzi, że jest dostateczną rzeczą kiedy światło mieszane blisko siebie na retynę działa, aby wydać mogło czucie tylko iednego i pośredniego koloru. Tym sposobem zatem będzie mógł być achromatyzm do skutku przywiedzionym.

W taki więc też sposób, iakieśmy okazali że achromatyzm w soczewce sztuczney z iadrem ustanowiony być może, musi on także być w soczewce oka do skutku przywiedzionym, bo, też właśnie taka jest iey budowa kształt, i różność wewnętrzney gęstości. I tak u człowieka powierzchnia przednia jest płascieyszą niż tylna, przednia bowiem jest odcinkiem kuli w promieniu 4 linie mającay,

tylna zaś iest bardziéy krzywa, bo mniejszey kuli iest odcinkiem, w promieniu tylko $2\frac{1}{2}$ linii wynoszącéy iak to (Fig. 9) okazuie (10).

Ma ona takżé w środku twardsze iądro. O tem przekonać się można rozcieraiać ją w palcach, bo tak pierwsze warszty łatwo się ścieraiać, ale środek pozostae cały, naypierwsza warszta po za błonką soczewki, tak iest nawet rzadką, że się rozpływa z przyczyny czego nazwaną iest ciecżą soczewki (liquor Morgagni). O twardszém iądrze takóż się przekonać można przerzynaiąc soczewkę, tu bowiem czuć iak opór rośnie przy wciskaniu noża ku środkowi, i iak znów z drugiéy strony po za środkiem się zmniejsza. Che-nevix takżé znalazł, że i ciężar iey gatunkowy ku środkowi iest większy iak z brzęga. Słowem iest prawdą niezaprzeczoną że soczewka zwierzęca w środku iest twardszą gęstszą i bardziéy ciężką niż przy brzęgu. Z resztą oczewistą iest rzeczą, że skutek zawsze pozostanie ten sam chociaż w soczewce oka zwierzęcego stopniami ku środkowi gęstość rośnie. Różnica tylko w tym zaydzie, że promienie nie w prostych, lecz krzywych łamać się będą kierunkach, co bynaymniéy na kierunek i sposób łamania się ich przy wnyściu i wyściu wpływu mieć nie może. Skutek nawet i w tenczas ten sam pozostanie, czy w soczewce przypuściemy tylko iedno gęste iądro, które od środka ku obwodowi nieznacznie rzadszém stawać się będzie, czy też przypuściemy wiele iądr iedne w drugich umieszczone i coraz twardsze, to iest czy soczewkę iako złożoną z warszt nierównéy gęstości uważać będziemy. I w rzeczy saméy mogłoby bydź że owa struktura Reilowska, wykazuiąca się po gotowaniu soczewki w sposób wyżéy wzmiankowany, iest może tylko produktem operacyi chemiezney. Tu może dla mniejszey gęstości przy obwodzie przedzéy w około massa iey się ścina, i od reszty w kształcie blaszek odskakuie, a gdy to następnie w około się dzieie, ztąd postać składu warsztowego soczewki wynika, w którém środku iądro iest umieszczone. Że to bydź może skutkiem sposobu rozbioru, wykazuie się i ztąd że te blaszki nie wypadaią zawsze regularnie, i że tak blaszki, iako i cała soczewka w innych różnych kierunkach ieszcze pękaia. I tak zwykłe wysuszona soczewka w podwietrzu, rozpada się na części kształtu klinowatego, kątami do środka, a podstawami do obwodu obrócone. Takie części oprócz blaszkowatego ieszcze i skład włóknisty nawet okazuią, zkad iey niektórzy strukturę włó-

(10) Wilhelm Sömmering (syn). De oculorum hominis animaliumque sectione horizontali commentatio. Goettingae — 1818 Tab. I. — pag. 17.

