

O iluzjach optycznych.

Przez

A. Wyczółkowską.

(Z 13 rycinami.)

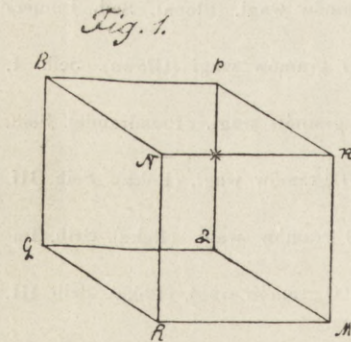
Z ZAKŁADU FIZYOLOGICZNEGO UNIwersYTETU Jagiellońskiego w Krakowie.

Wniesiono na posiedzeniu Wydz. mat.-przyr. d. 10 lipca 1899; ref. czł. Cybulski.

I.

Wstęp historyczny.

Do grupy złudzeń optycznych, znanych pod nazwą inwersyi, zaliczają się złudzenia obserwowane zazwyczaj na figurach perspektywicznych mających tę właściwość, iż można je interpretować w dwojaki i wieloraki sposób. Wpatrując się n. p. w punkt figury 1. w którym przecinają się dwie linie proste, widzimy tę postać raz jako sześcian opuszczony ku dołowi, drugi raz jako takież sześcian wzniesiony ku górze, ale zmieniony co do swego pochylenia. W razie pierwszym czworokąt NKRM wydaje się bliższym, OPQL dalszym, w drugim zaś przypadku stosunek jest odwrotny, OPQL jest bliższe, NKRM dalsze.



Podobnie na fig. 2. spostrzegamy raz zwyczajne schody, drugi raz te same schody ale z pod spodu widziane

W pierwszym przypadku ściana *a*) wydaje się głębszą, ściana *b*) bliższą, w drugim odwrotnie ściana *b*) głębszą, ściana *a*) bliższa i t. p.

Zjawisko to, jak i wszystkie w ogóle złudzenia geometryczno-optyczne tłumaczono dotąd: psychologicznie, fizyologicznie i psychofizycznie.

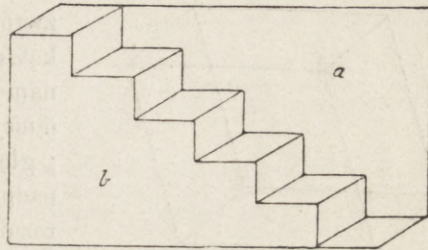
I. Pierwsze z tych wyjaśnień są to po największej części nie mówiące ogólniki, według których inwersja jest wytworem duszy, albo jednej z jej osobnych manifestacji jak: wola, wyobraźnia, fałszywość sądu, a nawet przypadkowość.

Wheatstone n. p. krytykując teorię fizyologiczną Neckera, utrzymywał, iż inwersja jest ro-

dzajem zapatrzenia się duchowego. E. Hering¹⁾ mówi, iż „forma widzenia, jaka się pojawia w inwersji, zależną jest w części od większego lub mniejszego prawdopodobieństwa, często od nieprzewidzianego wypadku“. Helmholtz²⁾ nawet tłumaczy inwersję w podobny sposób: „Wyobrażenie geometrycznej projekcji (tak nazywa inwersję), zmienia się często bezwiednie. Wyobrażając sobie jednak żywo jedną lub drugą jej formę, można ją wywołać dowolnie“. Ale Helmholtz jak i Hering opisują już niektóre zjawiska towarzyszące inwersji przygotowując tem przejście w wyjaśnieniu jej od poglądów czysto psychologicznych do fizyologicznych. Hering n. p. zwraca uwagę na rodzaj przymusu z jakim się ona pojawia, na szybkość zwrotów zwiększającą się pod wpływem ćwiczenia jak i na współdziałanie światła i cienia. Helmholtz podaje nawet okoliczności psychiczne, ułatwiające inwersję „Im spokojniejszym jest oko mówi on, tem łatwiej występuje złudzenie; jest ono wobec tego spokoju niemal nieuniknione“. Zjawiska inwersji obserwuje on głównie na patrycach i matrycach modeli w odlewach gipsowych i stearynowych, odwracających się też z wielką łatwością i szybkością.

II. Pośród teorii fizyologicznych są do zaznaczenia dwa różne kierunki: pierwszy tłumaczący zjawisko to akkomodacją, drugi ściśle określonymi ruchami oka, względnie zmianą punktów, w które się wpatrujemy.

Fig. 2.

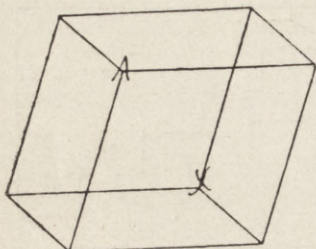


1) *Physiol.-Optik.* 580. Hermann. *Handbuch der Physiologie.*

2) *Physiol. Optik.* str. 771.

a) Necker¹⁾ zaprzeczając temu stanowczo, jakoby inwersja była objawem dowolności, albo przypadkowości, podaje za bezpośrednią jej przyczynę zmiany akkomodacji. Teorię tę demonstruje on na różnych figurach geometrycznych i na formach krystalicznych, głównie zaś na noszącej odtąd jego imię figurze romboidalnej (fig. 3).

Fig. 3.



Jeżeli, mówi Necker, najczulszy na wrażenia świetlne punkt siatkówki — zwrócimy w kierunku kąta A wówczas kąt ów, jako najlepiej widziany wyda nam się najbliższy, inne zaś kąty, jako mniej wyraźne wydadzą się dalszymi i głębszymi. Jeżeli zaś na żółtą plamkę padną promienie od kąta X, wówczas rezultat będzie odwrotny. Zamiast kąta A, widzianego teraz mniej wyraźnie jako

najbliższy będzie nam się przedstawiał kąt X.

Przeciwno teorii tej występuje kategorycznie Wheatstone²⁾: 1, mówi on, „ponieważ dwa te punkta A i X znajdują się w tejsamej odległości od oka, przyjęty przeto stan akkomodacji dokładnego widzenia jednego punktu odpowiada tak samo i drugiemu punktowi; 2. ta sama zupełnie zmiana w obrazie perspektywnym nastąpi i wówczas, gdy oko przetrzucimy na blizki i daleki punkt widzenia, bez względu na odległość figury; 3. zmiany te wywoływać można również dobrze i podczas przedłużonego wpatrywania się w jeden i ten sam punkt“.

Zarzuty te i spostrzeżenia Wheatstona są zupełnie słuszne, jeżeli przez akkomodację rozumiemy stan refrakcyjny soczewki, jak i zmiany w nim wywoływane skurczem i rozkurczem mięśnia rzęskowego, czyli przystosowywaniem się oka na mniejszą lub większą odległość, bo wówczas zjawisko inwersji stoi istotnie po za obrębem czynności przystosowania.

Necker jednak nazywając teorię swoją niesłusznie akkomodacyjną, bierze za jej podstawę zjawisko od właściwej akkomodacji niezależne, to jest odmienne rozmieszczanie się obrazów od przedmiotu na środkowych i obwodowych częściach siatkówki. Te zaś objawy fizjologiczne istnieją zarówno w oku zupełnie normalnym, jak i w oku pozbawionem właściwego mechanizmu akkomodacyjnego. Pomijając jednak tę niedokładność w teorii Neckera nie można nie przyznać, iż dotyka ona bezpośrednio jednego z najgłówniejszych warunków pojawienia się inwersji

¹⁾ Annal. der Physik. und Chemie XXVII str. 502.

²⁾ Poggendorf. Annalen Suppl. I tom, str. 51.

Teorią akkomodacyjną, w prawidłowym jej rozumieniu tłumaczy inwersję w kilkadziesiąt lat później J. Loeb popierając ją licznymi doświadczeniami¹⁾.

Loeb opowiada, iż obserwując fig. 4. spostrzegał ją zawsze jako wypukłą, dopiero gdy zmieniać zaczął punkt wpatrywania się na dal-
szy i bliższy, figura ta zmieniała się kolejno z wklęsłej w wypukłą. Spostrzeżenie to sprawdzał Loeb na dorosłych i na dzieciach, zbliżając i oddalając figurę od osoby dostrzegającej lub też każąc obserwującym zbliżać się lub oddalać od niej, co na jedno wychodzi, bo zbliżanie to i oddalanie się wywołuje odruchowo te same zmiany akkomodacyjne. Z doświadczeń tych robionych zwłaszcza na dzieciach, otrzymywał Loeb zawsze jeden i ten sam wypadek, a mianowicie: w pierwszej chwili, patrząc z bliska, każda z osób spostrzegała figurę tę jako wypukłą, po oddaleniu jej z pewną szybkością, jako wklęsłą, po przybliżeniu znów jako wypukłą. Zmiany te, mówi autor, wytwarzały się z elementarną pewnością zwłaszcza u dzieci od lat 7 do 14.

Fig 4.



Zachęcony tym wynikiem szuka Loeb potwierdzenia i uzupełnienia swej teorii w coraz to nowych doświadczeniach. Porusza n. p. ołów-
wek pomiędzy okiem a obserwowanym rysunkiem i spostrzega, iż zbli-
żenie go ku oku sprzyja wrażeniu wypukłości, przeciwne zaś zbliżanie
go ku rysunkowi wrażeniu wklęsłości. Lub też wpatrując się w fig. 4
na książce i widząc ją wypukłą, skoro nacisnie ołówkiem jej linię
środkową, ona, jakby ulegając wpływowi tego nacisku zamienia się na
wklęsłą.

Dalej stwierdza obserwację zrobioną już przez Recklinghausena,
że skoro patrzymy na tę figurę z bardzo małej odległości wydaje się
ona prawie zawsze wypukłą.

Nakoniec zalewa oko atropiną, lecz i wobec tego inwersja wy-
woływana oddalaniem lub przybliżaniem przedmiotu pojawiać się nie
przestaje.

Na tych to obserwacjach się opierając, mówi Loeb: „Wytwarza-
jąc inwersję dowolną, czujemy stale jakąś czynność oka, ale jaką ona
jest — nie wiemy“.

„Wobec niniejszych doświadczeń, sądzę, iż jest nią inercyja
w celu zbliżania lub oddalania punktu wpatrywania się. Inercyja od-

¹⁾ Pflüger's Archiv. 1886, 40, str. 274. „Ueber die optische Inversion ebener Li-
nearzeichnungen bei einäugiger Betrachtung“.

dalająca punkt wpatrywania się wywołuje wrażenie wklęsłości, inwercya zbliżająca go, wrażenie wypukłości⁴.

Dowodem, że inwercya główną odgrywa rolę w inwersyi, jest dla niego fakt, iż nawet po zapuszczeniu oka atropiną, chociaż obraz obserwowany błędnie, inwersya odruchowa trwa jeszcze: podczas oddalania przedmiotu wywołując wrażenie wklęsłości, podczas przybliżania — wrażenie wypukłości.

W ten to sposób niebezpieczeństwo, jakie zagrażało z tej strony jego teoryi, obrócił jeszcze na jej korzyść.