knisto-blaszkową przypisać (11). Włóknisty ten skład dał innym znów powód do mniemania że budowa soczewki jest włóknisto muszkularną (12), lecz nie mogą to być włókna muszkularne a więc i soczewka ściągliwą, bo ta błonki swej obwodzący pozbawiona, zupełnie się w wodzie rozpuszcza, co bynajmniej nie jest mięs własnością. Wszystkie te odmiany zdają mi się być tylko wypadkiem, nierówny wszędzie twardości i sposobu jakim się rozbiiera soczewka. Jakkolwiek bądź, czy taka warsztowa jej struktura jest naturalną lub sztuczną, wpływu to mieć nie może na moje tłumaczenie, bo zawsze soczewka w środku jest gęstszą, a od tego jedynie tu achromatyzm zależeć może iakiem to pokazał.

Teraz mi jeszcze odpowiedzieć należy na niektóre zarzuty, któreby mojemu tłumaczeniu uczynić można. I tak mogłoby się zdawać, że większa gęstość w środku soczewki jeszcze nieznaczy to samo, co większa łamalność, bo wiadomo, że gęstość ciał a moc ich refrakcyi niezawsze są w stosunku jednakowym, iak się to wykazuje z tablicy porównawczej Newtona (13). Co ztąd pochodzi, że wpływ ciał na refrakcyą nie tylko zawisł od ich gęstości ale jeszcze i od natury chemicznej, a mianowicie od istnienia w ich składzie iakiego pierwiastku palnego. Jeżeli jednak ciała co do składu swojego są sobie podobne, w ówczas tylko według iednej okoliczności, to jest ich gęstości różnica w łamaniu światła zachodzić może. W soczewce ocznej właśnie mamy ciało wskroś iednakowego składu, w największej ilości z wody i materyi podobnej do farbującego krwi pierwiastku złożone (14). Przeto przy iednostaynym składzie większy stopień refrakcyi w jej środku jedynie od większej gęstości zależeć może. Nareszcie Pan Brewster wprost doświadczeniem okazał większą jej w środku iak przy obwodzie łamalność. (15)

(11) Fr. Meckel — Handbuch der menschlichen Anatomie — B 4 pag. 101 Halle 1820.

(12) Young — Bemerkungen über das Sehen. Greens Journal der Physik — 1793 B 8 — pag. 415.

(13) Biot — l. c. T. 3 — pag. 296.

(14) Berzelius — Ueberblick über die Zusammensetzung der thierischen Flüssigkeiten, aus den englischen von Schweiger — 1814. pag. 58.

(15) Brewster — Expériences sur la structure et le pouvoir réfringent des humeurs contenues dans l'oeil de l'homme — Annales de Chimie et de Physique par M Mrs Gay Lussac et Arago — Paris Jouillet 1819 — pag. 330.

Możnaby się tu i tego zarżutu spodziewać, że lubo się krzyżowanie w oku promieni uskutecznia, co wywrotne malowanie się obrazów przedmiotowych na dnie oka martwego już udowodnia; iednakowoż krzyżowanie to promieni może nie w soczewce saméy się dzieie, lecz przed nią, i bliżey błony rogowéy. W istocie takie iest powszechne mniemanie, i Biot nawet się domyśla (16) że punkt skrzyżowania promieni przed soczewką, to iest właśnie w zrżenicy przypada, lecz domysł ten iest mylny bo w tém mieyscu skrzyżowanie iest niepodobném. Wiemy bowiem że błona rogowa $a b$ (F. 9) woku u człowieka iest odcinkiem kuli promienia przeszło dwie linie paryżkie mającego, przednia zaś powierzchnia soczewki c nie iest ieszcze o dwie linie od błony rogowey $a b$ oddaloną, a więc punkt środkowy teyże błony rogowey już za przednią powierzchnią soczewki przypada, to iest w niéy saméy. A że światło przy łamaniu się, żeby i naybardziej łamiącym był środek, tylko zbliżyć się może do prostopadłej, która tu w kierunku promienia błony rogowey przypada, a nigdy iey dosięgnąć niezdofa, więc oczewista że tu promienie pierwéy dosięgną soczewki nim się zniyda, a przeto i skrzyżowanie dopiero w niéy nastąpić będzie mogło, iak to na promieniu $d e$ (Fig. 9) widzieć się daie.

I ten zarżut mógłby bydz zrobionym, żeśmy tu uważali iakoby promienie na wstępie do soczewki dopiero łamaniu ulegały, w oku zaś zwierząt powietrznych a więc i ludzkim, już na wstępie z powietrza do błony rogowéy refrakcyja następuje, a zatem przed soczewką opodal. Tu więc promień $a b$ (F. 10) już na wstępie do błony rogowéy, wyda snopek kolorowych promieni, które załamane w soczewce i iéy iadrze nie zniyda się ieszcze zupełnie przy c tylney powierzchni soczewki, dla tego że niedopiero na wstępie do niéy ale o podal już przed nią się rozeszły. Lecz dla zaradzenia temu dosé iest przypuścić parę warszt więcej ztytu soczewki $c d$, aby kolorowe promienie w gęstszym środku daléy doszedłszy, więcej się zbliżyły. Zresztą już wyżey mówiliśmy że lubo promienie kolorowe dla różnego stopnia refrakcyi, zupełnie zniysć się niemogą przy wyysciu z soczewki, iednak po wyysciu zniéy zbliżać się będą mogły coraz więcej przy stosownéy krzywości tylney powierzchni soczewkowéy, tak, że może wresćie i zupełnie w punkt się połączą. A tak bydz może, że to ma miéysce w oku, że tu po wyysciu z soczewki ieszcze się zchodzą, iak $e f$ (F. 10) okazuje, i dopie-

ro we dnie oka na retynie przy f się połączają. I w rzeczy samej musi się w oku tak dziać, iuż dla téj przyczyny, że soczewka lubo ma tylną powierzchnią bardziej od przedniej krzywą, przestopadła jednak téj powierzchni czyli ięj kulistości promień, dla niekoniecznie znacznej grubości soczewki, nie może przypaść z téj samej strony punktu środkowego iądra, z której jest wypuklejsza tylna ięj powierzchnia. Z tej więc przyczyny tylko zbliżający do siebie kierunek promienie wychodząc z soczewki mogłyby wziąć, a zupełne ich blisko w jednym punkcie zmieszanie, tylko o podal od soczewki iak np. na błonie nerwowej nastąpićby mogło. A więc niedostatek ten z nieznacznej grubości soczewki pochodzący, iako też i udział, który ma w rozpraszaniu promieni ciecz wodnista przed soczewką w oku umieszczona, mogą być zniesionemi przez ciecz szklaną wypełniającą przestrzeń między soczewką i dnem oka. W pewnym względzie mogą więc i te ciecze do achromatyzowania oka przykładać się: i w rzeczy samej czém jest iądro dla soczewki, tém znów cała soczewka być może dla oka, bo blisko w środku ułożona, rzadszemi i jednakowey prawie łamalnościami (17) otoczona, wystawia znów twardsze iądro całego oka.

Nareszcie i ten tu zarzut uczynićby można, żeśmy tłómaczyli achromatyzm z dwóch okoliczności to jest głównie z twardszego iądra w soczewce a potem też i z większego zakrzywienia powierzchni tylnej niż przedniej, nie wszystkie jednak zwierzęta taką mają soczewkę. Jądro wprawdzie powszechnie się znajduje, ale powierzchnia tylna nie zawsze jest wypuklejsza od przedniej, są zwierzęta których soczewki mają obie powierzchnie bardzo wypukłe, iak np. wodne zwierzęta chociaż i ssące, z pomiędzy których ryby prawie zupełnie kuliste posiadają (18). Przyczynę główną większej wypukłości u zwierząt wodnych kładą Fizyologowie tę, że tu światło przechodząc przez błonę rogową wstępuje i występuje w równo prawie łamiące środki, bo z wody zwyczajnej w wodę oka, w której moc łamalna jest prawie taka iak wody zwyczajnej (19). A więc tu nie przy błonie rogowej nastąpi refrakcja i z nią dispersja, ale dopiero na wstępie

(17) Brewster l: c: pag: 330 znalazł że moc łamiąca cieczy wodnistey i szklanney mało się różni.