Loeb, jak wszyscy eksperymentatorowie z wyjątkiem Macha, obserwuje inwersję tylko na figurach płaskich, pomijając zupełnie obserwacje figur trzeczwymiarowych. Ta to okoliczność jest przyczyną, iż przyjmując nawet, iż teoria jego wyjaśniałaby złudzenia figur płaskich, nie wystarcza ona do tłumaczenia inwersyi figur trójprzestrzennych i nie obejmuje w sobie całości zjawisk inwersyi. Nadto nie wystarcza ona nawet do zrozumienia wszystkich warunków wśród których Loeb doświadczenia swoje wykonywał. N. p. powiada on: „po zamknięciu jednego oka obserwowana figura wydawała mi się zawsze z początku wypukłą, dopiero gdy zmieniałem akkomodację, figura wypukła zamieniała mi się na wklęsłą⁴. — Na pytanie jednak dlaczego po zamknięciu jednego oka spostrzega się już figurę płaską jako wypukłą, wcale nie daje autor odpowiedzi. Powtóre, nie odróżniając figur planimetrycznych od trójwymiarowych, pomijał z konieczności pytanie dotyczące się różnic co do warunków wśród jakich w dwu tych przypadkach wytwarzają się inwersye, jak pomijał zjawisko jej trwałości i ruchu świadczące wymownie przeciw jego teoryi inwercyjnej. — Teoryę tę, zresztą, obala poniżej podane zbadanie wszechstronniejszych warunków zjawiska.

b) Przyczyną inwersyi według Wundt'a¹⁾ są ruchy oka względnie zmiany punktów i linii wpatrywania się²⁾. Jeżeli, mówi on, będziemy się wpatrywać w jakikolwiek punkt linii RN (fig. 1) albo przesuwac okiem po liniach RM, RQ z dołu do góry, wówczas zobaczymy figurę tę jako opuszczoną ku dołowi; jeżeli zaś przeniesiemy punkt wpatrywania się na linię LP i przesuwac będziemy okiem po liniach LM i LQ postępując z góry na dół, zobaczymy ją jako podniesioną ku górze.

Podobnie na fig. 2. wpatrując się w jakikolwiek punkt linii środkowej sehodu i poruszając okiem po liniach skośnych idących z dołu

¹⁾ Die geometrisch-optischen Täuschungen 1898.

²⁾ Przez linię wpatrywania się rozumie Wundt linię na której kolejne punkta wpatrujemy się.

do góry, zobaczymy schody te z wierzchu, wpatrując się zaś w jedną z linii bocznych, lub przesuając okiem po liniach skośnych od góry do dołu, zobaczymy schody te jakby widziane z pod spodu. Bo linia wpatrywania się utrzymuje Wundt, wydaje się zawsze bliższą, niż każda inna; powtóre ta część linii na którą naprzód patrzymy wydaje się zawsze bliższą od tej jej części ku której oko nasze zmierza.

Wundt tak formułuje swoją teorię: ażeby złudzenie perspektywiczne w ogóle się pojawiło, musi obraz siatkówki zająć pewne określone miejsce; forma jednak tego złudzenia jest najzupełniej zależną od zmian punktu wpatrywania się i zmian linii wpatrywania się względnie od ruchów oka.

Wielokrotne powtarzanie doświadczeń Wundt'a wykazało, iż opisane powyżej ruchy, chociaż istotnie inwersję ułatwiają, nie są niezbędne do jej wywołania. Wpatrując się w jeden tylko punkt linii LP, (fig. 1), albo linii LB, (fig. 2), osiąga się ten sam zupełnie rezultat.

Powtóre obserwowana figura nie tylko, że się odwraca bez zaleconej przez Wundt'a zmiany punktów wpatrywania się, ale odwraca się nawet z pewną stałą szybkością i rytmiką. Doraźne zaś porównanie szybkości tej z szybkością oddechu i pulsu przekonywa, że jest ona znacznie większa od szybkości oddechu i, że natomiast zbliża się swą rytmiką do uderzeń pulsu.

Mach, który nie postawił żadnej teorii inwersji¹⁾ opisywał jej fenomenologię najobszerniej, powracając do tego przedmiotu po kilka razy. W r. 1886 w rozprawie:²⁾ „Ueber die physiologische Wirkung räumlich vertheilter Lichtreize“, analizuje on zmiany wrażeń głębokości, świetlności oraz barwy obrazów inwersji figur przestrzennych.

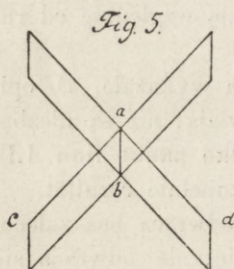
Obserwując n. p. kawałek załamane go czworokątne go kartonu w jego formie wypukłej, spostrzega, iż, po zasłonięciu jednego oka wrażenie nie zmienia się jeszcze wcale, po pewnym jednak wysiłku, obraz wypukły odwraca się na wklęsły. Gdy to nastąpi, lewa jego strona (światło padające z lewej) wydaje się znacznie jaśniejsza, prawa ciemniejsza. Widzę w dodatku, mówi Mach, odmienny ton barw po prawej i po lewej stronie, którego poprzednio wcale nie spostrzegałem⁴⁾.

W opisanie zjawisk tych, obok najtrafniejszych są i błędnie podane szczegóły, niektóre zaś zupełnie są pominięte. — Mylnem jest n. p. aby wywoływanie inwersji po zasłonięciu jednego oka wymagało jakiegoś wysiłku, powtóre mylnem jest jakoby zmiany świetlne i barwne uwydatniały się dopiero w obrazie inwersji i t. d.

¹⁾ Beiträge zur Analyse der Empfindungen str. 86.

²⁾ Wiener Sitzungsberichte. Math.-naturwiss. Classe 54.

Obserwacje te uzupełnia Mach w rozprawie: „Beobachtungen über monoculare Stereoskopie“¹⁾ opisując i wyjaśniając zmiany w pochyleniu obrazu inwersyi, jakie widzimy na figurze 5. Pojedyncze linie tej figury, mówi on, objawiają dążność do wysuwania się na powierzchnię pionową; jeżeli jednak linie te tworzą pomiędzy sobą kąty rozwarte i spiczaste, wówczas wzajemnie się z tej powierzchni rugują. Jeżeli n. p. końce cd będą zwrócone ku oku, linia a—b wydaje się prawie pionową, z małym tylko odchyleniem od strony a; jeżeli zaś końce te



od oka się odwróca, wówczas ta sama linia wydaje się prawie horyzontalną. — Pochodzi to ztąd, — mówi Mach, iż ramiona kątów spiczastych rugują się na przeciwległe strony, ramiona rozwartych na tę samą stronę powierzchni pionowej. Albo co na jedno wychodzi, kąt spiczasty dąży do zwiększenia się, kąt rozwarty do zmniejszenia się.

Obserwując i analizując owe pochylenia obrazu inwersyi spostrzega Mach towarzyszące jej złudzenia ruchu, które powstają w tym samym zawsze kierunku co i ruchy wytwarzane głową, względnie okiem, ale w kierunku przeciwnym poruszanej figury.

Ruchów tych Mach nie tłumaczy, mówiąc, iż tłumaczą się one same przez się.

Mojem jednak zdaniem ani wyjaśnienie pochylenia obrazu inwersyi przez Macha nie daje istotnego pojęcia o rzeczywistej ich przyczynie, ani zapewnienie, że ruchy owe tłumaczą się same przez się nie jest wystarczające. Czyli i pod tym względem kwestya z inwersją złączona pozostaje niewyjaśniona.

W roku 1886²⁾ powraca Mach jeszcze raz do uzupełnienia poprzednich spostrzeżeń, oraz daje teoretyczne wskazówki, jak możnaby postawić teorię opartą na podstawie zasady zachowania energii. — „Inwersya wogóle mówi autor — możliwą jest dlatego, iż przez obraz monokularny głębokość jeszcze nie jest określona“. — Ciała w przestrzeni widzimy zazwyczaj dwoma oczami, zwracając główną uwagę nie na światło i cienie, lecz na wymiar przestrzenny. Ale do całego tego kompleksu czynników fizjologiczno-ptycznych oko tak jest przyzwyczajone, że w braku jednego z nich, czy to podczas widzenia monokularnego,

¹⁾ Wiener Sitzungsberichte. Math.-naturwiss. 1868, str. 731.

²⁾ Beiträge zur Analyse der Empfindungen 1888.

czy binokularnego z wielkiej odległości, dąży ono stale do jego uzupełnienia przez doświadczenie nabyte, albo nawet odziedziczone.

Wrażenia n. p. świetlne tak są pod wpływem przyzwyczajenia ściśle związane z wrażeniami przestrzennymi, iż każda zmiana tych wrażeń, lub pozbawienie siatkówki jednego z nich, oświetlanie n. p. figury zwrotnej raz z jednej, drugi raz z drugiej strony spowodować już może wrażenie inwersyi. Dla siatkówki bowiem nie jest obojętne, czy światło pada z lewej czy z prawej strony i t. d.

Żaden z poprzednich obserwatorów nie zebrał równie szerokiego materiału z zakresu inwersyi co E. Mach; pomimo tego jednak utrzymuje on, że daleko jeszcze do wyjaśnienia tego zjawiska i zachęca do dalszych pod tym względem poszukiwań.

III. Szeregi teorii psychologiczno-fizjologicznych rozpoczyna teoria M. Lange'go. Wciągnął on inwersję, jako ważny objaw psychiczny, ułatwiający wyjaśnienie uwagi zmysłowej, do rozprawy „Beiträge zur Theorie der sinnlichen Aufmerksamkeit und der activen Apperception“¹⁾.

Inwersya, według Lange'go jest wytworem uwagi zmysłowej, oraz apercypcyi czynnej. Uwydatniają się w niej mianowicie dwa wzajemnie na siebie oddziaływające czynniki, to jest, obraz realny percepowanej figury, jako zjawisko obiektywne pobudzające czucie i zjawisko subiektywne nadające temu obrazowi realnemu wyobrażenie wymiaru przestrzennego, podsuwanego uwadze przez współdziałanie pamięci. Przez to zespolenie się wyobrażenia przestrzennego z czuciem pojawia się dopiero ów łudzący charakter inwersyi. Bo podczas gdy czucie realne pozostaje stale jednakowe, wrażenie przestrzenne ulega ciągłej przemianie, zamieniając każdą figurę geometryczną raz na wklęsłą, drugi raz na wypukłą.

Uwaga zmysłowa w ogólnem znaczeniu ma zupełnie ten sam charakter co inwersya. Odnaleźć w niej łatwo te dwa zasadnicze składniki, to jest: czucie realne i wyobrażenie zachowane w pamięci, kojarzące się i asymilujące wzajemnie. Tam dopiero, gdzie występuje ta asymilacja można mówić o pojawieniu się uwagi. Dla tego to czucia nawet względnie słabsze, uświadamiają się częstokroć wyraźniej od znacznie silniejszych, ale niezaasymilowanych przez wyobrażenia przestrzenne. Tak n. p. uświadamiają się bardzo wyraźnie zjawiska znane pod nazwą: „wahań natężenia“, albo wogóle zjawiska zmysłowe pojawiające się peryodycznie.

Drugą wspólną cechą uwagi zmysłowej jak i inwersyi jest możność

¹⁾ Philosophische Studien. Band IV. 405. 1887.

dowolnego wytwarzania tej asymilacji uczucia realnego z wyobrażeniem zachowanym w pamięci. Dowolność ta, jak mówi autor, zdradza współdziałanie impulsów motorycznych i inercyjnych systemu nerwowego. Jeżeli chcemy n. p. mając zamknięte oczy wywołać w sobie obraz jakiegokolwiek przedmiotu, n. p. ołówka, wówczas wywoływanie to w pamięci nie obywa się nigdy bez pewnych subtelnych i zaledwo spostrzegalnych ruchów oczu, służących jakby do wymierzania długości i objętości tegoż ołówka. Odczuwamy wobec tego nawet lekką inercyę w ręce, która jakgdyby dotykać się chciała tegoż ołówka i t. d. Dowolność tę uwagi nazywa Lange apercepcją czynną. Przez uwagę zmysłową przeto rozumie autor asymilację uczucia realnego z obrazem przypominania sobie minionego doświadczenia; przez apercepcję czynną współdziałanie dowolne impulsów motorycznych i inercyjnych dla wywołania tegoż obrazu zachowanego w pamięci a podnoszącego natężenie wyobrażenia.

Inercyca jest wspólnem dziełem obu. Towarzyszącem jej zaś zjawiskiem fizyologicznem są ruchy oka. Dla sprawdzenia tego poglądu, iż przypominanie wrażeń minionych jak i powstawanie inwersyi są tego samego pochodzenia, mierzy Lange szybkość powstawania i z pomiarów tych identyczne niemal otrzymuje liczby.

Liczby te stwierdzają, że długość czasu potrzebnego na wytworzenie się inwersyi wynosi w przecięciu 3". Teorya ta zanadto jest abstrakcyjną, aby mogła w jakiejkolwiek bądź mierze przyczynić się do wyjaśnienia omawianego zjawiska.

Co zaś do pomiarów szybkości inwersyi, to były one wykonane tylko w celu uzupełnienia analizy, względnie dla udowodnienia teoryi tworzenia się apercepcyi zmysłowej i czynnej, nie zaś z zamiarem dokładniejszego zapoznania się z przebiegiem samego zjawiska inwersyi. Temu to pobieżnemu traktowaniu kwestyi przypisać należy otrzymaną długość czasu potrzebnego na wytworzenie się inwersyi, przeciętnie 3", który to czas, jak uczy doświadczenie, jest po pewnem zwłaszcza przyzwyczajeniu znacznie krótszy.

Ciekawszą nierównie od poprzedniej jest teorya perspektywiczna Thiery'ego wyjaśniająca wszystkie wogóle złudzenia geometryczno-optyczne przez wyobrażenia perspektywiczne.

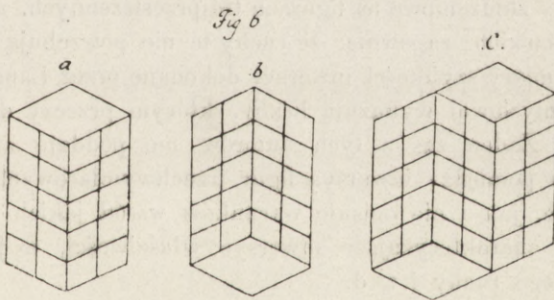
Thiery¹⁾ wychodzi z założenia, iż obrazy perspektywiczne siatkówki przerzucamy w przestrzeń tak, jak gdybyśmy mieli przed sobą nie rysunki, ale przedmioty, które one przedstawiają. Obrazy te wskutek tego ulegają tym samym zmianom jakimby ulegały musiały perspekty-

¹⁾ Phil. Stud. 1895 XI. str. 318.

wicznie widziane przedmioty, gdyby się znajdowały w punktach do jakich odnosimy obserwowane obrazy.

Pogląd ów popiera Thiery znanymi doświadczeniami Wundta, t. j. przeczcucaniem powidoków świetlnych na powierzchnie różnego pochylenia. Jeżeli n. p. linię prostą, w którą wpatrujemy się jednym okiem przrzucimy na powierzchnię pochyłą, wówczas linia ta w powidoku wyda się prawemu oku odchyloną na prawo, lewemu na lewo; jeżeli zaś powierzchnię tę wprawimy w ruch obrotowy na osi poziomej przrzucając na nią powidoki, wówczas linia ta z pochyłonej zamieni się znów na pionową. Albo jeżeli, jak to czynił Volkmann, na dwie ściany pryzm stojących pionowo przrzucimy powidoki dwu linii prostych, linie te wydadzą się nam proste, jeżeli jednak pryzmy te obracać będziemy tak, iż górne części najbardziej się od oka oddalą, wówczas te same powidoki linii prostych zobaczymy jako od siebie odchylone u góry.

Opierając się na tych przykładach, utrzymuje Thiery, iż tak samo jak przrzucając linie na rzeczywiste powierzchnie zmienia oko ich kierunek, tak zmienia go również przrzucając je na powierzchnie perspektywiczne i imaginacyjne. „Każdy rysunek perspektywiczny, mówi on, odrzuca oko do miejsca, w którym wyobrażamy sobie punkt, z którego on był rysowany. Wyobrażając sobie zaś dwa albo więcej takich punktów widzenia jedną i tę samą figurę w różną odrzucamy przestrzeń“.



W teorii tej nie odmawia Thiery wyraźnego wpływu na inwersję ruchom oka. Figura n. p. 6. a) przedstawia pryzmę widzianą z góry, b) pryzmę widzianą z dołu. Jeżeli dwie takie pryzmy połączymy ze sobą c) tak, iż obiedwie mieć będą wspólną ścianę, zobaczymy je w całości, raz jako zwrócone ku dołowi, drugi raz zwrócone ku górze. Owa ściana łączna będzie raz bliżej oka lewą, drugi raz prawą stroną. Wywołać to zaś najłatwiej poruszając okiem od pierwszej do drugiej ścianie, dla wywołania formy wypukłej w prawej pryzmie, od drugiej do trzeciej, dla wywołania wypukłości drugiej pryzmy.

Pośrednie miejsce pomiędzy teorią Lange'go i Thiery'ego zajmuje perspektywiczna również teoria Filhene'a¹⁾.

Łączy ona w sobie motyw użyty po raz pierwszy przez Thiery'ego że złudzenia geometryczno-optyczne są wytworem perspektywicznego interpretowania, jak i motyw wzięty przez Lange'go, to jest przypominanie sobie obrazów przestrzennych zachowanych w pamięci.

Żadna z szeregu podanych teorii nie daje ostatecznego rozwiązania kwestyi, każda pozostawia tę lub inną właściwość inwersyi niewytłómaczoną.

Teoria Neckera najprostsza i najbliższa prawdy podporządkowana niesłusznie akkomodacyi, pomijała zasadniczą kwestyę tłómaczącą zjawisko inwersyi, o której powiemy podając własną teorię. Teoria Loeba wyjaśniająca inwersyę figur płaskich, nie wystarcza do wyjaśnienia jej na figurach trójprzestrzennych. Teoria Wundta warunkująca inwersyę ruchami oka, nie tłómaczy dla czego podczas wpatrywania się w jeden punkt danej figury wytwarzać ją można równie dobrze, jak i posługując się tymi ruchami; nie tłómaczy ona również i tego drugiego pytania, dla czego obrazy inwersyi spostrzegamy w najrozmaitszych pochyleniach. Opisane przez Macha, a łączne z inwersyą zjawiska nie są właściwie wytłómaczone, skoro zabierając n. p. głos w kwestyi pochylenia się odwróconego obrazu przypisuje autor zmienność tych pochyłeń antagonizmowi pomiędzy kątami zwartymi i rozwartymi, lub gdy opisując ruchy złudzeniowe na figurach trójprzestrzennych, a pomijając je na figurach płaskich, zapewnia, że ruchy te nie potrzebują żadnego wyjaśnienia. Pomiary szybkości inwersyi dokonane przez Langego w celach aperepcyi zmysłowej wykazują liczby, którym przeczy doraźna nawet obserwacya. Żaden zaś z tych autorów nie poddaje analizie różnic zachodzących pomiędzy inwersyą figur trzechwymiarowych, a inwersyą figur płaskich, jak i nie opisuje warunków wśród jakich się one pojawiają, oraz i charakteryzujące inwersyę właściwości, to jest: trwałość jej obrazu, jego ruchy i t. d.

Wiele przeto kwestyi w zakresie inwersyi domagało się ponownego opracowania. Badaniem tem zajęłam się w Instytucie fizyologicznym w Krakowie.

Na tem miejscu czuję się obowiązana podziękować szanownemu panu profesorowi Drowi Cybulskiemu, za udzielanie mi cennych i doświadczonych rad, oraz za uprzejmą gotowość, z jaką pracę moją stale popierał.

¹⁾ Zeitschrift für Physiologie der Sinnesorgane 1895.

II.

Część doświadczalna.

Pierwszym naszym krokiem w niniejszych doświadczeniach było porównanie szybkości inwersyi z szybkością pulsu za pomocą metody graficznej.

Sfigmograf powietrzny przymocowany na rękę osoby obserwującej tę lub inną figurę zwrotną, połączony był za pośrednictwem gumowej rurki z poligrafem. Poligraf opierając się na walcu kimografu przenosił i znaczył na nim każdą zmianę pulsacyi, dającej znać o sobie za pośrednictwem drgań powietrznych w rurce łączącej poligraf z pulsomierzem. Osoba obserwująca miała prócz tego przy sobie klucz elektryczny, którym zamykała i otwierała prąd w chwili spostrzeżenia inwersyi, wprawiając w ruch umieszczony tuż koło poligrafu sygnał Depreza, znaczący szybkość inwersyi. Powstające w ten sposób na walcu linie znaczyły, jedna: fenomen fizyologiczny, to jest ilość pulsów, druga: fenomen psychiczny, to jest ilość spostrzeżonych inwersyi.

Warunki psychiczne podczas tych doświadczeń były w ten sposób określone, iż osoba obserwująca miała wpatrywać się w sześcian w punkcie zaznaczonym krzyżykiem (Fig. 1.) i znaczyć, o ile możliwości jak najszybciej, każdą spostrzeżoną inwersyę.

W następujących tablicach podane są wyniki tych doświadczeń.