(18) Cuvier — Leçons d' anatomie comparée T. 2 pag: 378.

(19) Brewster l: c: pag: 330.

do soczewki, która i z téy już przyczyny w części, niebędzie potrzebowała być w tylnej powierzchni wypuklejszą iak u zwierząt powietrznych. Z tym wszystkim są jednak niektóre zwierzęta nawet powietrzne iak np, w rodzaju zbików, (20) u których nawet przednia powierzchnia soczewki iest cośkolwiek wypuklejsza od tylnej. W tych wszystkich przypadkach albo achromatyzm przez iakieś uboczne usposobienie, lub może odmianę w położeniu soczewki iest zdziałany: przynajmniej uważać można w tych oczach u zwierząt powietrznych gdzie soczewki z przodu są wypuklejsze, że też zarazem położenie mają bliżej dna a bardziéj oddalone są od błony rogowej. Z resztą może też u tych zwierząt, na niskim szczeblu organizacji umieszczonych, oko nie iest achromatyzowanym. Może i ta doskonałość we funkcji widzenia, iak w wielu innych funkcjach żywotnych, obiawia się dopiero stopniami od niższych do wyższych zwierząt postępując, a u człowieka nareście w swoim się okazuje szczycie.

Użytek więc soczewki w oku zależy tylko na czyszczeniu obrazów przedmiotowych, czyli achromatyzowaniu, a nie bynajmniej na zwiększaniu przedmiotów iak zwykle przy sztucznych soczewkach, który to użytek i naturalny dotąd błędnie przyznawano. U Magendego znajduję tylko powątpiewanie otém, (21) mówi on «Fizycy porównywał działanie soczewki ocznej do sztucznej, mając użytek zbierania promieni w ostrokągowym kierunku na nią padających w ieden punkt na retynę. Ponieważ jednak soczewki naturalna i sztuczna bardzo się różnią, ograniczamy się więc tylko na podaniu tej powszechnie przyjętej opinii, czyniąc uwagę, że ona potrzebuje być poddaną na nowo badaniom» i t. d. Ze soczewka oczna nie działa w sposób szkła zwiększającego, przekonywają nas postrzeżenia także na operowanych z przyczyny katarakty. Tu z oka wymuie się zupełnie soczewka, a to jednak niepociąga za sobą widzenia przedmiotów zmniejszonemi, tylko że się nieczystymi i niewyraźnemi takim osobom bydlę wydaia. Także Magendie (22) przekonał się przez doświadczenie na oczach martwych, że wydobyć soczewki pociąga za sobą zwiększenie, a nie zmniejszenie obrazu, zarazem obraz był nieczysty, oczewisty

(20) Sömering l: c: pag 32 — Tab. 2 fig: 8.

(21) Magendie l: c: T 1. pag: 56.

(22) Magendie l: c: T 1. pag 62.

skutek tego że promienie rozproszone szeroko na retynę, i nie w iednych punktach padały. Zresztą nie z samey to soczewki wypada, że się światło w oku krzyżować musi, lecz z połączenia wielu środków razem, szczególnię na to wpływa kulista błona rogowa, a przeto dziwić się niebędziemy tak iak Pan Neumann (23) że za usunięciem przy operacyi katarakty soczewki z oka, przedmioty iednak niewidziemy wywrotnie.