Tablica I (p. M. K.).

| | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya |
|------|------|----------|------|------|----------|------|------|----------|-------|------|----------|
| 30/X | 21 | 14 | | 7 | 5 | 4/XI | 10 | 10 | 12/XI | 16 | 20 |
| | 39 | 27 | | 37 | 23 | | 51 | 52 | | 17 | 21 |
| | 8 | 6 | | 17 | 13 | | 28 | 27 | | 21 | 26 |
| | 17 | 12 | | 29 | 20 | | 31 | 30 | | 36 | 47 |
| | 9 | 8 | 4/XI | 47 | 46 | 9/XI | 9 | 10 | | | |
| | 38 | 28 | | 35 | 33 | | 38 | 39 | | | |
| | 9 | 6 | | 58 | 65 | | 17 | 18 | | | |
| | 7 | 5 | | 15 | 16 | | 15 | 14 | | | |
| | 17 | 12 | | 23 | 21 | | 56 | 60 | | | |
| | 9 | 6 | | 40 | 38 | | 42 | 47 | | | |
| 2/XI | 7 | 5 | | 12 | 12 | | 16 | 18 | | | |
| | 37 | 23 | | 20 | 29 | | 30 | 40 | | | |

| | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya | | Puls | Inwersya |
|------|------|----------|-------|------|----------|-------|------|----------|--|------|----------|--|------|----------|-------|------|----------|--|------|----------|
| 30/X | 7 | 7 | 10/XI | 10 | 10 | | 8 | 8 | | 5 | 5 | | 39 | 32 | 23/XI | 30 | 30 | | 7 | 7 |
| | 4 | 4 | | 10 | 10 | | 5 | 5 | | 10 | 10 | | 17 | 14 | | 25 | 18 | | 12 | 11 |
| | 5 | 5 | | 6 | 6 | | 17 | 17 | | 15 | 14 | | 18 | 15 | | 32 | 22 | | 3 | 3 |
| | 7 | 7 | | 4 | 4 | | 8 | 8 | | 4 | 4 | | 11 | 11 | | 5 | 4 | | 8 | 8 |
| | 8 | 8 | | 17 | 8 | | 5 | 5 | | 3 | 3 | | 9 | 8 | | 20 | 13 | | 10 | 10 |
| | 10 | 10 | | 5 | 3 | 20/XI | 8 | 8 | | 45 | 46 | | 30 | 19 | | 9 | 6 | | 8 | 7 |
| | 9 | 9 | | 18 | 10 | | 4 | 4 | | 28 | 28 | | 32 | 21 | | 8 | 8 | | 6 | 6 |
| | 8 | 8 | | 5 | 3 | | 3 | 3 | | 17 | 13 | | 22 | 14 | | 3 | 3 | | 9 | 9 |
| | 9 | 9 | | 10 | 7 | | 5 | 5 | | 7 | 7 | | 6 | 4 | | 9 | 8 | | 5 | 5 |
| | 7 | 7 | | 12 | 12 | | 6 | 6 | | 38 | 28 | | 14 | 9 | | 8 | 8 | | 2 | 2 |

Tablica II. (A. W.)

Dwie te tablice różnią się pomiędzy sobą bardzo wyraźnie. Wyniki doświadczeń w drugiej okazują większą jednostajność, co tłumaczy się tem, że obserwowana A. W. osiągnęła już przed rozpoczęciem niniejszych doświadczeń maximum szybkości zwrotów, podczas gdy w doświadczeniach p. M. K., który nigdy doprzednio inwersyi nie obserwował znać z każdym dniem postęp w tejże szybkości. Dnia 30/X wytwarza on na 174 pulsów — 124 inwersyi; w tydzień później na 260 — 265 zwrotów; dnia zaś 11/XII na 313 — 362.

Wyniki te jednak porównawcze inwersyi z pulsem przekonały, iż zależność przyczynowa pomiędzy nimi nie istnieje, ponieważ odwracanie się figur odbywa się już to wolniej, już szybciej od pulsu. Ale prócz bezpośredniej i pośrednią przysługę oddały te doświadczenia, pozwalając zaobserwować kilka łącznych z inwersją fenomenów. Mianowicie: osoby poddające się tym doświadczeniom, wypowiadały, iż pomimo usilnego wpatrywania się w obserwowaną figurę, czują stale jakieś ruchy w oku podczas każdej inwersyi. Określając bliżej te ruchy utrzymywały, iż nie pochodzą one od mięśni zaopatrujących gałkę oczną, ale że są one jakby wewnętrzne. Inne znów dowodziły, że ruchy te wytwarzają się pod wpływem woli, że odczuwają je nie w chwili powstawania inwersyi, ale po jej zestawieniu się; to znów, że linia wpatrywania się na figurze romboidalnej porusza się nieustannie zbliżając się i oddalając od oka górną swoją stroną. Samoobserwacyjne te zeznania kazały sprawdzać za pomocą doświadczeń, zachowanie się oka podczas obserwowania figur zwrotnych.

Drugi szereg doświadczeń został wykonany z pomocą oftalmometru w połączeniu z aparatem graficznym.

Dwa zwierciadła na pięć centymetrów wysokie i szerokie były oświetlone dużą lampą elektryczną za pośrednictwem skioptykonu. Rzucaly one dwa obrazy świetlne na prawe oko osoby obserwującej fig. 1. płaską, zrobioną z drutu mosiężnego. Naprzeciw osoby tej, pod tym samym mniej więcej kątem co i zwierciadło z prawej strony, umieszczony był oftalmometr z lewej.

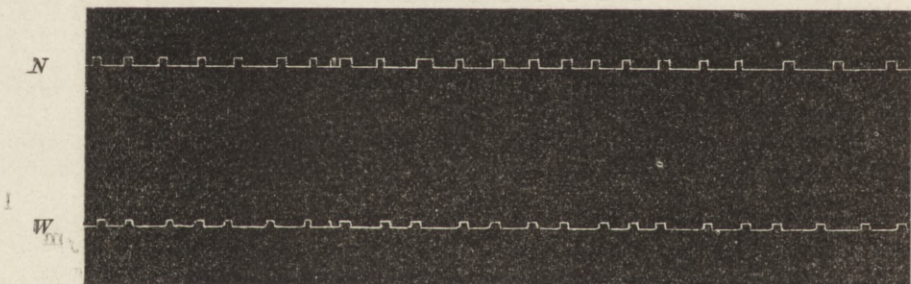
Obserwacje oftalmometryczne odnosiły się do obrazów świetlnych przedniej powierzchni soczewki, które, jak wiadomo, chociaż mniej wyraźne od obrazów tylnej powierzchni, są jednak znacznie większe od tych ostatnich. Są one zwłaszcza bardzo wyraźne u osób o wybitnej mijo-pii, jak to wykazał w pracy swej: „*Zur Kenntniss der Myopie*“ Wł. Heinrich. Probując poprzednio na kilku osobach, wyraźne obrazy przedniej powierzchni soczewki otrzymaliśmy dopiero u osoby mającej mijo-pię wysokości 7 dyoptryi.

Pochyliwszy płyty oftalmometru tak, iżby nastąpiło najpierw zdwojenie się obrazów świetlnych w obserwowanym oku, następnie zaś pokrycie się dwu środkowych pochodzących od przedniej powierzchni soczewki, można było śledząc za rozchodzeniem się ich i schodzeniem obserwować każdą zmianę soczewki podczas wytwarzanej inwersyi. Zmiany te okazały się istotnie tak wyraźne i powtarzały się z taką jednostajnością, że można je było notować graficznie w celu przekonania się o synchronizmie ich z inwersją. Ale obecnie, trzeba było posłużyć się zamiast jednym dwoma sygnałami Depreza, z których pierwszy znaczył na walcu kimografu szybkość inwersyi, notowaną przez osobę obserwującą sześcian Neckera, drugi szybkość pojawiających się zmian świetlnych w oku obserwowanych przez pośrednictwo oftalmometru. Klucze zaś użyte do owego notowania były rtęciowe dla uniknięcia wszelkiego łoskotu mogącego sugerować obydwie osoby obserwujące.

Dla utrzymywania uwagi w ciągłym napięciu notowano dwojakie te zmiany, inwersję z jednej strony, rozchodzenie się światła z drugiej podczas jednego obrotu walca, to jest przez długość czasu wynoszącą jedną minutę. Następnie, osoba obsługująca przyrząd graficzny Mrey'a przesuwiała sygnały na walcu i dawała znak do rozpoczęcia drugiego obrotu wobec czego notowanie obu zmian wykonywano w dalszym ciągu.

Dołączona rycina przekonywa o samym przebiegu doświadczenia:

Fig. 7.



Krzywa górna (*N*) wskazuje szybkość inwersyi osoby obserwującej figurę 1. w punkcie zaznaczonym krzyżykiem, krzywa dolna (*W*) szybkość zmian w obrazach świetlnych soczewki, spostrzeganych za pośrednictwem oftalmometru przez osobę eksperymentującą.

Na 543 reakcyi osiągniętych w ten sposób 343 było zanotowaniem równoczesnym inwersyi przez osobę obserwującą płaski sześcian i zmian świetlnych w oftalmometrze przez eksperymentującego; 132 z tych reakcyi było niepewnych, względnie niezgodnych, 68 zaś nie zanotowa-

nych wcale, z powodu już to niepewności co do ich przebiegu, już to przeszkody w uwadze.

Faktem jest przeto niedającym się zaprzeczyć, iż inwersya na figurach płaskich, jaką jest sześcian obserwowany w powyższych doświadczeniach, wywołuje dające się obserwować w oftalmometrze zmiany refrakcyjne soczewki.

Kończąc niniejsze doświadczenia, składam uprzejme podziękowania panom: Michałowi Kirkorowi i Skórskiemu asystentom laboratorium fizyologicznego i panu Stanisławowi Nitschowi za łaskawe poddawanie się doświadczeniom graficznym i oftalmometrycznym.

Dotychczasowe doświadczenia robione były wyłącznie na figurach płaskich, Należało je następnie uzupełnić rozpatrzeniem pojawiających się inwersyi figur i przedmiotów trójwymiarowych i bryłowych, zestawiając je z wynikami na figurach płaskich.

Z obserwacji tych wynikało: 1. że istnieje pewna różnica pomiędzy inwersją figur trójwymiarowych, a inwersją figur płaskich; 2. iż warunki powstawania obu nie są jednakowe; 3. że inwersję charakteryzują stale te same złudzenia a mianowicie: *a)* zmiany świetlne i barwne, *b)* trwałość obrazu złudzenia, *c)* jego ruchy i *d)* pochylenia.

1. Różnica pomiędzy inwersją figur przestrzennych a płaskich nie jest zasadnicza o tyle, że obraz na siatkówce pochodzący od jednej i drugiej jest jednakowy, jest ona jednak rzeczową ze względu na różność i ilość wrażeń, jakich obydwie dostarczają, jak i na pewną odrębność warunków fizyologicznych, wśród jakich obydwie się pojawiają.

Jeżeli obserwować będziemy jakąkolwiek figurę trójprzestrzenną zrobioną z drutu n. p. sześcian Neckera (fig. 1.) pochyłony wierzchnią płaszczyzną ku dołowi, wówczas po odwróceniu się tej figury zobaczymy ją jako sześcian odchylony ku górze, poczem złudzenie znika.

Czyli w tym pierwszym przypadku charakterystyką wrażenia psychiczną jest przejście od wrażenia rzeczywistego do złudzeniowego i napowrót¹⁾.

Jeżeli jednak zamiast sześcianu przestrzennego posłużymy się tylko jego rysunkiem, albo figurą zrobioną z drutu planimetrycznie wówczas zobaczymy go najpierw jako figurę płaską, będzie to wrażenie rzeczywiste; pod wpływem inwersyi figura ta zamienia się najpierw na sześcian wypukły, pochyłony ku dołowi, będzie to pierwsza jego faza złudzeniowa; 1) następnie zaś odwróci się na sześcian również wypukły, ale odchylony ku górze, będzie to druga jego forma złudzeniowa od której znów uwaga powraca do pierwszej i t. d.

¹⁾ Str. 176 Inwersya realno-złudzeniowa.

W tym drugim przeto przypadku, prócz przejścia od wrażenia rzeczywistego do złudzeniowego, mamy wrażenie przejścia od jednej formy złudzeniowej w drugą¹⁾. Czyli figury trójprzestrzenne odwracają się w jeden sposób tylko, figury zaś płaskie w dwojaki sposób. Są zaś pomiędzy figurami płaskimi i takie, które się odwracają trzy, cztery i więcej razy.

Figury trójprzestrzenne i bryłowate nazwiemy przeto jedno-zwrotnemi, pojawiającą się zaś w nich inwersję, względnie do jej charakterystyki psychicznej: inwersją realno złudzeniową; figury płaskie nazwiemy dwu lub wielo-zwrotnemi, ich typową inwersję: czysto złudzeniową.

2. Warunki fizyologiczne wśród których powstają obydwie te inwersje nie są również jednakowe.

Inwersja realno złudzeniowa przy odpowiednim nastawieniu oka, wytwarza się bez najmniejszego wysiłku jak i bez żadnego przyczynienia się ruchów oka: wpatrując się intensywnie w środkowy punkt jakiegokolwiek figury trójwymiarowej zrobionej z drutu, albo takiż punkt jakiegokolwiek przedmiotu bryłowatego, zasłaniając jedno oko, zachowując je o ile możności w jak największym spokoju²⁾, wobec czego inwersja wytwarza się i narzuca oku niezwłocznie.

Niema prawie takiego przedmiotu, któryby wobec zachowania tych warunków jak i w razie odpowiedniego ustawienia³⁾ tegoż przedmiotu nie uległ natychmiastowo odwróceniu, czy będzie nim jakikolwiek sprzęt, jak n. p. krzesło wyplatane albo fotel, stół okrągły, albo owalny, czy to parasol albo klosz od lampy, szklanka, grzebień, linia i t. p.

Wywoływanie natomiast inwersji czysto złudzeniowej na figurach perspektywicznych, rysowanych lub robionych z drutu nie obywa się bez pewnych zmian w oku, czego dowodzą zarówno samoobserwacja, jak i obserwacja oka za pośrednictwem oftalmometru.

Samo zasłonięcie jednego oka wywoła w niej przejście od wrażenia rzeczywistego do złudzeniowego, czyli inwersję realno złudzeniową. Aby jednak otrzymać przejście od jednej formy złudzeniowej w drugą, oko pomódz sobie musi, już to zmianą akkomodacji, już to ruchem oka.

3. Przechodzimy nakoniec do szczegółowego opisanja wszystkich charakteryzujących inwersję zjawisk, jak: a) zmiany w niej świa-

¹⁾ Inwersja czysto złudzeniowa.

²⁾ Str. 161. Na spókoj ów jako środek ułatwiający inwersję zwraca już uwagę Helmholtz, także Wheatstone i Hering.

³⁾ Krzesło n. p. naturalnej wielkości należy oprzeć o ścianę tak, aby stało na jednej tylko nodze, w którą trzeba się wpatrywać w powyżej podany sposób.

tła, cienia, barwy i formy; *b*) trwałość odwróconego obrazu; *c*) jego ruchy i *d*) pochylenia.

Obserwacje te posłużyć mogą już to jako wskazówka do wytlómaczenia inwersyi, już to jako sprawdzian krytyczny istniejących dotąd wyjaśnień.

a. Każdą figurę po zasłonięciu jednego oka, względnie po wywołaniu inwersyi, widzimy doraźnie zmienioną nie tylko pod względem położenia jej przestrzennego, ale i pod względem intensywności światła i cienia, albo tonu zabarwienia, jak i pod względem perspektywicznej formy.

Zmiany te dostrzegać można nawet na figurach planimetrycznych, rysowanych biało na czarnem tle, lub czarno na białem. Wyraźniej występują one dopiero na figurach trzechwymiarowych, przezroczystych lub bryłowych. Jeżeli n. p. wpatrując się obu oczami w punkt środkowy stożka wklęsłego zrobionego z blaszki szerokiej na 2 — 3 mm.

Fig. 8.



i zwróconej swoją szerokością pionowo, zasłaniać będziemy kolejno jedno i drugie oko, to stożek ów widziany pierwotnie jako wklęsły (Fig. 8 *a*) zobaczymy w inwersyi jako wypukły, zwrócony ku oku fazą perspektywiczną, jak na fig. *b*), jeżeli zasłonimy lewe oko, jak na fig. *c*) jeżeli zasłonimy prawe. Zmieni się on przy tem i co do swej długości, jak i względnie do odległości pojedynczych krążków. Osoby obserwujące taki stożek, wymierzając jego długość podczas patrzenia jednym okiem, podają go zazwyczaj za znacznie krótszy niż jest rzeczywiście.

Podobnie zmienia się i stożek wypukły. Wpatrując się weń biernie i bez najmniejszego ruchu oka, najlepiej nieco z góry¹⁾ osiąga się natychmiast inwersyę wklęsłą.

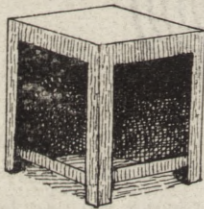
Osobne krążki widziane poprzednio jeden za drugim w linii poziomej, układają się teraz jeden pod drugim w linii pionowej, o większem lub mniejszem pochyleniu. Stożek ów, gdy zasłonię lewe oko,

¹⁾ Umieszczając oko po zasłonięciu drugiego na poziomie punktu centralnego stożka, wydzimy go jako zupełnie płaski. Fig. 8 *a*).

odchyli się na lewo, gdy zasłonię prawe odchyli się na prawo. A co najciekawsze to, że w miarę powstawania inwersyi, wszystkie krążki wydają się nieco szersze i znacznie ciemniejsze. Cała figura przez to wydaje się w swem odwróceniu krótszą i ciemniejszą. Ciemniejszą, nie tylko przez zmianę intensywności światła, ale i ciemniejszą przez owo zesunięcie się i zbliżenie pojedynczych krążków, a zwłaszcza przez owo poszerzenie się ich.

Jeszcze ciekawsze są te zmiany w obrazie inwersyi na stożkach nieprzeźroczystych, które łączą się ze zjawiskami świetlnymi. Obraz n. p. stożka wklęsłego z tektury, wylepionego wewnątrz czarnym, a zewnątrz kolorowym papierem, przedstawia się w inwersyi jako stożek wypukły o połowę mniej więcej krótszy od rzeczywistego i jakby zrobiony z ciemnej nieprzeźroczystej gazy, oświetlonej nieco od strony, z której do stożka rzeczywistego wpada światło. Stożek wypukły podobnie w inwersyi szkli się i błyszczy od światła i połysków, oraz zmienia intensywność i ton barwy. — Albo zwykły drewniany stożek pomalowany na brązowo, którego dwie boczne ściany są zupełnie zasłonięte, dwie drugie zaś opatrzone tylko drewnianymi listwami od dołu

Fig. 9.



i po bokach, jak na fig. 9, po odwróceniu się zmieni zupełnie swe zabarwienie. Boczne owe listwy tak samo zabarwione, jak i w głębi widoczne ściany, skoro zbliżymy się do nich wydają się w inwersyi znacznie ciemniejsze i jakby z innego materiału, odcinając się od nich niby rodzaj ciemnych ram zagłębionych w środku. Wierzchnia zaś płaszczyzna tworzy nad nimi rodzaj trójkątnego jaśniejszego dachu.

Podobnie załamana karta wizytowa po odwróceniu wydaje się nierównie ciemniejsza po stronie ocienionej, przechodząc całą skalę tonów: szarych, popielatych, brązowych i żółto-zielonych względnie do punktu widzenia. Jeżeli zaś po stronie ocienionej przylepię kawałeczek kolorowego papieru, n. p. papieru jasno-żółtego, to zamieni się on w inwersyi, przy znacznem zwłaszcza pochyleniu karty str. 183 — na żółto-zielony, kolor czerwony nabierze tonu amarantowego, niebieski — szafirowego i t. p. Strona zaś oświetlona pod wpływem już to inwersyi, już to pod wpływem zmrużenia oka, staje się o wiele jaśniejsza. Owa karta zmieni się również i co do swej formy, względnie do punktu z jakiego się na nią patrzy. Wpatrując się n. p. w punkt jej centralny widzimy ją jak sub *a*) (Fig. 10) zmieniając zaś kąt widzenia spostrzegamy ją w skróceniach perspektywicznych jak sub *b*), *c*) i t. p.

Zjawisko to dowodzi, iż zmiany złudzeniowe zarówno co do barwy, światła, cieniu, jak i co do formy nie są proporcjonalne do zmniejszonej intensywności światła przez zasłonięcie jednego oka, ale że przyczyna ich tkwi nierównie głębiej.

b. Trwałość inwersyi wykazuje jakby pewną sprzeczność z szybkością zwrotów. Zdarza się bowiem, że obraz figur odwracających się z największą szybkością można utwalić bardzo łatwo i odwrotnie.

Najmniej trwałą ze wszystkich jest inwersya figur płaskich wielozwrotnych. Dowodzi tego fakt, iż jeżeli figurę wielozwrotną zamienimy na dwu, względnie jednozwrotną, wówczas trwałość jej powiększy się do rażnie, chociaż pomniejszy się ilość zwrotów. I tak np., fig. 11 a) (zrobiona z drutu) złożona z trzech niepołączonych z sobą kwadratów, odwraca się w czworaki sposób. Albo środkowy kwadrat widzimy bliżej, dwa boczne dalej, albo przeciwnie, środkowy dalej, dwa boczne bliżej, lub też wszystkie trzy kwadraty widzimy jeden za drugim na linii skośnej, raz od lewej ku prawej stronie odchylone, drugi raz od prawej ku lewej. Żadnego jednak z obrazów tych utrwalić nie można, każdy z nich, zaledwo się pojawi — znika. Jeżeli jednak figurę tę uzupełnimy, nadając jej liniom ściślejsze połączenia, ilość form złudzeniowych przez to będzie mniejsza, ale trwałość ich stanie się większa. Fig. 11 b).

Fig. 10.