Nastąpićby mogło teraz pytanie, czyliby też można z korzyścią do sztuki zaprowadzić taki achromatyzm, przez złożenie soczewki z iądrem gęstszym np. połączwszy szkło z diamentem, oleykiem terpentynowym, lub innym mocnię od szkła łamiącym środkiem? Zarzucićby tu wprawdzie można, że ten achromatyzm nie iest zupełnym, bo iądrowa soczewka nigdy nie zbiera w iedny punkt promieni różno kolorowych, ale też i dotychczasowy achromatyzm Dollonda nie iest zupełnym, iak tylko w tym razie gdy obydwie pryzmy z iednakowey są substancyi, a więc i pod iednym kątem z sobą połączone, cohy iednakowoż bez korzyści dla sztuki wypadło, boby soczewek zwiększających achromatycznych tworzyć niemożna było. W razie przeciwnym gdy różnorodne substancye używają się na pryzmy, zawsze achromatyzm wypada muię doskonalszym, bo doświadczenia Panów Biot i Cauchoix (24) okazują, że tu przez połączenie substancyi różną dispersją przy równey refrakcyi mających, niemożna zupełnie zagładzić kolory. Gina tu wprawdzie iedne ale inne znów pozostają. To okazuje że dispersja promieni, nie uskutecznia się według iednych prawideł w substancjach, których natura chemiczna iest różną, i że w nich obok téy własności, iż dispersja inne prawo iak refrakcyja zachowuje, ieszcze i ta własność istnieje, że promienie każdego z osobna koloru według innego się łamią prawa. Tym sposobem w różnorodney substancyi pryzmach, a więc i soczewkach złożonych takichże, achromatyzm Dollonda niebędzie zupełnym. Wada pozostawiania niektórych kolorów zmniejszy się w prawdzie, ieżeli tylko ciemne kolory pozostaną (co też iest usiłowaniem optyków żeby tylko takie kolory zostawiać) ale przy soczewkach krótkiego ogniska, zawsze i tak będzie iednak wyraźną. W podanych tu soczewkach przynaymnię mieć niebędziem wady powyższey, pochodzącey z nierówny dispersyi oddzielnie poiedynczych kolorów, bo nieużywamy substancyi w których przy równy refrakcyi disper-

(23) Neumann — Von der Natur des Menschen — Berlin 1818 — B 2, pag. 155.

(24) Biot l: c: T 3, pag. 497—510.

sya odmienną być miała. I w rzeczy samej iakkolwiek nierówną będzie dispersja z iednój strony iądra, podobnież nierówną będzie i z drugiey strony, ale w kierunku odwrotnym, a tak dwie sobie podobne wady odwrotnie i wzajemnie przeciwko sobie skutkujące muszą zero w wypadku wydać.

Lecz gdyby nawet tego rodzaju soczewki do sztuki zaprowadzić chciano, toby iednak do wszystkich narzędzi zastosować ie nie można było. Mało bowiem używamy soczewek w ten sposób żeby korzystać z promieni w nich się krzyżujących, i te tylko w apparatach optycznych do wydawania obrazów iako kopii z przedmiotów są użyte. Tu rozchodząc się promienie po swoim skrzyżowaniu, szeroko padają na ścianę nieprzezroczystą, wyrażając obraz przedmiotu z iakiego pochodzą, słowem zachodzi tu toż samo co w oku. A więc soczewki takie z gęstszymi iadrami możnaby tylko zastosować do ciemnic, megaskopów, mikroskopów słonecznych, i więcéy im podobnych użytecznych apparatów.