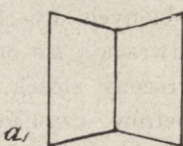
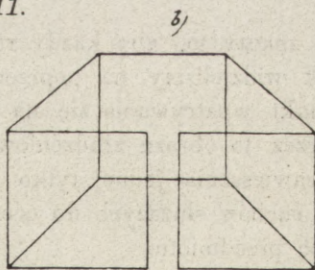
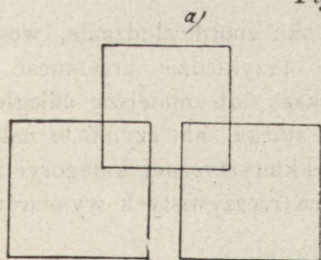


Fig. 11.



W ten sposób uzupełnioną figurę, która w odwróceniu ma postać pawilonu na wzniesionym lub obniżonym poziomie, zachować można długo, spostrzegając jego drzwiczki raz z jednej, drugi raz z drugiej strony. Figura ta, podczas inwersyi będzie się nawet poruszać, ale ilość jej zwrotów zmniejszy się o połowę.

Trwałość obrazu inwersyi jest wogóle bardzo nierówna wobec różnorodności figur. N. p. obrazy figur robionych z drutu są bardzo trwałe, obrazy przedmiotów ze szkła, jak i najrozmaitszych sprzętów znikają bardzo szybko.

Największą trwałością odznaczają się obrazy figur stożkowych robionych trzechwymiarowo z drutu. Powiedzieć o nich można, iż odwracają się one na czas nieograniczony. Wpatrując się n. p. w odwrócony stożek, można się doń zbliżać i od niego oddalać na 3 — 5 metrów, czyniąc to prędko, albo wolno, w prawo lub w lewo, w tył lub naprzód; można również od osoby obserwującej stożek ów oddalać lub go do niej zbliżać, albo też kazać jej punkt wpatrywania się przerzucać na daleki i bardzo blizki, powtarzając to po kilka razy można także drugie zasłonięte oko ostrożnie otwierać i zamykać, lornetkę z obserwującego oka zdejmować i znowu ją wkładać, albo też wkładać ją do połowy oka tylko, wobec czego połową oka zobaczy się jeden obraz inwersyi, drugą połową zaopatrzoną w szkło — drugi. Można nakoniec zasłaniać obserwujące oko na 5 — 10 sekund i znowu je odsłaniać, albo też przenosić je na inną powierzchnię, żeby obserwować powidok tejże figury, a trwałość inwersyi ostoi się wobec tych wszystkich na nią zamachów ¹⁾.

c. W obrazie inwersyi, zarówno figur trzechwymiarowych, jak i płaskich obserwować można ciekawe bardzo ruchy złudzeń do wywołania których niezbędnem jest zachowanie trwałości obrazów. Trwałość tę zaś otrzymuje się bardzo łatwo, wstrzymując się od ruchów niezbędnych do kontrolowania istotnego wymiaru przestrzennego obserwowanej figury, czyli poddając się biernie raz wywołanemu złudzeniu inwersyi.

Nie znaczy to, aby każdy ruch oka znosił złudzenie, wcale nie, skoro jak widzieliśmy na poprzednim przykładzie przerzucać można okiem punkt wpatrywania się na większą lub mniejszą odległość nie tracąc przez to obrazu złudzeniowego stożka, ale czynić to należy na tle tego zawieszenia jednej tylko charakterystycznej kategorii ruchów oka, t. j. ruchów służących do oceniania rzeczywistych wymiarów przestrzennych przedmiotu.

Jeżeli zaś zechcemy w dalszym ciągu doświadczenia obraz złudzeniowy i trwały tegoż stożka wprawić w ruch, wówczas poruszać musimy nie okiem ale głową, w ten sposób, żeby niejako przenosić to, unieruchomione do pewnego stopnia oko za pośrednictwem tychże

¹⁾ Przykład ów dowodzi wymownie, że zmiana akkomodacyi, jakto dowodzi Loeb, nie jest bezpośrednią przyczyną tego zjawiska.

ruchów głowy, na coraz to wyższy lub niższy, coraz to dalszy, prawy lub lewy punkt przestrzenny, z którego ono zawsze tę samą figurę obserwuje. Z tego powodu będziemy taki stożek widzieć w coraz to innym okresie perspektywicznym, przechodząc kolejno od mniej do bardziej skróconych okresów, którym to przejściom perspektywicznym stale udzielać się będą ruchy głowy.

Aby jednak te ruchy złudzeniowe obserwować w całej ich rozciągłości, ściśle stosować się należy do następujących warunków: mianowicie te ruchy głowy muszą się odbywać stale po liniach kołowych, bez względu na przyjęty w nich kierunek, poziomy lub pionowy. Wyobrazić sobie należy, jak gdyby linia łącząca punkt wpatrywania się w przedmiot z punktem najlepszego widzenia siatkówki tworzyła promień koła wraz z którym to promieniem poruszać się mamy około obserwowanej figury, mając przy tem stale zwrócone oko ku temu samemu jej punktowi.

Czyniąc to spostrzegać będziemy coraz to bardziej skrócony obraz perspektywiczny inwersyi, który to obraz po przejściu wszystkich możliwych skróceń, ostatniem z nich zleje się i zespoli z przedmiotem rzeczywistym, zaznaczając to przejście w świadomości przez bardzo charakterystyczne wrażenie. Znajdzie się ona mianowicie w tego rodzaju momencie, iż zachodzić będzie pewna wątpliwość, czy widziany obraz jest jeszcze złudzeniowym, czy już przedmiotem rzeczywistym. Dopiero posunąwszy głowę jeszcze nieco dalej w tym samym co poprzednio kierunku, spostrzeżemy wyraźnie, że obraz inwersyi ustąpił miejsca przedmiotowi rzeczywistemu. Równocześnie zaś doznamy jakby lekkiego wstrząśnienia w oku w połączeniu z minimalnem przykrem wrażeniem, z powodu nagłego wstrzymania się ruchu złudzeniowego.

Jeżeli zamiast poruszać się sami poruszać będziemy przedmiotem, wówczas ruchy te pojawiać się będą również ale w kierunku przeciwnym do ruchów głowy. To znaczy, jeżeli głowę poruszę w lewo, figura poruszy się w prawo, jeżeli głowę poruszę na prawo, wówczas figura poruszy się na lewo i t. d.

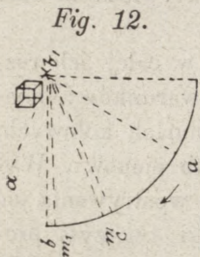
Przestrzeganie powyżej podanych warunków obserwacyi musi być jeszcze ściślej stosowane do wywołania trwałości obrazu i ruchu złudzeniowego na figurach płaskich¹⁾.

Doświadczenia te robiliśmy w ten sposób, że w środku odryśowanego na podłodze dużego koła ustawioną była na stole figura mająca

¹⁾ Ruchów tych bardzo wiele osób nie dostrzega wcale. Uczynić to jednak może każdy bardzo łatwo pod warunkiem, aby zachowując jedną formę złudzeniową nie dawać przystępu do świadomości drugiej.

być obserwowaną, a mianowicie jak w przytoczonym obok przykładzie sześcian Neckera płaski, zrobiony z drutu mosiężnego. (Fig. 12).

Jeżeli n. p. stojąc w obwodzie tegoż koła w punkcie *a* pod kątem mniej więcej 60° , względnie do linii *b*, wpatrywać się będziemy jednym okiem w punkt tej figury zaznaczony krzyżykiem, wywołując w niej formę złudzeniową opuszczonej ku dołowi wierzchniej płaszczyzny, wówczas każde m. p. ruszenie się głowy z promieniem tegoż koła odpowie ruch złudzeniowy na figurze.



Ruch ten różni się tem od powyżej opisanego na figurach trójprzestrzennych, iż łączne z nim w obrazie inwersyi perspektywiczne zmiany, nie rozwijają się trwale na całym przebiegu tego ruchu, ale tylko w pewnej jego części. A mianowicie: jeżeli stojąc w punkcie koła zaznaczonym na figurze 12. literą *a*, posuwać się będziemy zwolna ku punktowi *c*, zachowując ciągle ten sam obraz złudzeniowy, wówczas obraz ów zmieniać się będzie jak poprzednio, zwracając się ku oku coraz to bardziej skróconym obrazem perspektywnym; ale skoro raz staniemy w punkcie *c* i postępować będziemy dalej po obwodzie koła w kierunku *b*, skrócenie perspektywiczne zniknie zupełnie, natomiast zaś zobaczymy całą figurę jako płaską, podobnie jak w rzeczywistości z tą różnicą, iż będzie ona teraz nieco odchylną od linii, w jakiej się znajduje figura rzeczywista. Odchylenie to zaś zwiększać się będzie w miarę zbliżania się naszego ku punktowi *b*, zmniejszać w miarę zbliżania się do punktu *c*. Cała zaś figura wobec tego obracać się będzie naokoło swej osi pionowej, przedstawiając rodzaj drzwiczek poruszających się jakby na zawiasach.

Złudzenie to ruchu osiowego odnaleźć można w ten sposób na każdej innej figurze płaskiej. Jeżeli n. p. będziemy się wpatrywać w figurę 11 *a*) (zrobioną z drutu), którą obserwując poprzednio można była odwrócić cztery razy w jednej jej formie, dwa razy w drugiej, to patrząc stale na punkt zaznaczony krzyżykiem, po zastąpieniu jednego oka, figura przejdzie w tego rodzaju formę złudzeniową, że odchyli się od linii, w której się znajduje w rzeczywistości; odchylenie to zaś zwiększać się będzie stale w kierunku, w jakim wykonywamy ruchy głową.

d) Pozostaje opisanie jeszcze jednego zjawiska towarzyszącego inwersyi, to jest pochylania się jej obrazów. Uczynić to można bardzo łatwo, posługując się przedmiotem o ile możności jak najprostszym np. załamana karta wizytowa, mając przy tem pod ręką drugą takąż kartę

do kontrolowania obrotu i pochyień, jakie wykonywa pierwsza pod wpływem już to inwersyi samej, już to ruchów głowy, względnie oka.

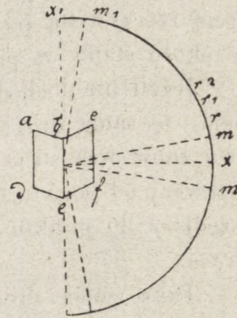
Jeżeli wpatrując się obu oczami w załamana kartę z jej strony wypukłej w punkcie środkowym, zaznaczonym na figurze 13. literą o , zasłonimy jedno oko, nastawiając je tak, żeby promień łączący ten punkt z najlepszą cząstką widzenia był na linii poziomej, wówczas odwrócenia jej albo nie wywołamy wcale, albo też spostrzeczemy figurę wypukłą jako zupełnie płaską Fig. 10 sub a). Punkt ten w jakim się znajduje oko zaznaczonym jest na figurze 13. literą x . W punkcie tym inwersya wogóle bardzo jest trudna do określenia, z powodu niemożności utrwalenia jej.

Najmniejsze jednak odchylenie oka od tego punktu x w górę albo w dół postępując z promieniem koła wystarcza do wywołania inwersyi o minimalnem pochyleniu. Wówczas punkt b obserwowanej figury jest od oka nieco oddalony, albo też do oka nachylony, względnie do tego czy obserwować będziemy kartę z góry czy z dołu. Dwa te punkta przejściowe, będące minimalnym kątem odchylenia oka od linii poziomej względnie do punktu o , zaznaczamy literami m i m .

Cała figura wygląda po inwersyi z tego punktu tak, jak wygląda karta wklęsła a zarazem nieco pochyłona, które to pochylenie zależne jest od kąta pod jakim wpatruje się oko w punkt o . Pojedyncze zaś punkta karty podczas inwersyi, z wyjątkiem punktu e , ulegną odmiennemu zupełnie rozmieszczeniu, przechodząc przed, lub poza linią pionową.

Jeżeli zatrzymując ów obraz inwersyi otrzymany w punkcie minimalnego pochylenia, a więc w m i wpatrując się w ten sam zawsze punkt wytwarzać będziemy ponad ową odwróconą w złudzeniu kartą kołowe ruchy głową, spostrzeczemy, iż w miarę podnoszenia głowy na coraz to wyższy promień koła, karta zmieniać będzie nieustannie kąt swego pochylenia w jednym zawsze i tym samym stosunku odpowiadającym ruchowi głowy. Czyli: ruchom głowy a a_1 a_2 odpowiadać będą pochylenia figury pod kątem r r_1 r_2 . Z rozpoczęciem ruchu od punktu minimalnego pochylenia karta pochyłać się będzie w tył tak długo, dokąd wszystkie punkty pomiędzy e i b nie znajdą się na linii poziomej, co gdy nastąpi, karta wykonała już obrót o 90° , oko zaś o 45° tylko. Postępując dalej w tym samym obrotowym kierunku spostrzeczemy, iż karta obracać się będzie i nadal, podnosząc się teraz w punkcie e tak długo dokąd nie stanie prosto, mając znów punkt b za podstawę. Oko

Fig. 13.



podczas tego ruchu wzniosło się o nowe 45° , albo o 90° względnie do punktu wyjścia (x), karta zaś obróciła się o 180° . Z tego powodu widzimy teraz litery nie jak one są na niej napisane, lecz z pod spodu. Całą zaś figurę od chwili inwersyi i podczas całego przebiegu ruchu widzimy jako wklęsłą dokąd wklęsłość złudzeniowa nie zleje się z wklęsłością rzeczywistą po drugiej stronie karty, którą to stronę spostrzega oko skoro stanie w punkcie x .

Jeżeli nie dochodząc punktu x_1 , w którym inwersya znika, odbędziemy tę samą drogę z powrotem, wówczas obraz złudzeniowy przebywa znów wszystkie te same fazy przejściowe pochylenia r_2 r_1 r etc. począwszy od punktu maximalnego skończywszy na minimalnym, poczem doszedłszy do punktu wyjścia, a więc x , obraz inwersyi powtórnie się zatracą.

Taką samą drogę może oko wykonać postępując zamiast ku górze, na dół, albo w bok, na prawo i na lewo, jak i pod najrozmaitszym kątem odpowiednio do punktu wpatrywania się.

To samo również stosuje się i do karty wklęsłej. Tu, jak tam odnaleźć można trzy główne punkta tego stosunku obrotu oka do pochylenia figury, to jest: 1. punkta w których inwersya nie pojawia się wcale, albo też pojawia się w formie płaskiej: są nimi (x , x_1); 2. punkta w których pochylenie obrazu jest minimalne, lub maximalne (m , m^1); 3. punkta w których inwersya jest trwała, pochylenie zaś obrazu wzrasta przechodząc całą skalę dostrzeganych zmian r , r_1 r_2 .

Stosunek ten będzie prawie ten sam, jeżeli zamiast poruszać głowę naokoło załamanej karty, zachowamy głowę w spokoju, wprawiając w ruch kartę naokoło jej osi poziomej.

Z pomiarów tych wynika, iż stosunek pomiędzy ruchem głowy, względnie oka, a zmianą w pochyleniu obrazu inwersyi, jest stały, to jest pochylenia obrazu inwersyi są funkcją kąta, pod jakim oko obserwuje i odwraca dany przedmiot.

Z całego tego szeregu doświadczeń opisanych w trzech grupach, osiągnęliśmy następujące wyniki:

Po pierwsze: szybkość inwersyi doprowadzona do swego maximum, jest wprawdzie bardzo zbliżona do szybkości pulsu, ale funkcją jego nie jest; powtóre: inwersya nie obywa się bez pewnych zmian w soczewce, które obserwować można za pośrednictwem oftalmometru; po trzecie: wywołanie inwersyi jedno i dwuzwrotnej nie może nastąpić bez uwzględnienia specjalnych warunków co do zachowania się oka; po czwarte: można wywoływać inwersyę nie tylko figur płaskich, ale także przedmiotów trójprzestrzennych i bryłowych, której to inwersyi towarzyszą: a) zmiana co do formy światła, barwy i cienia; b) większa lub

mniejsza jej trwałość; c) ruchy, d) i pochylenia figur, będące funkcją kąta, pod jakim oko obserwuje przedmiot.

III.

Część teoretyczna.

Opierając się na wynikach otrzymanych z własnych doświadczeń, na zaobserwowaniu zwłaszcza odmiennych warunków wśród jakich się pojawia inwersja realno-złudzeniowa i inwersja czysto-złudzeniowa, z których pierwsza wymaga jak największego spokoju oka i jakby zniesienia wszelkiej kontroli jego nad wytwarzaniem się wrażenia przestrzennego, wywoływanie zaś drugiej nie obywa się bez zmiany w funkcjonowaniu oka, stwierdzonych zarówno oftalmometrycznie, jak i samoobserwacyjnie doszłam do następujących wyników co do możliwej przyczyny inwersji.

Przyczyny tej szukać należy w stosunku, w jakim pozostają pojedyncze części percepowanego przedmiotu do środkowych i obwodowych części siatkówki; części przedmiotu padające na najlepszy obszar widzenia oceniamy jako wyraźne, względnie bliższe, części zaś padające na obwodowe przestrzenie siatkówki, jako mniej wyraźne, względnie dalsze.

Jednakże sam ów stosunek pojedynczych części siatkówki do takichże części przedmiotu jeszczeby inwersji nie tłómaczył, gdyby nie dowolnie wprowadzana a łączna z tem zjawiskiem nieprawidłowość widzenia następującej natury.

Odnoszenie się mianowicie naszego organu optyczno-czuciowego do przedmiotów zewnętrznych podczas prawidłowego percepowania przedmiotów może być dwojakie: binokularne lub monokularne. Wiadomo, że podczas widzenia binokularnego obraz n. p. lewej siatkówki dopełnia i kontroluje takież sam obraz równoczesny prawej siatkówki. Dopiero z dwu takich obrazów, z współdziałaniem akkomodacyi, a zwłaszcza konwergencyi wytwarzają się wyobrażenia przestrzenne prawidłowe.

Podczas widzenia monokularnego oko również z jednego obrazu nie ocenia prawidłowo przedmiotu, ale dopiero z pomocą obrazu dopełniającego i kontrolującego pierwszy, wywoływanego następnie przez samo oko. Czyli w obu tych przypadkach ostateczne wrażenie przedmiotu nie jest wynikiem jednego tylko, ale dwu obrazów wytwarzających się pod wpływem światła wpadającego do oczu w dwu różnych kierunkach.

Tymczasem, jeżeli wpatrując się w przedmiot dwoma oczami, zasłonimy jedno oko, zostawiając je o ile możności w jak największym spokoju, w których to warunkach powstaje inwersja, znosimy tem ową nieustającą kontrolę nad odbieraniem wrażenia co do jego przestrzennego wymiaru bo zniesiony lub utrudniony zostaje ów drugi obrazowy współczynnik równoczesny lub następczy, warunkujący prawidłowość widzenia. Przez zasłonięcie jednego oka znika obraz drugiej siatkówki przez unieruchomienie otwartego oka znika możliwość ruchów kontrolujących wymiar przestrzenny przedmiotu; słowem zestawia się stan oka anormalny, względnie funkcyonowanie jego mniej prawidłowe. Części bowiem przedmiotu padające w tych warunkach na centralny obwód widzenia, lub na przestrzenie obwodowe siatkówki, nie zostają prawidłowo dopełniane i kompensowane przez padanie ich współczesne lub następcze na drugą siatkówkę, albo na drugą część tejże samej siatkówki zmuszając tem oko do odmiennego interpretowania przedmiotu. To jest, jeżeli wpatrywać się będą monokularnie i unieruchomionem okiem we wnętrze stożka wklęsłego zrobionego n. p. z kartonu, wówczas część jego środkowa padająca na najlepszą część siatkówki wyda się najbliższą, stożek zaś wypukłym, jeżeli jednak wpatrywać się będą w tenże sam sposób w stożek wypukły patrząc nań z góry, wówczas części jego zewnętrzne wydadzą się bliższe, cały stożek zaś wklęsłym. To wstrzymanie przeto i uniemożliwienie swobodnego i prawidłowego funkcyonowania organu wzrokowego, a nie zmienność refrakcyjna soczewki lub ruchy oka, jest pośrednią przyczyną inwersji złudzeniowej. Przyczyną zaś jej bezpośrednią jest zmieniony wobec tego stosunek części środkowych i obwodowych siatkówki do pojedynczych części obserwowanego przedmiotu. A jako dowód słuszności tej teorii służyć mogą następujące fakty: 1. iż inwersja pojawia się i wówczas, skoro funkcyonowanie mięśnia rzęskowego zostanie zniesione pod wpływem zalania oka atropiną, jak to wykazał był Loeb; 2., że inwersję spostrzegamy i binokularnie, ile razy oba oczy znajdują się w tych warunkach, że przedmiot można spostrzegać każdym obrazem siatkówki z osobna.

Patrząc n. p. obuocznie na krzeselko trzechwymiarowe, zrobione z drutu wysokości kilkunastu centymetrów, ale patrząc nań tak, aby obydwie linie oczne były do siebie równoległe, zobaczymy wówczas, nie jedno, lecz dwa takie krzeselka, ale oba w odwróceniu przestrzennem. Albo zasłaniając kolejno raz jedno, to znów drugie oko i patrząc ciągle w dal, spostrzegać będziemy na przemian lewe lub prawe krzeselko, w obu razach w odwróceniu, ale pod warunkiem oczywiście, że nie będziemy wytwarzać ruchów oka kontrolujących położenie rze-

czywiste tegoż krzeselka. Wrażenia te zaś zatrzymać możemy na bardzo długo. Wobec tego jednak pozostaje jeszcze do wytłómaczenia przyczyna odrębności warunków, wśród których pojawia się inwersja realno-złudzeniowa, wymagająca jak największego spokoju oka, oraz inwersja czysto-złudzeniowa nie obywająca się bez zmian akkomodacyi albo ruchów oka.