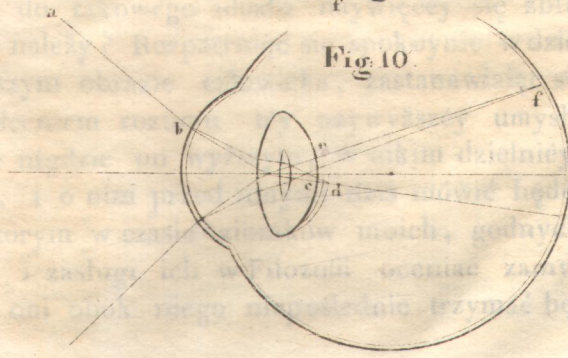
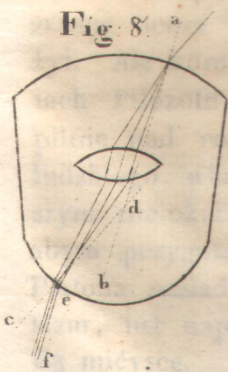
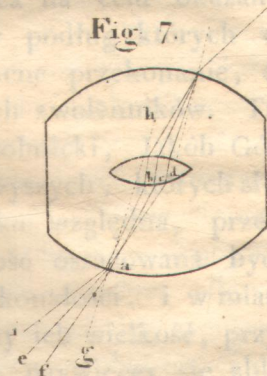
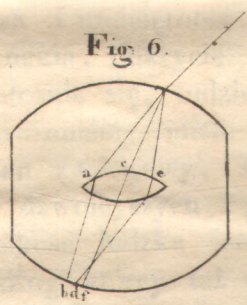
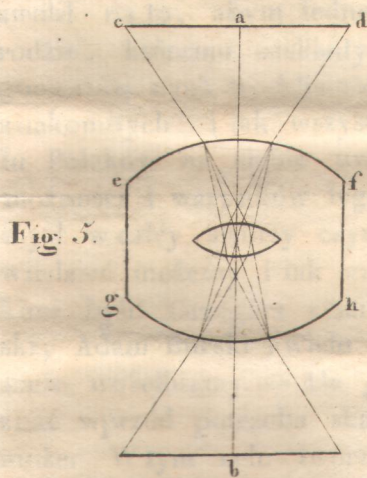
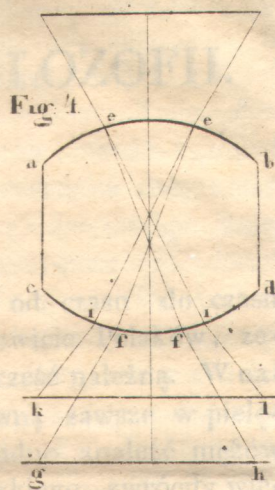
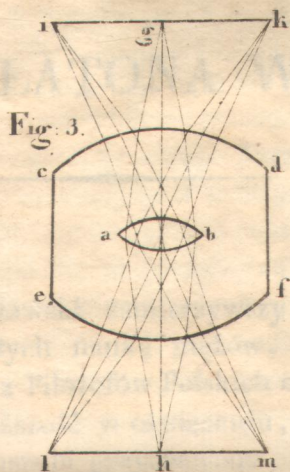
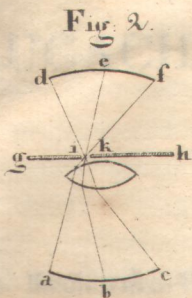
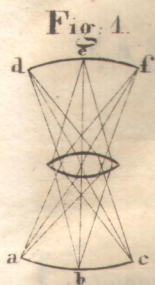
Naywięcéy iednak korzyści przynoszą soczewki gdy ich używamy do widzenia przez nie przedmiotów pod kątem większym iak zwyczajnie, czyli iak zwykło się mówić do zwiększenia przedmiotów. Ale w tedy już nie zkrzyżujących się promieni w soczewce korzystamy, które się rozchodzą wyszedłszy z niej, ale raczéy z tych promieni których kierunek iest w sposób zchodzący się do iednego punktu, gdzie oko iest umieszczone. A że w tym przypadku kierunek promieni w soczewce iest inny, przeto ten sam sposób achromatyzowania do takich soczewek niemoże być stosownym, czyli iednak po pewnéy zmianie w składzie i kształcie soczewki z iadrem tego dopiąć niebędzie można, to chyba późniéjsze okażą badania.

JAN MILE

Med. i Chir. Dr. Professor

Wydz. Lekarskiego.





Handwritten text at the top of the page, likely a title or introductory paragraph, written in a cursive script.