Jasnym jest jednak, iż aby wywołać jedną formę złudzeniową, jak we figurach jednozrotnych może wystarczyć, jednorazowe nastawienie oka, aby jednak z tej pierwszej formy złudzeniowej przejść w drugą, jak we figurach dwuzrotnych, potrzeba koniecznie, aby punkta przedmiotu padające w pierwszym przypadku na najlepszą część widzenia, dostały się dla wytworzenia drugiej formy złudzeniowej na część siatkówki mniej wyraźnego widzenia i odwrotnie. Tego zaś dokonać nie można bez współdziałania akkomodacyi, albo zmian punktów wpatrywania się.

Obserwując przeto jakikolwiek bądź przedmiot jednozrotny n. p. załamana kartę wizytową odwracamy ją przy zachowaniu powyżej podanych warunków doraźnie i bez pomocy żadnych innych współczynników nad owe względne unieruchomienie oka. Odwrócenie to zaś zachowuje się i wówczas, jeżeli kartę ową wprawimy w ruch około jej osi poziomej, albo też skoro będziemy wytwarzać ponad nią powyżej opisane ruchy głowy.

Złudzenie wobec tego skomplikuje się tylko przez nowe wrażenia iluzoryczne, t. j. przez ruch i pochylenia obrazu inwersyi, wywołane już to ruchem głowy, w którym oko czynnego nie przyjmuje udziału, będąc biernie przenoszonym na coraz to inny punkt, względnie do obserwowanej figury, już to ruchami samej figury rzucającej promienie świetlne na w spokoju będące oko z coraz to innego punktu, wśród którego ruch ów się odbywa.

Obserwując jednak jakąkolwiek figurę dwuzrotną (Fig. 1. 2. 4.) do wywołania w niej dwu następujących form złudzeniowych, wytwarzać musimy z konieczności, na tle owego pierwotnego unieruchomienia oka pewne zmiany funkcyjne, któreby przygotowały w obu przypadkach odmienne rozmieszczenie się obrazu na środkowych i obwodowych częściach siatkówki.

Czy zaś zmiany te będą zmianami akkomodacyi bezwiednej, którą obserwowaliśmy za pośrednictwem oftalmometru, czy będą one zmianami akkomodacyi dowolnej, którą obserwował Loeb, odsuwając i zbliżając do oka obserwowany przedmiot, czy też zmianami punktów i linii wpatrywania się opisanych przez W. Wundt'a, to będzie dla oka zupełnie obojętne. Bo każda z tych zmian, która podczas tej nieprawi-

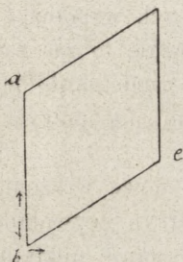
długości funkcyonowania oka części przedmiotu najlepiej widziane w pierwszej formie złudzeniowej, przenosi na części mniej wyraźne i odwrotnie, jest równie dobrą umożliwiając tem przejście wrażenia z jednej jego formy złudzeniowej w drugą.

Obojętne jest również dla oka czy oddmienne to rozmieszczenie się obrazu na środkowych i obwodowych częściach siatkówki zajdzie w sposób bierny lub czynny.

Jeżeli np. będziemy obserwować figurę 14 patrząc na linię *b*, raz ku górze, drugi raz ku dołowi, albo raz w górę, drugi raz w bok, jak wskazują strzałki, wówczas figurę tę odnosić będziemy raz do linii *a—b*, drugi raz do linii *b—e*, które będą jej podstawami. Ale możemy również nie posługując się żadną z powyżej opisanych zmian oka, przez odpowiednie tylko nastawienie figury, jak i przez obracanie nią, zmusić oko do wytworzenia inwersyi dwuzwrotnej w sposób równie bierny, jak biernie do pewnego stopnia wytwarzamy inwersyę na figurach jednozwrotnych.

I tak np. jeżeli obserwując rysunek kostki Neckera Fig. 1 w punkcie zaznaczonym krzyżykiem wywołam wrażenie formy złudzeniowej, w której kostka ta opuszczona jest ku dołowi i jeżeli inwersyę tę zatrzymując obróć powoli ów rysunek o 180° około jego osi pionowej, wówczas po wytworzeniu tego obrotu zobaczę sześcián w odchyleniu jego ku górze. Czyli, bez żadnego przyczynienia się zmian akkomodacyi albo ruchów oka w sposób względnie bierny, otrzymam obydwie te formy złudzeniowe.

Fig. 14.



Przyczyną zaś tego jest fakt, iż środkowa część siatkówki odnosi się w dwu tych przypadkach, to jest przed obrotem rysunku i po jego obrocie do odmiennych części obrazu perspektywicznych, chociaż do tego samego zawsze punktu. Wpatrując się bowiem w punkt zaznaczony krzyżykiem na figurze Necker'a, dopóki figura ta jest w spokoju, widzę wyraźną częścią widzenia dolny kwadrat tej figury, który wydaje mi się przez to bliższy, wykonywając jednak obrót jej o 180° podczas wpatrywania się w ten sam zawsze punkt, mam po dokonaniu tego obrotu górny teraz kwadrat w punkcie najlepszego widzenia, który spostrzegam znów jako bliższy. W pierwszym przypadku, ponieważ wpatruję się w dolny kwadrat, górna część sześciánu pada na część siatkówki obwodową, w drugim przeciwnie, ponieważ kwadrat, w który się wpatruję jest teraz u góry, dolna część sześciánu pada na część obwodową siatkówki.

Czyli przez ów obrót rysunku o 180° nastąpiło odmienne rozmieszczenie przedmiotu w stosunku do środkowych i obwodowych części

siatkówki, które uwarunkowało inwersję w sposób zupełnie niezależny od akkomodacyi, albo ruchów oka.

Teorya ta tłumaczy nam zarazem wszystkie, łączne z inwersją zjawiska, t. j. szybkość zwrotów, trwałość obrazu złudzeniowego, jego ruchy, ich kierunek, jak i pochylenia figur¹⁾.

a) Szybkość zwrotów mierzona graficznie, była miarą przechodzenia jednej formy złudzeniowej w drugą na figurach planimetrycznych. Że zaś przejścia te nie obywają się, jak widzieliśmy, bez pewnych zmian, już to akkomodacyi, już to ruchów oka, szybkość przeto tych zwrotów musi być proporcjonalna do szybkości, z jaką się wytwarzają owe zmiany.

Szybkość natomiast we figurach jednozrotnych odpada sama przez się ze względu, że na figurach tych obraz złudzeniowy zachować można na czas niemal nieokreślony²⁾.

b) Jak szybkość zwrotna jest właściwością tylko figur dwuzrotnych, tak znów trwałość jest głównie właściwością figur jednozrotnych.

Ponieważ przyczyną inwersyi figur tych jest zachowanie stałego mniej więcej stosunku, pomiędzy pojedynczemi częściami przedmiotu a centralnymi obwodami siatkówki, podczas pewnego znieruchomienia oka, przeto dopóki trwa owo znieruchomienie, niema żadnej dobrej racyi, aby otrzymane złudzenie zniknęło.

Albo jeżeli podczas obserwowania figury dwuzwrotnej wstrzymamy wszelkie ruchy mogące wywołać przejście od jednej formy złudzeniowej w drugą, czyli, jeżeli na chwilę postępować będziemy z tą figurą jakby ona była tylko jednozrotna, nie dając przystępu drugiej jej formie złudzeniowej, trwałość ta pojawi się również, jak to widzieliśmy zresztą na figurze 12.

c) Co zaś do ruchów i pochyień obrazu inwersyi, to widzieliśmy: Po pierwsze, że do wywołania ich trzeba oku nadawać pewien stały kierunek a mianowicie tak je nastawiać, oraz tak niem poruszać, aby najlepsza część siatkówki postępować mogła stale z promieniem koła, którego centrum stanowi punkt wpatrywania się. Powtóre³⁾, że pochylenia tego obrazu są funkcją kąta pod jakim oko dany punkt

¹⁾ Niewytłómaczonemi pozostają tylko zmiany podczas inwersyi wrażeń barwnych i świetlnych wymagające osobnego studium.

²⁾ Można by wprawdzie mierzyć, z jaką szybkością wytwarza się inwersya realno-złudzeniowa, ale to byłoby zmierzeniem tylko długości jej reakcyi nie zaś przejścia od jednej formy złudzeniowej w drugą, które to ostatnie zjawisko mierzył Lange na schodach Schröder'a, my zaś na sześcianie Necker'a.

³⁾ Str. 184.

obserwuje. Jeżeli kierować będziemy okiem w ten sposób, iżby poruszając się około obserwowanego przedmiotu otrzymywało ono kolejno na najlepszej swojej części coraz to inne skrócenie perspektywiecznie obserwowanego obrazu, podsuwamy mu bezpośrednio w sposób sztuczny tego rodzaju podniety, jakich mu dostarczają w sposób pośredni aparaty, jak n. p. stroboskop, albo kinematograf. Na siatkówce wówczas przesuwały się następczo obrazy przedmiotu widzianego w różnych promieniach koła, czyli odbywa się zjawisko identyczne ze zjawiskiem w stroboskopie. Zachodzi tylko ta różnica iż dla stroboskopu aparat fotograficzny zdejmuje obrazy z jednego punktu centralnego, ale w różnych promieniach koła, podczas kiedy fotografowany przedmiot jest w biegu, aby otrzymać w ten sposób obrazy zdjęte z różnego punktu widzenia w jego biegu, które to odrębne obrazy wywołane następnie na jednej wstążce i umieszczone w kółku stroboskopu, mającym liczne otwory, oko kolejno spostrzega tworząc z nich syntezę tegoż przedmiotu i jego ruchów. Oko zaś niby aparat fotograficzny poruszając się z promieniem koła ponad obserwowanym przedmiotem, zdejmuje z niego kolejno obrazy z różnego punktu widzenia, udzielając im swego ruchu, oraz łącząc je w jedną syntetyczną całość. Ale pod wpływem wrażeń pochodzących od stroboskopu oko, względnie człowiek wobec wytwórczości obrazów zachowuje się biernie, wytwarzając sobie wyobrażenie z poddawanych mu skróceń perspektywicznych tegoż przedmiotu, podczas zaś wywoływania inwersji przez prawidłowe wytwarzanie ruchów przygotowuje równocześnie owe zjawisko nastawiając swoją siatkówkę tak, aby następczo wytwarzały się na niej okresy obrazu perspektywiczne z coraz to innego punktu widzenia, które to okresy łączy następnie w jedność obrazu będącego w ruchu ¹⁾.

Okno przeto w tych warunkach uważać można za stroboskop żywy.

¹⁾ Że ruchy te widzimy raz w kierunku równobieżnym z własnym ruchem, drugi raz w kierunku przeciwnym do ruchu nadawanego obserwowanemu przedmiotowi, tego przyczyna leży w odmiennem w obu tych przypadkach skrócaniu się perspektywicznym figury względnie do oka.

